UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS DE TOURS

ÉCOLE DOCTORALE SHS

UMR 6173 – CITERES – Laboratoire Archéologie et Territoires

THÈSE

présentée par :

Florian SARRESTE

soutenue le : **24 novembre 2008**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université François - Rabelais**

Discipline / Spécialité : Histoire / Archéologie

LA SIDÉRURGIE ANCIENNE DANS LE BAS MAINE

(VIIIe s. av. J.-C. – XVe s. ap. J.-C.)

Volume 1 : texte

THÈSE dirigée par :
Alain FERDIÈRE — Professeur émérite, Université de Tours

RAPPORTEURS :
Katherine GRUEL — Directrice de Recherche, CNRS
Vincent SERNEELS — Professeur, Université de Fribourg (Suisse)

JURY :
Nadine DIEUDONNÉ-GLAD — Maître de Conférences HDR, Université de Poitiers
Alain FERDIÈRE — Professeur émérite, Université de Tours
Katherine GRUEL — Directrice de Recherche, CNRS
Martial MONTEIL — Maître de Conférences, Université de Nantes
Vincent SERNEELS — Professeur, Université de Fribourg (Suisse)

À mes parents,

Sommaire

VOLUME 1

Sommaire 1
Remerciements 13
Avertissement 17
Introduction 19

1ère partie. Présentation du sujet

CHAPITRE 1. PRÉSENTATION DE LA PROBLÉMATIQUE ET DU CADRE TECHNIQUE 25

1.1. LA PROBLÉMATIQUE 25

1.2. LES QUESTIONNEMENTS 27
1.2.1. Implantation et évolution de la sidérurgie ancienne : perspectives techniques 27
1.2.2. Perspectives économiques 27
1.2.2.1. Échelle et organisation de la production 27
- *Organisation interne des ateliers de réduction*
- *Les zones de production sidérurgique*

1.2.2.2. La sidérurgie entre ville et campagne 28
1.2.3. Perspectives sociales 29
1.2.3.1. Ceux qui produisent 29
1.2.3.2. Ceux qui encadrent 29
1.2.4. Répartition des sites et zones de production sidérurgique : perspectives spatiales 29
1.2.4.1. La place de la production sidérurgique dans la trame d'occupation du territoire 29
1.2.4.2. Une documentation lacunaire 30

1.3. LA SIDÉRURGIE ANCIENNE : NOTIONS GÉNÉRALES 32
1.3.1. Le fer métal et ses alliages 32
1.3.2. Oxydes de fer et minéraux riches en fer 33
1.3.2.1. Les oxydes et hydroxydes 33
1.3.2.2. Les autres minéraux riches en fer 33
1.3.2.3. Les minerais de fer 34
1.3.3. La chaîne opératoire de la métallurgie du fer 34
1.3.3.1. Extraction et préparation du minerai 35
1.3.3.2. Les traitements minéralurgiques 36
1.3.3.3. La réduction 37
- *Deux filières techniques*
- *La réduction directe*

1.3.3.4. Les activités de post-réduction 39

1.3.4. Installations, produits et déchets ... 40
1.3.4.1. La réduction ... 40
- *Le bas fourneau*
- *L'atelier de réduction*
- *Les déchets de la réduction*

1.3.4.2. La post-réduction ... 43
- *L'atelier*
- *Les semi-produits*
- *Les déchets de la post-réduction*

CHAPITRE 2. ÉTAT DE LA RECHERCHE ... 47

2.1. TEMPS ET ORIENTATIONS DE LA RECHERCHE EN SIDÉRURGIE ANCIENNE ... 47

2.2. LE FER : HISTOIRE DES TECHNIQUES ET DE LA PRODUCTION ... 51
2.2.1. Des premiers objets en fer aux premières traces de la métallurgie extractive en Gaule ... 51
2.2.2. Évolution de l'Âge du fer au haut Moyen Âge ... 52
2.2.3. Du Moyen Âge central à la fin du procédé direct ... 56

2.3. FER ET ÉCONOMIE ... 58
2.3.1. L'économie antique : historiographie d'un débat passé ... 58
2.3.1.1. Le débat sur la nature de l'économie antique ... 58
2.3.1.2. Le problème de la "ville de consommation" ... 59
2.3.2. La place de la production sidérurgique dans l'économie ... 61
2.3.3. Les activités de post-réduction ... 66
2.3.3.1. Le rôle économique des activités de post-réduction ... 66
2.3.3.2. Les forges rurales ... 67
2.3.3.3. Les activités artisanales dans les capitales de cité ... 68
2.3.3.4. Activités sidérurgiques dans les agglomérations secondaires ... 69
2.3.4. Le commerce du fer ... 70

2.4. FER ET SOCIÉTÉ ... 72
2.4.1. Activités métallurgiques et artisanat ... 72
2.4.1.1. Une question de définition ... 72
2.4.1.2. Spécialisation et saisonnalité des activités ... 73
2.4.2. Propriété des mines et gestion de la production ... 74
2.4.2.1. La Protohistoire ... 74
2.4.2.2. La période romaine ... 75
2.4.2.3. Métallurgie du fer et "romanisation" ... 77
2.4.2.4. Le Bas-Empire et le Moyen Âge ... 79
2.4.3. Les travailleurs du fer ... 80
2.4.3.1. Image de l'artisan ... 80
2.4.3.2. Le cas des travailleurs du fer ... 83

CHAPITRE 3. PRÉSENTATION DE LA ZONE D'ÉTUDE ... 87

3.1. DE LA CITÉ DIABLINTE AU BAS MAINE ... 87
3.1.1. Définir une aire d'étude ... 87
3.1.2. La cité diablinte et son territoire ... 87
3.1.3. Les contours de la zone d'étude ... 90
3.1.3.1. Les contraintes ... 90

3.1.3.2. Au nord et au nord-ouest ... 91
3.1.3.3. Au sud ... 91
3.1.3.4. A l'est ... 92
3.1.3.5. Une limite interne à la cité diablinte ? ... 93

3.2. LE MILIEU NATUREL ... 94
3.2.1. Le substrat géologique ... 94
3.2.1.1. Histoire géologique régionale ... 94
3.2.1.2. Les ressources minérales et minières ... 96
3.2.2. Contexte géomorphologique et hydrographie ... 98
3.2.3. Les sols et le couvert végétal ... 100

3.3. CADRE CHRONOLOGIQUE ET HISTORIQUE ... 102
3.3.1. Jublains, capitale de la cité des Diablintes ... 102
3.3.1.1. Présentation du site ... 102
3.3.1.2. Présentation de la ville antique de Noviodunum des Diablintes ... 106
3.3.2. Les données historiques sur le territoire ... 111
3.3.3. État des connaissances archéologiques sur le territoire ... 114
3.3.3.1. Les temps de la recherche ... 114
3.3.3.2. De l'Âge du Bronze à celui du Fer ... 115
3.3.3.3. L'époque romaine ... 118
3.3.3.4. La période médiévale ... 121

CHAPITRE 4. CHOIX ET DÉFINITION D'UN CORPUS ... 125

4.1. LE CHOIX DU BAS MAINE ... 125
4.1.1. Une zone de fort potentiel ... 125
4.1.2. Une région encore mal connue ... 126
4.1.3. Un terrain pour l'application des méthodes d'études spécifiques à la sidérurgie ... 126
4.1.4. La constitution d'un triple corpus ... 126

4.2. MÉTHODES ET TECHNIQUES DE RECHERCHE ... 128
4.2.1. Définition des sites recherchés ... 128
4.2.2. Les méthodes de recherches documentaires ... 129
4.2.2.1. La bibliographie ... 129
4.2.2.2. La toponymie ... 130
4.2.2.3. La photo-interprétation des clichés aériens verticaux ... 133
4.2.2.4. Enquête orale et écrite ... 135
4.2.3. Les travaux de terrain ... 135
4.2.3.1. Vérification des indices ... 135
4.2.3.2. Prospection en milieu forestier ... 137

4.3. PRÉSENTATION DU CORPUS ... 139
4.3.1. Les données antérieures à la présente étude ... 139
4.3.1.1. Les documents historiques ... 139
4.3.1.2. La bibliographie ancienne : le temps des érudits ... 142
4.3.1.3. De la Seconde Guerre Mondiale à aujourd'hui ... 143
4.3.1.4. Les données inédites du Service Régional de l'Archéologie et de l'archéologie préventive ... 144
4.3.2. Les recherches de terrain 2004-2007 ... 145
4.3.2.1. Sites et indices de sites : l'enregistrement ... 145
- *Les indices*
- *Les sites*

4.3.2.2. Bilan des méthodes de recherche ... 146
4.3.2.3. Les limites de l'information : le problème de la récupération des scories ... 148
4.3.2.4. La représentativité du corpus ... 153
4.3.2.5. Mobilier de surface et datation des sites à scories coulées : problèmes méthodologiques ... 156
- *Des conditions de visibilité très mauvaises*
- *L'indigence du mobilier céramique sur les ferriers*
- *Le mélange du mobilier dû à une stratigraphie complexe*
- *Une datation extrinsèque au site*
- *Tessons rouges sur fond noir*
- *La définition des fossiles directeurs*

4.3.3. Les sites liés à la métallurgie du fer ... 159
4.3.3.1. Classification et interprétation ... 159
4.3.3.2. Les chiffres ... 160

CHAPITRE 5. MÉTHODES D'ANALYSE ET OUTILS DE TRAVAIL ... 163

5.1. LES OUTILS DE TRAVAIL ... 163
5.1.1. Constitution d'une base de données informatisée ... 163
5.1.2. De la cartographie au SIG ... 164
5.1.2.1. Cartographie et SIG ... 164
5.1.2.2. Les fonds numériques mis en oeuvre ... 166

5.2. ARCHÉOMÉTRIE ... 168
5.2.1. Analyses chimiques ... 168
5.2.1.1. Présentation générale des analyses chimiques ... 169
5.2.1.2. Les notions d'héritage et de partage ... 172
5.2.1.3. Saturation en oxydes de fer ... 174
5.2.1.4. Le corpus d'analyses chimiques ... 177
- *Analyses globales*
- *Analyse de métal*

5.2.2. Les observations au microscope ... 178
5.2.2.1. Métallographie et pétrographie des matières premières et déchets sidérurgiques ... 178
- *Les objets en fer*
- *Les culots de forge*
- *Les battitures*

5.2.2.2. Corpus d'observations microscopiques ... 182
- *Métallographie*
- *Minéralogie des minerais de la fouille de l'atelier métallurgique de "Roche Brune"*

2e partie. Du minerai au fer par la filière directe dans le Bas Maine : analyses des données historiques et archéologiques

CHAPITRE 6. EXPLOITATION DES MATIÈRES PREMIÈRES ... 187

6.1. LES MINERAIS DE FER DU BAS MAINE ... 187
6.1.1. Les formations primaires ... 187
6.1.1.1. Formation des Grès de Blandouet ... 187
6.1.1.2. Le minerai oolithique ordovicien ... 188
6.1.1.3. Les grès ferrugineux du Dévonien ... 189
6.1.1.4. Minerai de fer carbonifère ... 189
6.1.2. Le gisement hydrothermal de Rouez (Sarthe) ... 190
6.1.3. Les formations secondaires ... 190
6.1.3.1. Le calcaire jurassique à oolithes ferrugineuses ... 190
6.1.3.2. Le minerai de fer cénomanien des argiles à glauconie ... 190

6.1.3.3. Les grès ferrugineux cénomaniens ... 191
6.1.4. Les formations tertiaires et quaternaires ... 191
6.1.4.1. Les dépôts sidérolithiques (Tertiaire) ... 191
6.1.4.2. Les formations néogènes de surface ... 192

6.2. CARTOGRAPHIE DES MINERAIS ET DES EXTRACTIONS ANCIENNES ... 194
6.2.1. Les données géologiques ... 194
6.2.2. Les données historiques et archéologiques ... 196
6.2.3. Les secteurs miniers du Bas Maine ... 197
6.2.3.1. Présentation des secteurs ... 197
- *La région d'Évron*
- *Les Bercons et le siléen*
- *La région de La Baconnière / Le Bourgneuf-la-Forêt*
- *Les Charnies*
- *Le sud de la Mayenne*
- *La haute vallée de la Sarthe*
- *La région de Lignières-Orgères*
- *La Ferrière-aux-Étangs*
- *La région de Marcillé-la-Ville / Grazay*
- *Les mentions isolées*

6.2.3.2. Bilan ... 203

6.3. LES TECHNIQUES D'EXTRACTION ... 205
6.3.1. Les minières ... 205
6.3.2. Puits et galeries ... 206
6.3.3. Mines en galeries profondes. ... 210

6.4. MINÉRALOGIE ET CHIMIE DES MINERAIS ... 212
6.4.1. Présentation des lieux de collecte et regroupement par faciès géologiques ... 213
6.4.1.1. Minerais des formations sidérolithiques ... 213
- *Saint-Pierre-la-Cour (SAR 658 et 659)*
- *Le Bourgneuf-la-Forêt (SAR 663)*
- *Andouillé (SAR 665)*
- *Changé (SAR 656 et 657)*
- *Sainte-Suzanne (SAR 664)*

6.4.1.2. Minerai des grès secondaires du Bassin Parisien ... 214
- *La Ferrière-Bochard (SAR 660)*

6.4.1.3. Minerai oolithique primaire ordovicien ... 214
- *La Chapelle-Anthenaise (SAR 662)*
- *Lignières-Orgères (SAR 661)*

6.4.2. Examens minéralogiques et analyses chimiques ... 215
6.4.2.1. Les minerais sidérolithiques ... 215
- *Examen minéralogique*
- *Composition chimique*

6.4.2.2. Les minerais des grès cénomaniens ... 220
6.4.2.3. Minerai primaire à oolithes ferrugineuses ... 221
6.4.2.4. Les minerais découverts sur le site de "Roche Brune" : caractéristiques et origine ... 223
- *Présentation des minerais*
- *Analyses chimiques*
- *Examen minéralogique*
- *Identification du minerai utilisé par l'atelier de "Roche Brune"*

6.4.3. Conclusion partielle sur les minerais étudiés ... 229

6.5. BOISEMENT ET COMBUSTIBLE ... 231
6.5.1. Données sur le boisement ancien ... 231
6.5.2. L'apport de la palynologie ... 234

CHAPITRE 7. PRÉSENTATION DES SITES DE RÉDUCTION DIRECTE DU FER DU BAS MAINE ... 239

7.1. FACIÈS DES RÉSIDUS DU TRAITEMENT DU MINERAI ... 239
7.1.1. Les scories issues de bas fourneaux sans écoulement de la scorie ... 239
7.1.1.1. Les scories piégées ... 239
7.1.1.2. Les scories de fond de four ... 241
7.1.2. Les scories coulées ... 242
7.1.2.1. Les scories coulées denses en cordons fins ... 242
7.1.2.2. Les scories coulées en "plaquettes" ... 244
7.1.2.3. Les scories coulées à cordons vacuolaires ... 246
7.1.2.4. Bilan des faciès dominants des déchets sur les sites de réduction du Bas Maine ... 246
7.1.3. Les autres scories de réduction ... 247
7.1.3.1. Les scories internes ... 247
7.1.3.2. Les scories en cylindres fins ou "bouchons de tuyères" ... 247
7.1.3.3. Les scories cylindriques de grand module ... 248
7.1.4. Les éléments de parois de fours et de ventilation ... 249
7.1.4.1. Les éléments de parois de bas fourneaux ... 249
7.1.4.2. Les tuyères ... 250

7.2. COMPOSITION CHIMIQUE DES SCORIES DE LA ZONE D'ÉTUDE ... 252
7.2.1. Présentation des sites où les scories ont été collectées ... 252
7.2.2. Présentation générale des résultats ... 253
7.2.3. Saturation en fer ... 255

7.3. DIMENSIONS DES FERRIERS ... 259
7.3.1. La surface ... 259
7.3.2. Hauteur et volume ... 262
7.3.3. Interprétation des classes ... 264

7.4. DATATION DES SITES DE RÉDUCTION ... 266
7.4.1. Datation de quelques scories piégées ... 266
7.4.2. Les sites à scories coulées ... 268
7.4.2.1. Les datations fournies par la bibliographie ancienne ... 268
7.4.2.2. Les données archéologiques récentes ... 269
7.4.3. Bilan des datations obtenues ... 272
7.4.3.1. Les datations obtenues grâce au matériel collecté en surface des ferriers par les prospections récentes (2004-2007) ... 272
7.4.3.2. Bilan général ... 273
7.4.4. Confrontation des documents historiques et des découvertes de terrain ... 274
7.4.4.1. La sidérurgie médiévale dans la région de Craon ... 274
7.4.4.2. Le secteur de La Ferrière-aux-Étangs ... 277
7.4.5. Chronologie, dimensions et faciès des scories ... 279
7.4.5.1. Faciès des scories et chronologie ... 279
7.4.5.2. Chronologie et dimensions ... 281
7.4.5.3. Faciès des scories et dimensions des ferriers ... 282

CHAPITRE 8. ÉTUDE DE RÉPARTITION ET ZONES DE PRODUCTION 285

8.1. IMPLANTATION DES SITES DE RÉDUCTION 285

8.1.1. Relation des sites de réduction aux matières premières 286

8.1.1.1. Le minerai 286

8.1.1.2. Le bois 288

- *Ferriers et milieux boisés*
- *Un enregistrement pollinique à proximité des ferriers*

8.1.2. Implantation topographique et hydrographique 293

8.1.3. Les relations aux voies anciennes 296

8.1.3.1. Scories et voies romaines 296

8.1.3.2. Analyse spatiale 298

8.1.3.3. Proximité entre ferrier et voie : interprétations 300

8.2. LES ZONES DE PRODUCTION DU BAS MAINE 305

8.2.1. Comment définir une zone de production 305

8.2.1.1. Problème de vocabulaire 305

8.2.1.2. Problème de diachronie 306

8.2.1.3. Définir les concentrations 306

- *L'approche subjective*
- *L'approche mathématique*

8.2.2. Les zones de production dans l'ouest du Maine 314

8.2.2.1. Les zones de premier niveau 321

- *La zone de production de Charnie*
- *La zone du sud de la Mayenne*
- *La zone de production de Lavardin/La Bazoge*
- *La zone production de Pail*
- *La zone de production de Sillé*

8.2.2.2. Les zones de second niveau 328

- *La zone de production de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour*
- *La zone de production Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe*
- *La zone de production de La Ferrière-aux-Étangs*
- *La zone de production de Laval*
- *La zone de production de Saint-Michel-et-Chanveaux*

8.2.2.3. Les zones de troisième niveau 332

- *La zone de production de Château-Gontier*
- *La zone de production d'Aron*
- *La zone de production de Cérans-Foulletourte*
- *La zone de production de Rânes*
- *La zone de production de Lignières*

8.2.2.4. Les sites liés à la réduction directe du fer situés en dehors des zones de production 333

8.2.3. Les zones de production sidérurgique anciennes dans la trame d'occupation du territoire 334

8.2.3.1. Répartition des sites liés à la réduction directe datés 334

8.2.3.2. Confrontation de la répartition des pôles de production sidérurgique anciens avec la base PATRIARCHE 334

8.2.3.3. Les zones de production et les frontières 338

8.2.3.4. Zones de production et agglomération 340

8.2.3.5. Le statut juridique des zones de production 341

8.2.4. Caractérisation chimique des zones de production 343

8.2.4.1. Méthodes 343

8.2.4.2. Application de ces méthodes au Bas Maine 345

- *La mise en évidence d'éléments en proportion exceptionnelle*
- *La recherche de couples d'éléments corrélés*

8.2.4.3. Conclusion partielle 352

3e partie. Études de cas

CHAPITRE 9. LA ZONE DE PRODUCTION DU FER DE SILLÉ 355

9.1. LA FORET DE SILLÉ 355
9.1.1. Les ressources minières 356
9.1.2. Les données anciennes 357
9.1.2.1. Premières mentions 357
9.1.2.2. Contexte archéologique 358
9.2. ÉTABLISSEMENT DE LA CARTE DES FERRIERS 361
9.2.1. La vérification des indices documentaires autour de la forêt 361
9.2.2. Les informations de B. Mege, agent de l'ONF 362
9.2.3. Les prospections en milieu forestier 364
9.2.4. Représentativité du corpus de la forêt de Sillé 364

9.3. LA ZONE SIDÉRURGIQUE DE SILLÉ 367
9.3.1. Présentation des sites de réduction directe 367
9.3.1.1. Deux groupes 367
9.3.1.2. Position topographique 368
9.3.1.3. Chronologie des activités 368
9.3.1.4. Estimation du volume de déchets produits 369
9.3.2. Étude de la répartition des sites 371
9.3.2.1. La distribution des sites 371
9.3.2.2. Une aire dédiée à la production sidérurgique à l'époque romaine ? 371
9.3.2.3. L'édifice de "Roullée" et son possible lien avec l'activité sidérurgique 372
- *Présentation du site*
- *Proposition d'interprétation*

CHAPITRE 10. L'ATELIER DE RÉDUCTION DIRECTE DE "ROCHE BRUNE" 383

10.1. PRESENTATION DU SITE 383
10.1.1. Contexte de découverte 383
10.1.2. Contexte géologique et orographique 384
10.1.3. Présentation des sondages et de leurs résultats 384

10.2. L'ATELIER DE REDUCTION DIRECTE D'EPOQUE ROMAINE 387
10.2.1. Les bas fourneaux 387
10.2.1.1. Description 387
10.2.1.2. Remarque sur le mode de construction 390
10.2.1.3. Le mode de ventilation et la durée de vie des bas fourneaux 390
10.2.1.4. Comparaisons 391
10.2.2. Le bâtiment d'atelier 392
10.2.2.1. Description 392
10.2.2.2. Des aménagements intérieurs 392
- *Une aire de stockage du minerai ?*
- *Une fosse à charbon*

10.2.2.3. Restitution 394
10.2.2.4. Comparaisons 396
10.2.3. Stratification et mode de constitution des ferriers romains 399

10.2.4. Le mobilier archéologique ... 401
10.2.4.1. Les terres cuites architecturales ... 402
10.2.4.2. La céramique ... 402
- *La céramique antique*
- *La céramique du bas Moyen Âge*
- *Les productions céramiques d'autres périodes*

10.2.4.3. Quantification des poteries ... 404
- *Les ferriers à scories en plaquettes et l'atelier associé (ensemble 1)*
- *Le petit ferrier à scories de fonds de four et les niveaux qui lui sont rattachables (ensemble 2)*
- *Colluvions, chablis et faits non rattachables à l'une ou l'autre phase d'occupation (ensemble 3)*

10.2.4.4. Les objets en fer ... 406
- *Présentation du lot d'objets en fer*
- *Un outil spécifique à la réduction directe du fer : le ringard*

10.2.4.5. Un fragment de meule rotative ... 408
10.2.5. Les éléments de datation ... 408
10.2.5.1. L'occupation romaine ... 408
- *La datation céramique*
- *Les autres éléments de datation*
- *Établissement d'une durée d'occupation*

10.2.5.2. La réoccupation du bas Moyen Âge ... 410
10.2.6. La question de l'habitat ... 411
10.2.6.1. Un habitat lié à l'atelier romain ... 411
10.2.6.2. Un habitat du bas Moyen Âge ? ... 413

10.3. APPROVISIONNEMENT EN MATIÈRES PREMIÈRES ... 414
10.3.1. Le minerai ... 414
10.3.1.1. Les minerais à disposition ... 414
10.3.1.2. Les relations minerai-paroi-scorie ... 415
10.3.1.3. Conclusion sur le minerai utilisé ... 416
10.3.2. Vers une signature chimique de la zone de production ... 417
10.3.3. Le combustible ... 419
10.3.3.1. Résultats de l'étude anthracologique préliminaire ... 420
10.3.3.2. Comparaisons et mise en perspective ... 422
10.3.3.3. Interprétation ... 424

10.4. CARACTÉRISATION DE LA PRODUCTION ... 427
10.4.1. Les vestiges sidérurgiques : morphologie et quantité ... 427
10.4.1.1. Morphologie ... 427
10.4.1.2. Estimation du volume ... 427
10.4.1.3. Du volume à la masse ... 428
10.4.2. Calcul de production ... 429
10.4.2.1. Estimation du rendement de l'opération de réduction ... 429
10.4.2.2. Estimation de la quantité de fer produite ... 434
10.4.2.3. Cadence de production et d'approvisionnement ... 436
10.4.3. Le métal produit ... 438
10.4.3.1. Examens métallographiques ... 439
10.4.3.2. Du fer phosphoreux. ... 441
- *La question du phosphore dans le fer*
- *Analyse de composition chimique du métal de l'échantillon 2038.1*
- *Interprétations et mise en perspective*

CHAPITRE 11. LA MÉTALLURGIE DU FER DANS LA CAPITALE DIABLINTE ... 445

11.1. JUBLAINS : DES SCORIES DANS LA VILLE ... 445
11.1.1. Localisation des principaux lieux de découvertes ... 445
11.1.2. Les résidus sidérurgiques : données qualitatives et quantitatives ... 447

11.2. DES SCORIES DE RÉDUCTION EN VILLE : QUELLE INTERPRÉTATION ? ... 449
11.2.1. Caractérisation et quantification ... 449
11.2.2. Les scories de réduction de Jublains : problème d'origine ... 449
11.2.3. Hypothèse de provenance ... 450

11.3. LES FORGES URBAINES : INSTALLATIONS, DÉCHETS, PRODUCTION, INTERPRÉTATIONS ... 454
11.3.1. Les bâtiments de forge de Jublains ... 454
11.3.1.1. Les bâtiments de "La Grande Boissière" ... 454
11.3.1.2. La fouille du "Taillis des Boissières" ... 457
11.3.1.3. La question du "modèle" ... 460
11.3.2. Les résidus de post-réduction ... 461
11.3.2.1. Quantification des déchets ... 461
11.3.2.2. Les culots de forges ... 462
- *Description*
- *Examens métallographiques*
- *Conclusion partielle*

11.3.2.3. Les battitures ... 465
- *Approche quantitative*
- *Approche morphologique*
- *Examens métallographiques*
- *Conclusion partielle*

11.3.2.4. Les chutes métalliques ... 469
11.3.3. Les autres vestiges mobiliers de la sidérurgie ... 470
11.3.3.1. Une currency bars ? ... 470
11.3.3.2. Les éléments de ventilation ... 471
11.3.3.3. L'enclume en fer du temple ... 473
- *Le contexte de découverte*
- *Description*
- *Commentaire et comparaisons*

11.3.3.4. Une garniture d'enclume ... 476

4e partie. Synthèse

CHAPITRE 12. LA SIDÉRURGIE ANCIENNE DANS LE BAS MAINE : SYNTHÈSE DES RÉSULTATS OBTENUS ... 479

12.1. ÉVOLUTION TECHNIQUE ... 479
12.1.1. Bas fourneaux sans écoulement de la scorie ... 480
12.1.1.1. Scories piégées : petit historique des découvertes régionales ... 480
12.1.1.2. Les scories piégées dans le Bas Maine ... 481
12.1.1.3. La question des scories de fond de four ... 483
12.1.2. Les faciès de scories coulées et leur signification ... 484
12.1.2.1. Faciès et chronologie ... 485
12.1.2.2. Faciès et procédé technique ... 485

12.2. PRODUCTION SIDÉRURGIQUE ET ÉCONOMIE ... 489
12.2.1. Organisation de la production ... 489
12.2.1.1. Les zones de production sidérurgique anciennes dans le Bas Maine ... 489
- *Bilan*
- *Comparaisons et mise en perspective*

12.2.1.2. Organisation interne d'un atelier de réduction directe romain ... 495
12.2.2. Approvisionnement en matières premières ... 497
12.2.2.1. Les matières premières à disposition : minerai de fer et bois dans le Bas Maine ... 497

- *Les minerais de fer*
- *Le boisement*

12.2.2.2. Les relations des ateliers de réduction directe avec leurs ressources en matières premières 499

- *Le minerai*
- *Le combustible*

12.2.2.3. L'impact économique 504

12.2.3. Les opérations de post-réduction 505

12.2.3.1. L'absence des vestiges de post-réduction 505

12.2.3.2. La sidérurgie en milieu urbain : l'exemple de Jublains 505

12.2.4. Les données sur l'organisation de la production sidérurgique dans le Bas Maine avant et après la période romaine 508

12.2.4.1. Protohistoire 508

12.2.4.2. Moyen Âge 509

12.3. LES HOMMES DU FER 511

12.3.1. Les opérateurs de la réduction directe et les forgerons urbains à l'époque romaine 511

12.3.2. Les férons médiévaux 512

12.3.3. Les responsables de la production 512

12.4. LA PLACE DE LA SIDÉRURGIE DANS LE TERRITOIRE : L'EXEMPLE DU BAS MAINE 514

12.4.1. Tableau chronologique de la production sidérurgique dans le Bas Maine 514

12.4.1.1. Un temps fort : l'époque romaine 514

12.4.1.2. Une sidérurgie médiévale discrète mais active 516

12.4.2. La sidérurgie dans le territoire 517

12.4.2.1. Les contraintes techniques 517

12.4.2.2. Les contraintes économiques 518

12.4.2.3. Les contraintes sociales 521

Conclusion 527

Glossaire 531

Liste des figures 537

Abréviations courantes 546

Sources 547

Bibliographie 551

VOLUME 2

Annexe 1 : sources écrites

Annexe 1.1 : charte 118 du cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de la Roë 583

Annexe 1.2 : acte 177 des titres de l'abbaye de Rouez-en-Champagne 585

Annexe 1.3 : acte 233 des titres de l'abbaye de Rouez-en-Champagne 586

Annexe 1.4 : extrait de SURVILLE 1920 : 39-40 587

Annexe 1.5 : papier de la Myniere de Beaumont n°998 588

Annexe 1.6 : monographie de Saint-Denis-d'Orques par Victor Gomer (1935) 589

Annexe 2 : informations sur le minerai de fer de la zone d'étude 591

Annexe 3 : inventaire des indices et sites liés à la métallurgie du fer dans le Bas Maine 601

Annexe 3.1 : inventaire des sites et indices de site de la zone d'étude 603

Annexe 4 : datations radiocarbones 751

Annexe 4.1 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site de "Bel Orient" à Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne) 753

Annexe 4.2 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site de "La Coulée du Gué" à Montreuil-le-Chétif (Sarthe) 754

Annexe 4.3 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site des "Harnas" à Saint-Loup-du-Dorat (Mayenne) 755

Annexe 4.4 : datation radiocarbone d'un charbon de l'us 2031 du site de "Roche Brune" 756

Annexe 5 : analyses chimiques 757

Annexe 5.2 : tableau de correlation des élements-traces entre scories 771

Annexe 5.3 : tableau de calcul des indices de saturation en fer 773

Annexe 5.4 : analyse de composition de l'objet 2038.1 de "Roche Brune" 775

Annexe 5.5 : analyse de composition de l'objet 6238.10.1 du "Taillis des Boissières" 781

Annexe 6 : données sur les vestiges sidérurgiques de Jublains 783

Annexe 7 : examens métallographiques 799

Annexe 7.1 : les culots de post-réduction du "Taillis des Boissières" 801

Annexe 7.2 : les battitures du bâtiment 4 du "Taillis des Boissières" 807

Annexe 7.3 : examens d'objets en fer de "Roche Brune" 824

Annexe 7.4 : examens d'objets en fer du "Taillis des Boissieres" 830

Remerciements

Mes premiers remerciements vont à A. Ferdière et à N. Dieudonné-Glad : A. Ferdière a accepté de m'encadrer depuis la maîtrise et m'a fait profiter de ses conseils nombreux et avisés et de son expérience ; N. Dieudonné-Glad m'a initié à l'étude des vestiges sidérurgiques et m'a introduit dans le petit monde des spécialistes de la sidérurgie ancienne. Je leur suis, à tous deux, infiniment reconnaissant.

Ma gratitude va également aux membres du jury qui ont accepté de lire et de juger mon travail. En espérant qu'ils l'aient apprécié.

J'ai bénéficié d'une allocation de recherche qui m'a permis de me consacrer à plein temps à ce travail pendant trois ans (2004-2007). Cette thèse a été préparée dans le cadre du Laboratoire Archéologie et Territoires, au sein duquel j'ai appris et je me suis formé à la recherche. Que tous les membres du LAT soient ici remerciés.

Les pages qui suivent n'auraient sans doute pas le même poids, ni la même richesse de détail sans l'apport d'un passionné, M. Hubert, qui depuis maintenant près de dix ans sillonne le Maine à la recherche de scories*. Il a participé à chaque étape de la réalisation de cette thèse. Je lui dois beaucoup et je le remercie.

La présente recherche n'a pas été menée de manière isolée : elle a été intégrée à deux programmes collectifs et elle a reçu le soutien financier et/ou matériel du Ministère de la Culture (SRA Basse-Normandie et Pays-de-la-Loire), trois départements (Mayenne, Orne, Sarthe), une communauté de communes (celle du Pays de Sillé), du syndicat du Pays de Haute Sarthe et deux entreprises mécènes (la SAUR et la SOGEA). De très nombreuses personnes ont donc été impliquées dans ce travail et je commence par remercier ceux que j'aurais pu oublier dans les paragraphes qui suivent.

Mes remerciements vont en particulier B. Mandy et F. Fichet de Clairfontaine, les deux conservateurs régionaux, qui ont accordé les autorisations administratives assorties de subventions nécessaires aux travaux de terrain, ainsi que Nelly Le Meur, ingénieur au SRA de Nantes, qui a suivi mes dossiers depuis quatre ans.

Je tiens également à exprimer toute ma reconnaissance à J. Naveau, A. Bocquet, E. Madigand, E. Paillot et S. Morin du service Patrimoine du Conseil Général de la Mayenne, qui m'ont accueilli à Jublains et m'ont donné toute la documentation nécessaire à la réalisation de ce travail. Ils ont en outre

mis à ma disposition un hébergement qui a servi de base de prospection et m'ont ouvert les portes du dépôt archéologique départemental.

Toute ma gratitude va à K. Gruel, co-responsable du PCR sur la Sarthe, qui m'accueilli au sein de son équipe et a permis la réalisation de la fouille du site de "Roche Brune". J'ai bénéficié grâce à elle des moyens techniques du CAPRA. Je remercie, parmi l'équipe d'Allonnes, V. Bernollin, S. Cormier et C. Loiseau pour leur accueil et leur disponibilité.

D. Béziat et M.-P. Coustures m'ont reçu dans le cadre de l'ACI "histoire de la métallurgie" dans les locaux du LMTG du CNRS à Toulouse. Certains passages de cette thèse doivent beaucoup aux conversations que j'ai partagées avec eux durant mes séjours toulousains. Merci à tous les deux.

J'ai également bénéficié, grâce à N. Dieudonné-Glad, d'un accès aux locaux et à l'appareillage du LMPM de l'ENSMA. Je remercie donc les responsables de cette équipe d'avoir permis à un archéologue d'entrer chez les ingénieurs. Ma reconnaissance va notamment à M. Jouiad et J. Cormier qui ont accepté de donner de leur temps pour simplifier mon séjour et m'ont fourni l'accès à des outils auxquels je n'aurais pu prétendre (analyses EDS-MEB par J. Cormier).

C'est bien entendu les travaux de terrains qui ont mobilisé le plus de personnes et de partenaires. Les trois campagnes de prospection ont reçu le soutien financier des conseils généraux de la Mayenne, de la Sarthe et de l'Orne. J'ai déjà exprimé ma reconnaissance envers l'équipe de Jublains ; celle-ci va également aux services départementaux du Patrimoine de la Sarthe (H. de Colombel) et de l'Orne. Le conseil général de la Sarthe a également participé au financement de la fouille du site de "Roche Brune". Celle-ci n'aurait par ailleurs sans doute pas pu être réalisée sans le soutien de M. Quillet, président de la communauté de communes du Pays de Sillé, et de son chargé de mission, P. Mahouet. Ce sont eux qui m'ont introduit auprès des autres partenaires locaux de cette opération : J.-M. Laborde, gestionnaire de la cité scolaire P. Scarron qui nous a accueilli durant deux étés, A. Roquet pour la SAUR, N. Pottier pour le syndicat du Pays de Haute Sarthe, M. Lemonnier pour la SOGEA. Je les remercie tous de leur aide et de leur patience.

Mes remerciements vont également à tous les bénévoles qui ont participé à cette aventure. Je vais tenter de tous les citer : Hicham Abou Chabana, Wael Abu-Azizeh, François Airaud, Julie Alard, Julie Anctil, Samy Ataya, Alix Baëtens, Sylvie Barrier, Cécile Bébien, Sophie Bédanne, Cécile Bertin, Mathilde Bertrand, Pierre Bodet, Coralie Branchu, François Capron, Justine Cartieri, Élie Castagnet, Carole Chaigneau, Sébastien Chauvin, Laureline Cinçon, Marie-Denise Dalayeun, Pierre Dabek, Clarisse Delage, Marion Delannoy, Estelle Delmas, Manoël Derenne, Louis De Weyer, Aurélien Dordes, Arthur Enoch, Elise Fécamp, Alexandra Finet, Caroline Font, Camille Grandjean, Jonas Jacquel, Étienne Jaffrot, Nadège Jouannet, Thomas Lafosse, Marie Lagrange, Emmanuel Le Gemble, Benjamin Lefèvre, Océane Lierville, Yann Lozahic, Coraline Luzet, Flore Marteaux, Chloé Martinier, Sarah Mercier, Laëtitia Noël, Pauline Nuviala, Jean-Charles Oillic, Marine Pajon-Héron, Pierre Papin, Maryse Parisot, Benoît Pescher, Chloé Poirier-Coutansais, Emeline Quilez, Alexandre Régnard, Christine Rimbert, Emilie Roux, Grégory Salomé, Jean-Claude Sarreste, Jocelyn Sarreste, Samira Torki, Jessica Vinsonnaud, Anaëlle Weiss et Suzie Wu.

Mes pensées vont bien sûr à ma famille qui, depuis plusieurs années, soutient et participe à mes biens étranges occupations. Pour finir, je voudrais remercier mes amis pour leurs encouragements et pour avoir subi les doutes de ces derniers mois de rédaction : merci à Anaïs, Benoît, Cécile, Chloé, Emilie, Étienne, François, Marie D., Marie L., Pierre et à tous ceux que j'oublie, pardon.

Avertissement

Ce travail se partage en deux volumes, le premier contenant le texte et les illustrations, le second, les annexes. Les références bibliographiques ont été faites selon une adaptation du système Harvard utilisé par la *Revue Archéologique du Centre*[1]. Les appels dans le texte sont donnés sous la forme "AUTEUR année de publication : page(s)" et renvoient à la liste alphabétique des références développées fournies à la fin du premier volume, exceptés les archives et les publications de textes anciens reportées dans la liste des sources.

Un glossaire des termes spécialisés est fourni à la fin de ce volume. Les mots qui y figurent sont marqués d'un astérisque lors de leur première apparition dans le texte (à l'exception des titres et du sommaire).

Sauf mentions contraires, les figures sont de l'auteur. Les illustrations sont toutes appelées "figure" quelle que soit leur nature (tableau, image, diagramme) et sont numérotées de façon continue dans les deux volumes. Une liste des figures est donnée à la fin du présent volume.

Le développement des abréviations utilisées dans le texte et la bibliographie est reporté sous forme d'une liste avant les sources.

[1] http://racf.revues.org/index920.html

Introduction

L'ancienne province du Maine a connu une sidérurgie florissante entre le XVIIe et le XIXe s. Les hauts fourneaux, dont le premier daterait ici de l'extrême fin du XVe s.[2], se sont multipliés dans la région dans la seconde moitié du XVIe s. Ce n'est qu'avec les accords commerciaux avec le Royaume-Uni, signés en 1862, que les fontes* au coke venues de Grande Bretagne ont concurrencé les productions françaises et entraîné la fermeture successive des usines de la région. Les traces de cette sidérurgie moderne et contemporaine sont encore bien visibles. Les étangs, digues et parfois les bâtiments de ces usines nous sont parvenus. Leur étude a même récemment fait l'objet d'une publication du Service de l'Inventaire, plaçant ainsi le Maine aux côtés de régions sidérurgiques réputées comme la Normandie, la Franche-Comté et le pays de Châteaubriant (BELHOSTE, ROBINEAU 2003).

Cependant, les antécédents de cette métallurgie étaient jusqu'ici peu connus. Le chapitre introductif du *Cahier de l'Inventaire* consacré au Maine mettait en avant les découvertes de l'autoroute A28, sorte d'îlot de connaissance au milieu d'une région presque totalement inexplorée (BELHOSTE, BOUVET 2003). Les cartes établies à cette occasion par J.-P. Bouvet mettaient en évidence les carences d'une documentation vieille, pour l'essentiel, de près d'un siècle (*ibid.* : 33, 36 et 42). Ainsi, l'auteur avait recours à la cartographie des toponymes "Ferrière", "Forge" et "Minerai" pour rendre compte de l'importance de l'activité sidérurgique, dans une démarche proche de celle utilisée jadis pour restituer l'occupation du sol (*ibid.* : 25-26).

Pourtant, dès le XIXe s., le premier recensement des sites métallurgiques anciens dressé par A. Daubrée à l'échelle nationale, mentionnait les départements de la Sarthe et de la Mayenne (DAUBRÉ 1868 : 307-309). Mais, au contraire de certaines régions sidérurgiques connues, comme le Berry, la Puisaye ou le Jura Suisse, le Maine n'a pas fait alors l'objet d'une étude sur ce sujet. Les mentions de scories se sont retrouvées dispersées dans des dizaines d'ouvrages, notes et autres articles. Il a fallu une découverte exceptionnelle pour les sortir de l'oubli (BOUVET 2001a ; 2001b).

Il y a maintenant un peu plus de dix ans, les travaux archéologiques préventifs menés sur le tracé de l'autoroute A28, au nord du Mans, ont permis la mise au jour d'un ensemble de sites sidérurgiques (BOUVET 2001b ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; CABBOÏ *et al.* 2007). Ces recherches ont mis en lumière l'ancienneté et la pérennité de cette activité, du début de la période de Hallstatt à l'époque romaine et même jusqu'à l'époque contemporaine pour les mines de fer. Les vestiges étudiés fournissaient, pour la première fois, des informations sur les techniques utilisées dans l'ouest de la

[2] Bail à ferme de juin 1494 concernant le site de Chemiré autorisant le creusement d'un étang pour y "faire forge ou forge à fer" (AN : Q[1] 1032 ; BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 60-61).

France, ébranlant ainsi les idées acquises sur l'implantation et la diffusion de la métallurgie du fer sur le territoire national. L'apport inestimable de ces découvertes se trouvait néanmoins limité par leur emprise. L'essentiel se concentrait en effet sur un tracé étroit et d'à peine plus de 10 km de long.

Dans le même temps, la découverte de deux ateliers de forge, dans l'agglomération antique de *Noviodunum*/Jublains (Mayenne), passait presque inaperçue (fouilles de "La Grande Boissière" CHUNIAUD, NAVEAU 1996 ; 1998 ; BOCQUET 1999a ; 1999b ; 2002 ; BOCQUET *et al*. 2004). Pourtant, ces installations n'étaient pas les premières à témoigner des activités métallurgiques qu'a connues la capitale des Diablintes. En effet, depuis 1865, les mentions récurrentes de scories de fer, de réduction et de forge, attestaient la forte activité sidérurgique de la ville et laissaient penser qu'une zone de production devait se situer à proximité immédiate (BARBE 1865 ; LAMBERT 1865).

Ce sont ces deux découvertes qui sont à l'origine du présent travail. La première permettait de présumer l'existence, dans la région, de zones de production importantes et encore mal cernées. La seconde fournissait l'occasion d'aborder les vestiges de l'ensemble de la chaîne opératoire, de l'extraction du minerai à la forge, entre ville et campagne.

L'évaluation du potentiel archéo-métallurgique de la Mayenne a fait l'objet d'un mémoire de DEA qui avait pour but d'esquisser une première carte des sites de réduction autour de l'agglomération antique de Jublains (SARRESTE 2004a). Les dépouillements bibliographiques et les données du Service Régional de l'Archéologie (SRA) ont surtout mis en évidence l'absence de recherches sur ce sujet. Heureusement, M. Hubert, érudit éclairé, m'avait devancé et avait commencé, dès 2000, à pointer les sites à scories. Ces précieux travaux inédits, menés en dehors des cadres de recherches classiques, ont servi de base à la présente étude. Ce premier inventaire mettait en lumière l'abondance des vestiges de la réduction directe* du minerai de fer dans la région. Des ferriers* avaient été reconnus dans plusieurs secteurs et attestaient une sidérurgie ancienne dont les premiers témoins pouvaient, à ce moment, être datés du milieu IIIe s. av. J.-C.[3].

L'essentiel des traces relevait de la métallurgie extractive, c'est-à-dire la production du fer à partir du minerai. Cette première phase de la sidérurgie met en œuvre des matières premières dont l'exploitation a des retentissements sur l'environnement et sur le paysage. Elle influe également sur la structuration du tissu d'occupation du sol et sur l'économie d'un territoire. Elle peut connaître des niveaux de développements très divers, du bas fourneau* à usage unique au centre de production occupé pendant plusieurs siècles et mettant en œuvre plusieurs unités structurées autour de batteries de fourneaux. Ce qui témoigne de ces activités sont les scories. Là où les minières* se sont comblées, où les charbonnières ont disparu, les ferriers restent les dernières traces de la production ancienne du fer. Leur localisation, leur volume, les spécificités physico-chimiques des déchets qu'ils enferment sont autant d'éléments pour comprendre la place, l'organisation et l'évolution de la métallurgie du fer dans le territoire.

[3] Scorie de réduction directe découverte dans un fossé de la ferme de "La Glanerie" à Athée (Mayenne), datée de La Tène moyenne (MEURET 1998 :15).

La cartographie des sites sidérurgiques ne répond donc pas aux seules questions posées par la présence de scories de réduction à Jublains. L'organisation des ateliers de traitement du minerai, leur datation et les minerais qu'ils exploitaient sont autant d'axes de recherche. La carte dressée par M. Hubert ne permettait pas toujours de qualifier de manière précise les "sites à scories" qu'il avait pointés. Elle laissait néanmoins présumer l'existence dans la région de zones de production, dont les plus importantes dépassaient sans doute les besoins locaux. L'étude de ces secteurs, jusqu'ici insoupçonnés, nécessitait une approche archéologique rigoureuse.

Cette étude s'inscrit, en cela, dans la lignée des programmes de recherches menés depuis les années 1980 sur la sidérurgie ancienne en France et plus largement en Europe de l'Ouest (DIEUDONNÉ-GLAD 1991 ; MANGIN *et al*. 1992 ; PELET 1993 ; SERNEELS 1993 ; LEROY 1997 ; ESCHENLOHR 2001). Les méthodes documentaires, archéologiques et archéométriques utilisées dans le présent travail sont en grande partie issues de ces programmes. Comme dans ces recherches, les objets en fer, terme de la chaîne de production sidérurgique, n'ont pas fait l'objet d'une étude typologique. Ce choix n'est pas anodin. L'étude du mobilier métallique apporte des données sur le niveau social, les activités, les contacts *etc*. que pouvaient avoir les occupants d'un établissement (GUILLAUMET 2003). La présente étude porte quant à elle sur l'organisation de la production du minerai à l'objet, son évolution technique et son implication sociale et économique. Dans ce but, ce sont les ateliers, les zones de production et les centres de consommation qui seront étudiés, non les consommateurs en tant qu'individus. Les objets ne seront pas pour autant totalement écartés de l'étude. À travers eux, ce sont les données sur le métal produit et consommé qui seront recherchées.

Au-delà des sites de productions, ce sont les producteurs qui nous intéressent. Cette frange de la population a échappé jusqu'ici aux recherches : aucun habitat associé à un atelier de réduction n'a été découvert à l'heure actuelle pour la période romaine en Gaule. Aucun document historique, textuel ou épigraphique, ne nous apporte de renseignements sur le statut de ces travailleurs. La mauvaise réputation des artisans véhiculée par les auteurs latins a fait le reste. La fouille d'un des ateliers de notre zone d'étude apporte des éléments nouveaux sur ce sujet.

L'objectif de cette recherche est de mettre en évidence l'important potentiel sidérurgique d'une région qui ne bénéficie que de très rares mentions historiques sur ce sujet. Seule l'archéologie et les disciplines qui lui sont rattachées, regroupées sous le terme d'archéométrie, sont aptes à fournir les données nécessaires à la compréhension de la production du fer sur le temps long. Cette étude mêle pour cela recherches documentaires, travaux de terrain et données de laboratoire. Ces dernières seront intégrées au texte et serviront à la construction du discours historique.

Même si l'essentiel du propos sera consacré à l'époque antique et à la phase de production du fer, l'étude des résidus des activités sidérurgiques sera également l'occasion d'étudier l'intégration de la métallurgie dans le cadre de l'évolution d'un territoire au cours des quelques 23 siècles qui séparent les premiers vestiges de traitement du minerai de fer de l'installation du premier haut fourneau* dans le Maine, marquant le début de la révolution industrielle. Dans cette démarche, l'ensemble des facteurs techniques, sociaux, économiques et environnementaux liés à la production du fer à partir des matières premières naturelles sera abordé.

1ère partie

Présentation du sujet

Chapitre 1
Présentation de la problématique et du cadre technique

1.1. La problématique

La sidérurgie est une activité qui implique la société qui la met en œuvre dans plusieurs domaines. Tout d'abord, l'enchaînement de manipulations qui mène du minerai à l'objet de fer est complexe et connaît plusieurs paliers techniques. Il exige des opérateurs qui exécutent ces tâches un haut niveau de spécialisation, qui les différencie du reste de la population et a, en conséquence, un retentissement sur l'organisation de la société (DOMERGUE 2004a). L'étude de la place de ces sidérurgistes s'intègre donc dans une perspective d'histoire sociale. Ce n'est d'ailleurs pas le seul aspect des recherches sur la sidérurgie qu'on peut placer dans ce domaine : ainsi, en fonction de l'importance accordée à la production de fer par l'autorité, celle-ci peut mettre en place un encadrement spécifique par et pour elle-même, faisant appel à des intervenants représentant l'autorité publique ou en mettant à contribution les propriétaires fonciers et/ou les exploitants, si ce ne sont pas les mêmes. Ces individus, quel que soit leur statut, font partie d'une population liée à la production du fer.

Par ailleurs, la maîtrise successive de différents procédés constitue le reflet de l'évolution du niveau technique atteint par la population étudiée, soit qu'elle l'ait acquise soit par elle-même soit par transfert. Pour l'archéologue, la manifestation de l'acquisition de nouvelles techniques est la découverte de résidus et de structures différents. L'étude des vestiges sidérurgiques replacés dans leur contexte chronologique nous renseigne donc sur la diffusion des techniques à travers le temps et contribue ainsi à leur histoire.

En outre, la sidérurgie entraîne la création de biens qui, en fonction de l'organisation économique de la société, sont l'objet d'une simple consommation domestique, d'échange et/ou de commerce entraînant ou non taxation et enrichissement. La sidérurgie peut donc être le sujet d'une étude économique visant à évaluer la part prise par la production du fer au sein d'un territoire ou la place de ce type d'activité au sein d'un site.

Enfin, la sidérurgie met à contribution le milieu naturel, exploitant le minerai et le bois nécessaire à la confection de charbon. Elle a donc un impact environnemental. Mais, au-delà de cet aspect écologique, l'approvisionnement d'un atelier suppose la disponibilité des terrains nécessaires à l'extraction de minerai mais aussi à la collecte du bois. La sidérurgie s'inscrit donc dans la trame d'occupation du territoire. De l'obtention du métal par traitement du minerai à la fabrication d'outil,

elle peut ainsi prendre place soit au plus près de ses matières premières, soit au contact des consommateurs, soit dans une position intermédiaire, définie par la combinaison des facteurs évoqués ci-dessus. Le territoire dans lequel sont parties prenantes les premières phases de production du fer (extraction et réduction) est ainsi à la fois tributaire de facteurs environnementaux et techniques (présence de matières premières, conformation du terrain pour l'installation de l'atelier), sociaux (propriété foncière, position par rapport à une limite administrative) et économique (proximité d'une voie d'échange, terrestre ou fluviale, ou d'un marché). Ces trois aspects sont les plus souvent évoqués pour expliquer l'implantation d'un atelier de traitement du minerai de fer et constituent parfois, pris séparément, des déterminismes un peu trop systématiques. Or la situation est sûrement plus complexe et doit mêler intimement ces facteurs. À l'autre extrémité de la chaîne, le travail du fer, la confection d'objets et leur entretien/réparation/recyclage peuvent se faire au plus près du consommateur et ce dans le cadre domestique ou dans celui d'un échange commercial ou de service, par exemple au sein d'une agglomération. L'étude de la production du fer à l'échelle régionale ne peut donc s'envisager sans une approche spatiale des sites, celle-ci étant l'aboutissement de questionnements techniques, sociaux et économiques. C'est cet accès par le territoire qui est au cœur de ce travail.

On peut donc exprimer la problématique centrale de cette recherche en une phrase : étudier la place de la métallurgie du fer dans l'histoire technique, économique et sociale d'une région à travers l'exemple d'une ville et de son territoire. Cette approche peut paraître ambitieuse – voire démesurée – à l'aune des travaux nécessaires au simple établissement de la carte paléosidérurgique. Toutefois, comme on le verra, l'étude minutieuse de la répartition des sites, des résidus et des traces laissés par l'activité sidérurgique permet d'avancer des éléments sur des thèmes dépassant les seuls aspects techniques liés à la chaîne opératoire menant du minerai à l'objet fini.

1.2. Les questionnements

Ce second sous-chapitre vise à poser les questions qui découlent de la problématique générale exposée ci-dessus. Elles sont présentées ici de façon sommaire, les connaissances acquises et l'état de la recherche faisant l'objet du second chapitre. Les données recueillies pour la présente étude concernent essentiellement la phase de production du fer à partir du minerai : c'est donc cette étape qui est au cœur des questionnements.

1.2.1. Implantation et évolution de la sidérurgie ancienne : perspectives techniques

La méthode directe d'obtention du fer est une filière technique complexe qui peut présenter de très nombreuses variantes. La principale distinction possible est fondée sur la morphologie des déchets obtenus, entre scories piégées et scories coulées par exemple (cf. 1.3.4.1.). Cependant, au sein de ces groupes, il existe des sous-ensembles, des faciès de scories qu'il reste encore largement à interpréter. La description de la morphologie des déchets rencontrés à l'échelle d'un territoire assez vaste est donc nécessaire à la compréhension des éventuelles mutations de la filière technique, que la seule cartographie des sites de réduction ne suffit pas à restituer.

La mise en parallèle de la datation des sites avec les différents faciès de scories constitue une piste pour l'établissement d'une chronologie des différentes morphologies de déchets et des techniques éventuellement correspondantes. La production du fer par réduction directe utilise, par exemple, uniquement des bas fourneaux à scories piégées de Hallstatt jusqu'à La Tène Moyenne, date à laquelle apparaissent des structures à écoulement de la scorie. Ceci n'empêche pas des chevauchements de ces deux techniques. Parmi les différents faciès reconnus sur le terrain, il est donc sans doute possible de distinguer une évolution chronologique.

1.2.2. Perspectives économiques

1.2.2.1. Échelle et organisation de la production

- Organisation interne des ateliers de réduction

Le nombre d'ateliers de réduction directe du fer fouillés et publiés en France, et même plus largement sur le territoire des Gaules et des Germanies, est encore peu important. On commence à percevoir des traits communs dans l'organisation générale des sites en fonction de certaines périodes, mais les données sont encore très lacunaires du point de vue géographique et chronologique. L'acquisition de nouvelles données sur l'organisation interne des ateliers de réduction directe est donc un point important à développer au sein d'une étude régionale.

Ce questionnement s'organise autour de plusieurs interrogations d'ordre technique et économique : combien y avait-il de bas fourneaux ? Étaient-ils contemporains ? Comment étaient-ils construits ? Quel était le rendement de l'opération ? Quel volume de métal a été produit ? En combien de temps ? D'où venaient le minerai et le combustible ? Y a-t-il eu extraction et traitement minéralurgique sur place ? Les réponses à ces questions permettraient de mieux rendre compte du niveau de spécialisation de ces installations, mais également de chiffrer leur production et ainsi poser les premiers jalons d'une approche économique de la sidérurgie ancienne pour la région concernée.

- Les zones de production sidérurgique

Cette perspective économique doit également être abordée pour les zones où se groupent un nombre notable d'ateliers. La principale difficulté pour comprendre la dynamique de ces concentrations est le fort étalement dans le temps des activités. La proximité de sites de réduction ne permet pas d'en déduire l'existence d'un groupement d'ateliers travaillant simultanément, sous le commandement d'un même propriétaire ou non. Une fois cernées ces zones de production, il faut donc en comprendre la logique, la chronologie et l'importance. La répartition des sites les uns par rapport aux autres (densité), leur volume, leurs caractéristiques morphologiques (implantation topographique, forme, faciès des déchets) sont autant de pistes pour essayer de percevoir, au sein des concentrations, des ensembles cohérents, suceptibles de former des entités synchrones regroupant plusieurs ateliers.

La question de la traçabilité* des objets en fer à partir des inclusions de scorie qu'ils contiennent repose sur la caractérisation chimique des zones de production. Les analyses de minerais et de scories de ces secteurs constituent par conséquent une étape essentielle au développement d'un référentiel le plus large possible des zones de production connues. Cette démarche se heurte à de nombreux obstacles méthodologiques et techniques mais semble être une piste intéressante (COUSTURES *et al.* 2003 ; 2006 ; 2007 ; COUSTURES, BÉZIAT, TOLLON 2004). La réalisation d'analyses sur un échantillonnage de sites de réduction sélectionnés sur un vaste territoire est donc un moyen de définir les potentialités et limites d'une telle recherche.

1.2.2.2. La sidérurgie entre ville et campagne

La chaîne opératoire sidérurgique est longue et complexe. Ses étapes peuvent être concentrées dans un seul atelier ou s'égrener sur plusieurs sites. Il faut distinguer ici deux phases essentielles : celles d'extraction et de traitement du minerai – les plus nombreuses dans le corpus réuni ici –, qui réclament des ressources en matières premières, nécessitent des installations importantes et produisent des déchets en grande quantité, et celles de post-réduction* qui peuvent être faites à moindres frais dans des structures moins importantes – et encore peu représentées dans le Bas Maine –. Dans ce cadre, la dichotomie ville/campagne joue un rôle important. En effet, la production à grande échelle semble être spécifique du milieu rural. Ceci n'exclut pas, bien sûr, les activités de post-réduction dans les fermes et autres installations rurales ; leur caractérisation reste cependant encore largement à faire (épuration*, forge d'élaboration, entretien ?). En revanche, la place des activités sidérurgiques dans les agglomérations de premier rang (capitales de cité antique par exemple) n'est pas encore clairement

établie. On y a reconnu à plusieurs reprises des travaux de forges mais la présence d'une phase de réduction n'y a pas encore été démontrée. L'étude de structures sidérurgiques urbaines et de leurs déchets est donc nécessaire pour préciser les activités réalisées en ville (réduction ponctuelle ou seulement post-réduction). La découverte de scories de réduction en milieu urbain doit être expliquée et leur origine prouvée, avant d'envisager un traitement sur place de minerai de fer. Dans ce cadre, la composition chimique des déchets est une bonne piste pour établir un éventuelle relation avec des ferriers environnants et préciser le lien entre ville et campagnes pour l'approvisionnement en fer.

1.2.3. Perspectives sociales

1.2.3.1. Ceux qui produisent

Les artisans sidérurgistes constituent une part des populations anciennes qui nous échappent encore en grande partie. L'acquisition de données concernant ces protagonistes est rendue difficile par l'absence récurrente de mobilier sur les sites de production fouillés ces dernières années. Pourtant, certains sites livrent en surface d'importante quantité de céramiques. L'étude de ce mobilier est un premier élément pour définir le niveau social de ces opérateurs et comprendre leur intégration dans la population locale. Ces informations sont toutefois à manier avec prudence, les risques de sur-intérprétation étant importants.

1.2.3.2. Ceux qui encadrent

Ceux qui encadrent la production du fer ont, de tout temps, laissé le plus de témoignages : les riches aristocrates des tombes bituriges, les quelques administrateurs des mines de fer des Gaules, quel que soit leur niveau, ou encore les seigneurs laïcs ou religieux, possesseurs de mines et de forges, connus par les textes médiévaux. Pourtant, dans la plupart des cas, on ne connaît pas leur résidence, ni leur relation exacte avec la production. Pour la Gaule romaine, on peut supposer que des maillons importants de la chaîne d'encadrement de la production nous manquent, entre l'administrateur impérial basé à Lyon et les ateliers ruraux dispersés sur le territoire des provinces. Où résidaient ces hommes ? Qui étaient-ils ? Quels étaient leurs liens avec les ateliers de réduction ? L'étude de l'environnement archéologique de zones de production cohérentes et synchrones peut sans doute apporter des éléments dans ce domaine social, jusqu'ici très peu abordé.

1.2.4. Répartition des sites et zones de production sidérurgique : perspectives spatiales

1.2.4.1. La place de la production sidérurgique dans la trame d'occupation du territoire

On l'a vu, l'implantation d'un site de réduction répond schématiquement à trois types de contraintes : celles imposées par la nature et qui répondent à des besoins techniques, celles dépendant de facteurs sociaux et enfin celles économiques. La position d'un site de réduction dans le territoire est

donc le témoignage de la part prise par chacun de ces facteurs dans l'installation d'un atelier à une époque donnée. L'étude de la répartition des sites peut donc apporter des informations très diverses.

Les contraintes environnementales et techniques sont essentiellement liées à l'approvisionnement de l'atelier en matières premières (minerai et charbon de bois) mais aussi à la disponibilité sur place de matériaux de construction pour le four (argile et eau) et enfin à une conformation topographique favorable du site (pente pour l'encastrement du bas fourneau). Parmi les matières premières, le bois, nécessaire en plus grande quantité que le minerai, joue sûrement un rôle prédominant. La proximité ou non de ressources en minerai de fer peut donc être un bon indicateur des priorités des sidérurgistes anciens. Le transport de minerai vers l'atelier peut ainsi s'expliquer par la présence de bois à proximité du site de réduction et/ou d'autres critères (qualité, teneur). On peut donc se demander si les ateliers sont partout installés sur une formation contenant du minerai de fer. Si la réponse est négative, cet éloignement peut en partie être expliqué par des contraintes techniques (essentiellement liées à l'approvisionnement en combustible), sociales comme la propriété des terres, l'encadrement administratif de la production ou de règles fiscales (impôt direct ou indirect) en fonction des territoires et des périodes (rôle des frontières administratives ?).

Les facteurs économiques sont liés à l'écoulement de la production. Ainsi, l'étude de la relation des sites de réduction par rapport aux voies de circulation, terrestres ou fluviales, aux sites de consommation, qu'ils soient ruraux – installations agricoles (fermes, *villae*) – ou urbains – villes et agglomérations –, ou à d'autres types d'implantations peut permettre une meilleure compréhension de la situation de ceux-ci. En outre, la gestion de la production sidérurgique peut, en fonction des périodes, connaître des situations très variées. La présence d'installations rurales à proximité d'un site de réduction unique ou d'un groupe de ferriers homogènes est une première piste pour comprendre le mode de gestion de la production (production domaniale ?). Plus largement, la position des sites de traitement du minerai de fer dans la trame d'occupation du sol peut apporter des informations sur la place qu'ils occupaient dans le réseau social : ces ateliers étaient-ils dans des secteurs occupés ou au contraire isolés ?

1.2.4.2. Une documentation lacunaire

Enfin, une étude régionale sur la sidérurgie ancienne permet de combler une lacune dans la cartographie des vestiges anciens de cette activité. Il ne s'agit pas ici à proprement parler d'un questionnement mais seulement d'un apport à la connaissance archéologique d'une région et d'un domaine d'étude. En effet, les recherches menées depuis les années 1970 ont permis de cerner de manière fine des secteurs de production sidérurgique anciens en France et plus largement sur une aire géographique allant des Pyrénées au Rhin. Citons, entre autres, les travaux effectués par l'équipe de M. Mangin pour le Morvan-Auxois ou encore les résultats des travaux de thèse de N. Dieudonné-Glad pour le Berry, de M. Leroy pour la Lorraine et dernièrement de L. Eschenlohr pour le Jura Suisse (MANGIN *et al*. 1992 ; 2001a ; DIEUDONNÉ-GLAD 1991 ; LEROY 1997 ; ESCHENLOHR 2001). Néanmoins, ces études ne couvrent souvent que des secteurs restreints et disjoints, éclairant de manière ponctuelle le territoire. La carte établie par V. Serneels et M. Mangin en 1996, et

régulièrement actualisée depuis, notamment par M. Leroy, n'est que le reflet des activités des chercheurs spécialisés ou des découvertes fortuites plus que de la réalité (MANGIN 1996a ; SERNEELS, MANGIN 1996 ; LEROY 2001 ; MANGIN 2004a : 12-13 et fig. 3). Ainsi, certains des secteurs enregistrés ne sont connus que par quelques sites découverts en contexte préventif ou par des mentions bibliographiques anciennes.

L'ouest de la France est, dans ce cadre, resté longtemps à l'écart des développements de la recherche sur la sidérurgie ancienne. Ce retard est en grande partie dû au hasard de l'implantation des centres de recherches spécialisés et des chercheurs. En outre, la perception de ces zones de production à l'échelle du territoire national est encore très floue. Les cartes établies depuis le début des années 1990 ne rendent pas compte de la surface réelle de ces secteurs et très peu d'entre eux ont fait l'objet d'une publication permettant de prendre conscience du nombre de sites recensés ou de leur densité. Les cas les mieux connus sont ceux du Morvan-Auxois, de la Montagne Noire, de la région d'Allogny et d'*Argentomagus* dans le Berry, du Jura Suisse et de la Lorraine (MANGIN *et al*. 1992 ; DOMERGUE *et al*. 1993 ; *et al*. 2000 ; DOMERGUE, JARRIER, TOLLON 1999 ; DECOMBEIX, FABRE, RICO 2001 ; DIEUDONNÉ-GLAD 1991 ; 1992 ; LAÜT 1994 ; *Agriculteurs*… 1993 ; ESCHENLOHR 2001 ; LEROY 1997) mais de très nombreux autres secteurs sont connus ou soupçonnés, sans qu'on puisse encore en définir l'importance : c'est le cas de la région de La Bazoge (Sarthe), qui a été traversée par l'autoroute A 28. Un important travail de recensement reste donc à faire pour mieux cerner ces zones de production et l'établissement de méthodes objectives est nécessaire à leur évaluation.

1.3. La sidérurgie ancienne : notions générales

L'étude des déchets et des produits de la chaîne opératoire sidérurgique fait appel à des notions relativement complexes. Celles-ci ont fait l'objet de plusieurs ouvrages ou synthèses au cours de ces vingt dernières années, fournissant une bibliographie abondante et précise (SERNEELS 1993 ; 1998a ; FLUZIN 1983 ; MANGIN 2004). Ne sont présentés ici que les éléments nécessaires à la compréhension du traitement des données de cette étude.

1.3.1. Le fer métal et ses alliages

À l'état pur, et à température ambiante, le fer est un métal solide, de couleur grise, brillant lorsqu'il est poli (SERNEELS 1993 : 20 ; 2004 : 25-26). Son point de fusion est très élevé, environ 1536°C, mais il peut être déformé à beaucoup plus basse température. Le fer est malléable*, ductile*, tenace* et magnétique. À l'état métallique solide, il existe sous différentes formes cristallines* (appelées variétés allotropiques*). En fonction de cette disposition atomique et de la température, des éléments autres que le fer peuvent prendre une place plus ou moins importante dans le réseau cristallin pour former des alliages*.

Le principal élément d'alliage du fer est le carbone (C). Le diagramme fer-carbone donne une approche des principaux constituants qui se forment à l'état d'équilibre et permet de définir leurs domaines de stabilité en fonction de la température (en ordonnée) et de leur composition chimique (en abscisse) (fig. 1). Les alliages fer-carbone sont classés en trois catégories en fonction de leur teneur en carbone. Le fer est dit "doux" s'il contient moins de 0,02 % de C. De 0,02 à 2 %, il s'agit d'aciers*. De 2 % à 6,7 % de C, c'est le domaine des fontes. Le groupe des aciers, comme celui des fontes, peut être subdivisé en fonction de teneurs spécifiques. Ainsi, les aciers contenant moins de 0,8 % de C (perlite* = eutectoïde*) sont dits hypoeutectoïdes*. Au-dessus de ce seuil, on parle d'aciers hypereutectoïdes*.

La présence d'atomes en alliage influe sur les propriétés physiques du matériau (dureté, malléabilité, ténacité, tenue à la corrosion). Le fer et le carbone forment ensemble une famille d'alliages dont la dureté augmente en fonction du taux de carbone. Ainsi, si le fer doux est très malléable, la fonte est cassante et non forgeable. Les aciers possèdent des propriétés intermédiaires qui évoluent en fonction de leur teneur en carbone. De même, le fer pur est peu sensible à la corrosion, alors que les aciers le sont. D'autres éléments peuvent influer de manière déterminante, positivement ou non, sur la qualité du métal, notamment le phosphore, le soufre et l'arsenic. L'affinité du fer pour le carbone et les possibilités d'alliages quasi infinies en font un des métaux les plus aptes à la fabrication d'outils et d'objets divers.

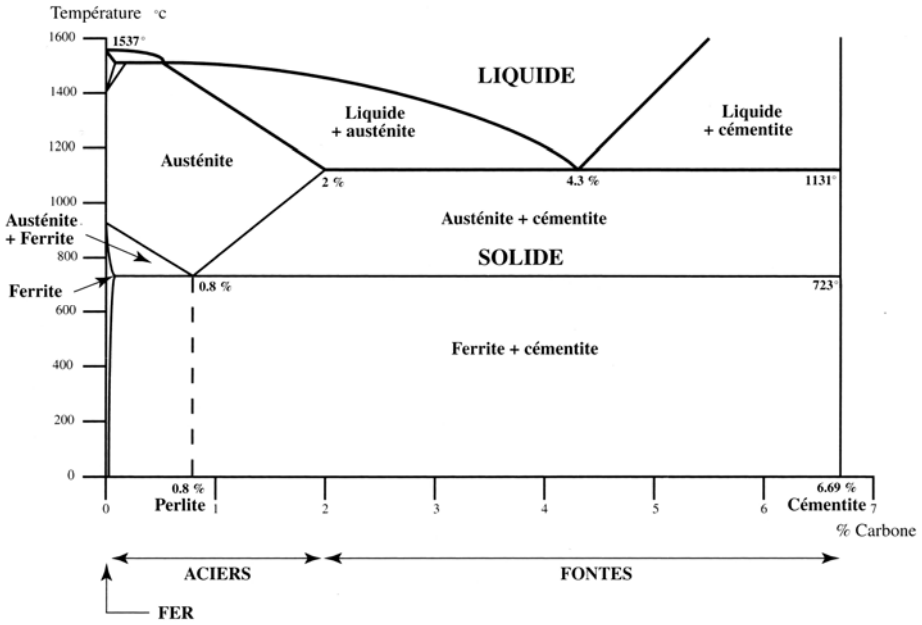


Fig. 1 : diagramme d'équilibre partiel du système fer-carbone (d'après SERNEELS 2004 : 26).

1.3.2. Oxydes de fer et minéraux riches en fer

1.3.2.1. Les oxydes et hydroxydes

Au contact de l'atmosphère, le fer s'oxyde rapidement et entre dans de nombreuses combinaisons. À l'air libre, il forme des oxydes* ou hydroxydes riches en oxygènes (O) : hématite*, goethite*, *etc*. Au contraire, en milieu réducteur, où domine le monoxyde de carbone (CO) par exemple, apparaissent des phases pauvres en oxygènes : wüstite* et magnétite* (SERNEELS 1993 : 22-24). Il existe trois oxydes non hydratés : la wüstite (FeO), la magnétite (Fe_3O_4) et l'hématite (Fe_2O_3). Il existe également des formes hydratées (FeOOH) : la goethite (brune) et la lépidocrocite* (orangée). Les hydroxydes sont les produits typiques des altérations en milieu humide de tous les minéraux contenant du fer (SERNEELS 1993 : 24). Ce sont donc les constituants majeurs des minerais de surface. Ils entrent souvent en combinaison avec de l'hématite et parfois même avec des molécules d'eau et divers minéraux argileux issus de la décomposition de roche contenant du fer. On parle pour ces mélanges de limonite*, qui ne constitue pas à proprement parler un minéral (*ibid*.).

1.3.2.2. Les autres minéraux riches en fer

Le fer peut être combiné, à des teneurs diverses, à de très nombreux éléments pour former des minéraux. Une quinzaine d'entre eux contiennent plus de 25 % de fer et peuvent entrer dans la composition des minerais de fer (SERNEELS 1993 : fig. 28, p. 32). Parmi eux, trois groupes sont importants en sidérurgie ancienne. Il s'agit des carbonates*, des sulfures* et des silicates*.

Les carbonates (sidérite*, chamosite*) et les sulfures (pyrite*, arsénopyrite*) sont essentiellement présents dans les minerais de fer, mais nécessitent toutefois un traitement préalable à leur utilisation pour la sidérurgie ancienne. La dernière catégorie, les silicates, et plus particulièrement le groupe des olivines*, nous intéresse au premier chef (*ibid.* : 24-29). En effet, parmi elles, la fayalite* constitue la majeure partie des déchets sidérurgiques, alors qu'elle est très rare dans la nature (*ibid.*). Les silicates peuvent également être présents dans les minerais.

1.3.2.3. Les minerais de fer

Le fer n'est pas un élément rare. Il est 1 000 fois plus abondant que le cuivre et 25 000 000 de fois plus abondant que l'or (SERNEELS 2007 : 426). C'est le quatrième élément constitutif de la croûte terrestre (5 à 7 %) (FLUZIN 1983 : 18 ; SERNEELS 1993 : 32). Toutefois, le fer n'existe à l'état natif que dans de très rares roches et certaines météorites (BUCHWALD 2005 : 13-38). L'élément fer est donc, le plus souvent, sous forme d'oxyde, mais aussi de carbonate, de sulfure ou de silicate. Ces minéraux riches en fer sont mêlés à d'autres, appelés gangue*. Les formations contenant du fer sont nombreuses, et réparties de façon relativement homogène à la surface de la Terre. Contrairement aux ressources en or, en argent, en étain ou en cuivre, il existe, en Europe, peu de points éloignés de plus de 100 km d'une formation riche en fer (SERNEELS 1998a : 9). Toutefois, toutes ne répondent pas aux besoins de la sidérurgie.

On considère comme minerai des formations riches en fer qui soient techniquement et économiquement exploitables (SERNEELS 2004 : 27-33). La notion de minerai repose donc sur des critères qui sont, par définition, changeants selon les époques et le niveau technique acquis. Ainsi l'exploitation d'un gisement est conditionnée par sa teneur en fer, mais aussi son extension, par la nature de la roche encaissante, la profondeur du filon ou la présence dans la gangue d'éléments chimiques pouvant faire obstacle au traitement du minerai (*ibid.*). Certains gisements utilisés à l'époque moderne n'auraient pas pu satisfaire la sidérurgie ancienne, car le minerai était trop pauvre ou trop profond. Inversement, des poches de minerais de quelques mètres carrés, jugées inexploitables à l'heure actuelle, ont pu être autrefois mises à profit. Ces critères gênent considérablement la définition des ressources à disposition des métallurgistes anciens.

1.3.3. La chaîne opératoire de la métallurgie du fer

"La métallurgie du fer peut être considérée comme une chaîne opératoire, c'est-à-dire une suite d'actes techniques, menant du minerai, jusqu'à l'objet fonctionnel" (SERNEELS 2001 : 270). Dans cette chaîne, on peut distinguer cinq grandes étapes : l'extraction du minerai, les pré-traitements, la réduction, l'épuration et la forge. Ces deux dernières étapes sont regroupées sous le terme d'opérations de post-réduction. On peut ajouter à cette suite d'action, la vie de l'objet, son entretien, ses réparations et son recyclage (fig. 2). Les paragraphes qui suivent n'ont pas vocation à être une présentation détaillée de cette chaîne opératoire : seules les notions qui seront utilisées par la suite sont présentées.

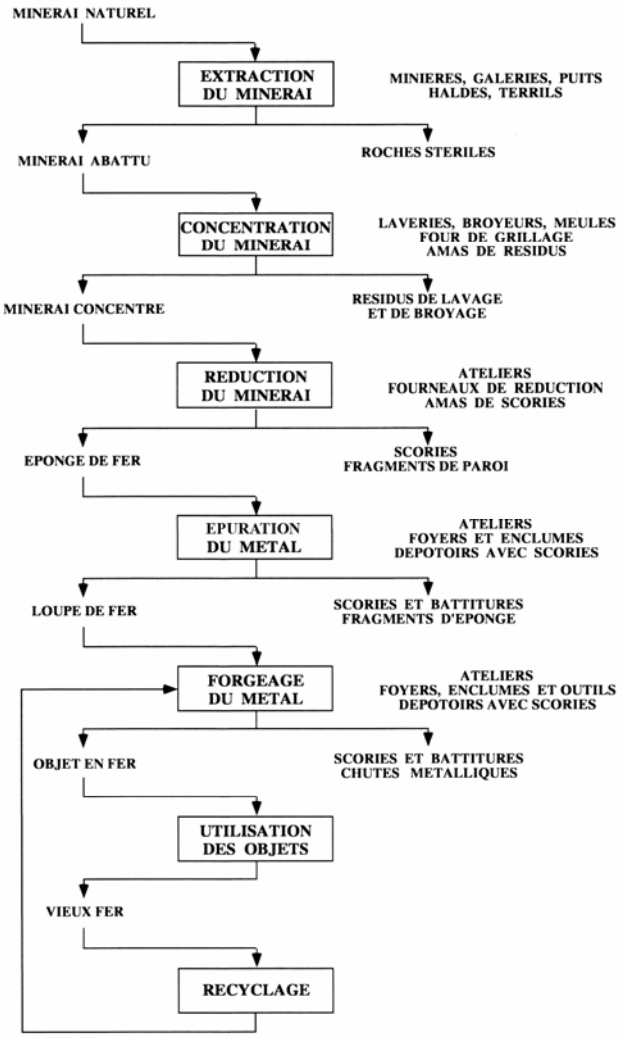


Fig. 2 : schéma technique de la chaîne opératoire de la métallurgie du fer par le procédé direct (d'après SERNEELS 1998a : 19).

1.3.3.1. Extraction et préparation du minerai

Les techniques d'extraction minières sont connues par l'Homme depuis le Néolithique, pour le silex, et ont été améliorées dès l'Âge du Bronze pour l'exploitation de ressources plus rares et plus précieuses telles que l'or, l'argent, le cuivre ou l'étain (CRADDOCK 1995 : 23-92). Le fer est un cas particulier. En effet, que ce soit dans les formations détritiques ou encore par altération de surface des roches sédimentaires ou ignées, les minerais de fer étaient, au début de la métallurgie, abondants et facilement accessibles. Les premiers sidérurgistes ont ainsi bénéficié d'affleurements nombreux, sur lesquels un simple ramassage de surface suffisait à récolter de quoi répondre aux besoins locaux. En outre, leur couleur, rouge (hématite) ou brune (gœthite), facilite leur repérage (SERNEELS 2004 : 35).

Il existe plusieurs formes d'extraction : à ciel ouvert – on parle de minières –, par puits et galeries de faible profondeur ou par extraction profonde supposant des aménagements plus complexes

(boisage*, aérage*, exhaure*). Les minerais de fer, en raison de leur abondance, n'ont pas fait l'objet, durant les périodes anciennes, de travaux miniers importants, ceux-ci étant réservés aux métaux précieux. On ne connaît pas, sur le territoire français, de mines profondes d'époque protohistorique ou romaine dévolues à l'exploitation du fer comparables à celles connues pour l'argent du Laurion (Attique, Grèce) ou l'or d'Espagne et des provinces danubiennes (MORIN, PHOTIADES 2005 ; DOMERGUE 1990 ; CAUUET 2005). Toutefois, cette lacune est peut-être due à l'effacement des traces anciennes par l'exploitation massive des gisements ferrifères durant la période contemporaine. En outre, les techniques minières utilisées pour l'extraction du minerai de fer n'ont, semble-t-il, pas évolué durant l'Antiquité, ni durant les premiers temps du Moyen Âge.

L'extraction fournit un minerai brut, issu de l'abattage* de la roche (qu'elle soit dure ou meuble). Entre la mine et le fourneau, ce minerai subit généralement des traitements visant à améliorer sa teneur et le rendre propre à la réduction. Ces opérations sont regroupées sous le terme de minéralurgie*.

1.3.3.2. Les traitements minéralurgiques

Le minerai issu de la mine est encore pris dans la gangue. Il est généralement humide et contient, en fonction de son origine, des minéraux riches en fer de différentes natures (oxydes, hydroxydes, carbonates, sulfures). Plusieurs opérations permettent d'en améliorer les caractères physique et chimique.

La première étape est un tri du minerai abattu, réalisé dès l'extraction. Il s'effectue selon des critères visuels (couleur) mais aussi de poids (les minerais sont généralement plus lourds que la roche encaissante). Ce premier partage permet d'éliminer les parties contenant peu ou pas de fer, appelés stériles*. Le concassage, effectué le plus souvent à la sortie de la mine, facilite ce tri en isolant des fragments de stérile plus petits. En fonction de la taille des particules ferrugineuses recherchées (cas de nodules ou de pisolithes de diamètre relativement homogène), ce concassage peut être fait grâce à un crible.

Pour les minerais pris dans des sables ou des argiles, le lavage* permet de débarrasser facilement les minéraux ferreux de leur gangue et d'augmenter du même coup leur teneur. Cette opération peut être effectuée dans un simple bac ou dans une mare, grâce à un crible ou un panier en osier. Pour des quantités plus importantes de minerais, des installations hydrauliques sont nécessaires (bassins, canaux, évacuation).

Après ces phases, le minerai peut être passé au feu. Ce traitement thermique, appelé couramment "grillage*" n'est pas obligatoire pour tous les types de minerai. Seuls les carbonates et les sulfures le nécessitent vraiment. Pour ces deux minéraux, l'exposition à des températures de quelques centaines de degrés, en atmosphère oxydante, suffit à éliminer le dioxyde de carbone des carbonates (calcination*) ou le soufre des sulfures (grillage *stricto sensu*) à l'état gazeux. Le fer se combine alors à l'oxygène pour former des oxydes.

Les traitements minéralurgiques jouent un rôle très important. La séparation entre les minéraux riches en fer et la gangue permet une augmentation sensible, voire considérable, de la teneur en fer. Ces opérations ne sont pas toutes réalisées au même endroit. Si le tri commence dès le lieu d'extraction, le lavage est conditionné par la présence d'eau. Grillage et concassage peuvent être associés et réalisés à proximité du fourneau. En fait, il y a autant de cas possibles qu'il y a de type de minerai, de gisement et d'atelier. Une part non négligeable de ces manipulations nous échappe. On peut également imaginer que le minerai peut être stocké durant plusieurs mois à l'extérieur pour l'exposer aux intempéries et ainsi permettre une altération (oxydation) et un lavage naturel. Malheureusement, ce type de pratique ne laisse aucune trace.

1.3.3.3. La réduction

- Deux filières techniques

Après les traitements minéralurgiques, le fer présent dans le minerai se trouve, en théorie, uniquement sous forme d'oxydes, de formule générale Fe_xO_y. Pour obtenir le fer métallique, il faut donc ôter l'oxygène (SERNEELS 1993: 44-45; LEROY, MERLUZZO 2004 : 49). C'est ce qu'on appelle, en chimie, une réduction. Pour obtenir celle-ci, il faut de l'énergie (la chaleur) et un agent réducteur (le carbone). La combustion de charbon de bois dans un milieu semi-clos permet d'obtenir ces conditions. La raréfaction de l'oxygène entraîne alors la formation de monoxyde de carbone (CO), selon ces équations :

$O_2 + C$	→	CO_2 (en milieu riche en oxygène, à la sortie de la tuyère par exemple)
$CO_2 + C$	→	$2\ CO$

Puis intervient la réduction successive des oxydes de fer :

$3\ Fe_2O_3 + CO$	→	$2\ Fe_3O_4 + CO_2$
$Fe_3O_4 + CO$	→	$3\ FeO + CO_2$
$FeO + CO$	→	$Fe + CO_2$

À 1 000°C, la réduction du fer est en théorie complète. Toutefois, cette température n'est pas suffisante. En effet, malgré les traitements préalables, aucun minerai ne contient que des oxydes de fer. Il existe toujours une gangue, qui piège donc le fer métallique relâché par la réduction. On doit, pour le libérer, la faire fondre. La gangue de la plupart des minerais est généralement composée de silice (SiO_2), d'alumine (Al_2O_3) et, dans des proportions variables, de calcium (CaO). Ces trois éléments ne sont réduits qu'à beaucoup plus haute température et leur point de fusion respectif est très élevé (supérieur à celui du fer). Heureusement, le point de fusion du mélange SiO_2-Al_2O_3-CaO-FeO_n, variable en fonction de la composition, s'abaisse jusqu'à 1 100°C. (SERNEELS 1993 : 45). Ce n'est qu'à partir de cette température que le fer métallique peut être séparé de la gangue.

À partir de ce point, deux situations peuvent se présenter en fonction de la température atteinte (T) (strictement supérieure au point de fusion du mélange SiO_2-Al_2O_3-CaO-FeO_n) par rapport à la température de fusion du métal (Tf) (de l'ordre de 1535°C) (FLUZIN 1983).

Si T est inférieure à Tf, le métal n'entre pas en fusion et se concentre, à l'état pâteux, sous forme d'une masse hétérogène. Le mélange SiO_2-Al_2O_3-CaO-FeO_n passe quant à lui à l'état liquide et forme la scorie, qui est évacuée. On obtient ainsi directement du fer doux et/ou de l'acier à partir du minerai. Ce processus est connu sous le nom de filière ou méthode directe de réduction. Ce procédé est le premier à avoir été mis en œuvre pour l'obtention du fer à partir de ses minerais, dès le 3e millénaire au moins en Anatolie. Il reste le seul connu en Europe jusqu'au XIIIe s. et perdure, dans certaines régions, jusqu'au XIXe s.

Si T est supérieure à Tf, la totalité de la charge passe à l'état liquide. Le fer s'allie avec le carbone du combustible pour former de la fonte. Le métal liquide se sépare du reste de la charge fondue (ou laitier*) par gravité et peut être coulé. La fonte se prête donc au moulage, mais elle est cassante et ne peut pas être forgée. Pour obtenir du fer ou de l'acier, il faut décarburer la fonte. C'est à cette étape supplémentaire, appelée affinage*, que ce procédé doit son nom de filière indirecte*. La production de fonte est connue en Chine dès le VIIe s. av. J.-C. (NEEDHAM 1980 ; HUA JUE-MING 1993), mais n'apparaît en Europe que durant la période médiévale, peut-être dès le XIIIe s. dans la Haute Volme et le Sauerland (KNAU, HORSTMANN, SÖNNECKEN 1998 : 153 ; KNAU, BEIER ; SÖNNECKEN 2000 : 133). À cette époque, l'utilisation de la force hydraulique et l'ajout de fondant à la charge placée dans des fourneaux plus grands, et chauffés en continu, ont permis de faire fondre la totalité du minerai. Ces fours sont appelés hauts fourneaux, par opposition aux bas fourneaux utilisés jusqu'alors.

La filière indirecte a permis de traiter de beaucoup plus grandes quantités de minerai qu'auparavant et a entraîné une explosion de la production, notamment de grandes pièces, jusqu'ici irréalisables par simple forgeage. L'apparition du haut fourneau a donc constitué une révolution technique et économique qui a bouleversé l'industrie sidérurgique. On s'intéressera ici exclusivement à la procédure directe d'obtention du fer, la seule connue jusqu'au XVe s. dans le Bas Maine.

- La réduction directe

C'est grâce à l'expérimentation et à l'ethnologie que l'on peut retracer dans les grandes lignes les étapes d'une opération de réduction dans un bas fourneau. Quelle que soit la forme de celui-ci, la démarche est la même : un feu est allumé à la base de la structure et assure le préchauffage de la structure. Cette phase peut avoir un impact non négligeable sur le déroulement de l'opération et son rendement (LEROY *et al*. 2000). Ensuite, le volume du four, appelé cheminée ou coupole, est chargé par le haut alternativement de charbon de bois et de minerai, préalablement traité ou non. Au fur et à mesure de la combustion du charbon, la charge descend dans le four, exposant progressivement les oxydes au gaz réducteur. Ils sont ainsi successivement réduits. Au-delà de 1 100°C, le mélange silicaté composé par la gangue, les parois du fourneau, et l'apport du combustible commence à fondre et forme la scorie. Cette dernière intègre une partie non négligeable des oxydes de fer, pour former de la

fayalite ($FeAlSiO_4$). La scorie liquide se sépare par gravité. De petites quantités de fer, issues de chaque morceau de minerai, s'agglomèrent alors à l'état pâteux au fond de la structure de réduction et forment une masse plus ou moins compacte, appelée "massiot*" ou "éponge*" (*bloom* en anglais). Cet agrégat n'est pas homogène et peut contenir du fer doux et/ou de l'acier. La qualité et la taille du massiot sont fonction de la quantité et de la nature du minerai, de la fluidité de la scorie, de la morphologie et du gabarit du bas fourneau *etc*. Au cours de cette opération, la réduction se fait à l'état solide. À aucun moment le fer lui-même ne passe à l'état liquide.

Le charbon de bois est le combustible par excellence de la réduction directe. Il possède un pouvoir calorifique plus élevé que le bois et dégage plus de carbone lorsqu'il brûle. En outre, il joue un rôle crucial puisqu'il dicte la vitesse de descente du minerai dans le fourneau. S'il se consume trop vite, les gaz n'ont pas le temps de réduire les oxydes, la gangue ne fond pas totalement et on obtient une scorie contenant des morceaux de minerai non réduits. Du bois peut toutefois être utilisé pour préchauffer la structure.

La proportion de combustible nécessaire par rapport à la quantité de minerai traité n'est pas clairement définie. Les expérimentations réalisées depuis maintenant plus de trente ans par de nombreux spécialistes européens fournissent des chiffres très variables, qui oscillent entre des rapports de poids charbon/minerai de 1/1 à 3/1 (CLEERE 1971 ; 1976 ; CREW 1991a ; LEROY *et al.* 2000 ; JARRIER *et al*. 1997 ; DIEUDONNÉ-GLAD *et al*. 1995). L'expérimentation menée à Lastours en 2004 a montré que l'inversion de la proportion, 1/4, serait même plus efficace (DECOMBEIX 2005). De futures expérimentations menées dans ce sens devraient apporter de nouveaux éléments.

1.3.3.4. Les activités de post-réduction

A l'issue de la réduction, le métal n'est pas directement apte à la fabrication d'objets. Sa transformation en objet passe par plusieurs étapes regroupées sous le terme de post-réduction. On distingue deux grandes étapes : l'épuration-compactage et la forge d'élaboration.

L'ethnologie, comme l'archéologie expérimentale, montre que le métal produit à l'état solide n'est pas homogène et présente le plus souvent une structure vacuolaire dans laquelle les vides peuvent être emplis ou non de scories et/ou de charbon (SERNEELS 1998a : 21 ; LEROY *et al*. 2000 ; FLUZIN *et al*. 1995 ; 2001). Cette éponge doit être débarrassée de ces impuretés puis compactée pour être travaillée et transformée en objet. Cette étape est appelée épuration. Elle consiste à faire "suer" la scorie en réchauffant la masse de fer puis à l'expulser par martelage (cinglage*), sur une enclume pour assurer le repli des porosités et la soudure du métal. Le métal peut ensuite être replié sur lui-même pour homogénéiser sa composition fer/carbone : c'est ce qu'on appelle le corroyage*. La masse compactée issue de ce premier travail est parfois appelée loupe* (*billet* en anglais). L'expérimentation a montré que les chauffes* répétées entraînent une perte de poids importante, estimée entre 50 et 80 %, en fonction de la qualité du massiot d'origine (CREW 1991a ; SIM 1998 ; LEROY *et al.* 2000). Ces pertes proviennent de l'expulsion de la scorie et des autres impuretés mais également de la réoxydation du métal et de la chute des parties moins homogènes du massiot. Le compactage du métal

peut être immédiatement suivi par la fabrication d'un objet, ce qui rend souvent délicate l'identification des déchets par l'archéologie.

Le massiot peut également être traité à froid. Les scories qui l'entourent sont cassées et les différents fragments de fer peuvent faire l'objet d'un tri visant à séparer – de manière empirique dans les temps anciens – les parties plus ou moins carburées du métal (fer doux ou acier). Ces fragments peuvent ensuite être réassemblés par soudage, ou "grappage" (SIM 1998 : 35). Les expérimentations menées sous la direction de deux maîtres forgerons japonais au Musée du Fer près de Nancy ont montré que les pratiques de réduction, comme d'épuration et de forge traditionnelle, sont intimement liées à la culture et à la transmission de savoir-faire que la seule étude des structures et des déchets ne permet pas de restituer. Ces expérimentations ont également prouvé que la masse de fer obtenue à l'issue de la réduction directe peut subir des traitements très différents, au sein du même atelier, en fonction de la qualité du métal voulue (MERLUZZO, FORRIÈRES 1995). La qualité de l'épuration est donc fonction de l'objet désiré (SERNEELS, MERLUZZO, LEROY 2004).

Les archéologues suisses ont l'habitude d'utiliser le mot "raffinage" pour cette étape, probablement par traduction du terme anglais *refining* (dernièrement ESCHENLOHR *et al*. 2007 : 15). Ce terme ne sera pas utilisé ici car il est trop proche du terme affinage, qui désigne un processus propre au procédé indirect.

L'élaboration d'un objet à partir d'une masse de fer plus ou moins préparée (loupe, demi-produits mis en forme ou ébauche) peut se faire par déformation plastique à chaud ou à froid. Les techniques de forge sont nombreuses et, en fonction de l'objet qu'il désire, de son habilité, de son expérience et de ses connaissances, le forgeron n'utilise pas les mêmes gestes. Dans certains cas, l'étude des chutes métalliques et les examens métallographiques permettent de restituer les procédés de découpe ou d'assemblage de différents objets. Là encore l'observation de forgerons contemporains et l'ethnologie sont utiles à la compréhension des constats archéologiques (DUVAUCHELLE, AGUSTONI 2002 ; 2004 ; ANDERSON *et al*. 2003 : 77-174).

1.3.4. Installations, produits et déchets

1.3.4.1. La réduction

- Le bas fourneau

Le bas fourneau est la structure de combustion dévolue à l'obtention du fer par la filière directe*. Il n'existe pas de fourneau type : il doit seulement fournir les conditions thermiques et atmosphériques nécessaires à la réduction des oxydes de fer. Il s'agit généralement d'un espace confiné (structure semi-fermée), d'un volume plus ou moins important et de forme variable (appelée cuve ou cheminée) dont l'alimentation en air peut être contrôlée par des évents ou des tuyères* en nombre variable. Sa ventilation peut être naturelle (par tirage) ou forcée (avec des soufflets). Sur ce

canevas, on peut imaginer un nombre presque infini de possibilités. On peut, en se fondant sur les exemples archéologiques, en distinguer trois groupes :

- des foyers ouverts, semi-enterrés, appelés fours en fosse (*bowl furnaces*), où le métal ne se sépare pas entièrement de la scorie (PLEINER 2000 : 145-149) ;

- les bas fourneaux à scorie piégée (*slag pit furnaces*), dans lesquels la scorie est séparée du métal tout en restant à l'intérieur de la structure (PLEINER 2000 : 149-162) ;

- et les bas fourneaux à scorie coulée (*tapping slag furnaces*), où la scorie est évacuée à l'extérieur du fourneau (PLEINER 2000 : 163-193).

Au sein de ces groupes, on peut distinguer des sous-types (fig. 3). Les bas fourneaux à scories piégées les plus courants présentent une fosse dans laquelle la scorie s'écoule, refroidie et reste piégée. En général, ce bloc est laissé en place, la cheminée est détruite pour la récupération de la masse de fer et les sidérurgistes sont obligés de reconstruire un nouveau four, creuser une nouvelle fosse… On parle de bas fourneau à scorie piégée à usage unique. Les fouilles menées sur le tracé de l'autoroute A28 ont permis de mettre en évidence, pour certains fours, un accès aménagé jusqu'à la fosse réceptacle : la scorie peut ainsi être enlevée et le four réutilisé. Il s'agit de bas fourneaux à scorie piégée à usage multiple (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001).

De même, la branche des bas fourneaux à scories coulées se scinde en plusieurs familles. Les distinctions sont essentiellement faites à partir de la forme de la cheminée, cylindrique (*shaft furnace*) ou en dôme (*dome furnace*), ou de la position du four par rapport au sol, semi-enterré ou encastré dans la pente ou dans un talus artificiel. Enfin, les archéologues ont l'habitude de se référer à des gisements ou des zones de production qui ont donnés leur nom à des familles : type "Bellaires" en Suisse occidentale (PELET 1993), "Burgenland" en Europe centrale (BIELENIN 1994), "Les Martys" ou "Clérimois" en France (DOMERGUE *et al.* 1993 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1994 ; 1995). Ceci permet, lorsque l'identification est certaine, de suivre des modèles et de définir des aires ayant utilisé des techniques communes.

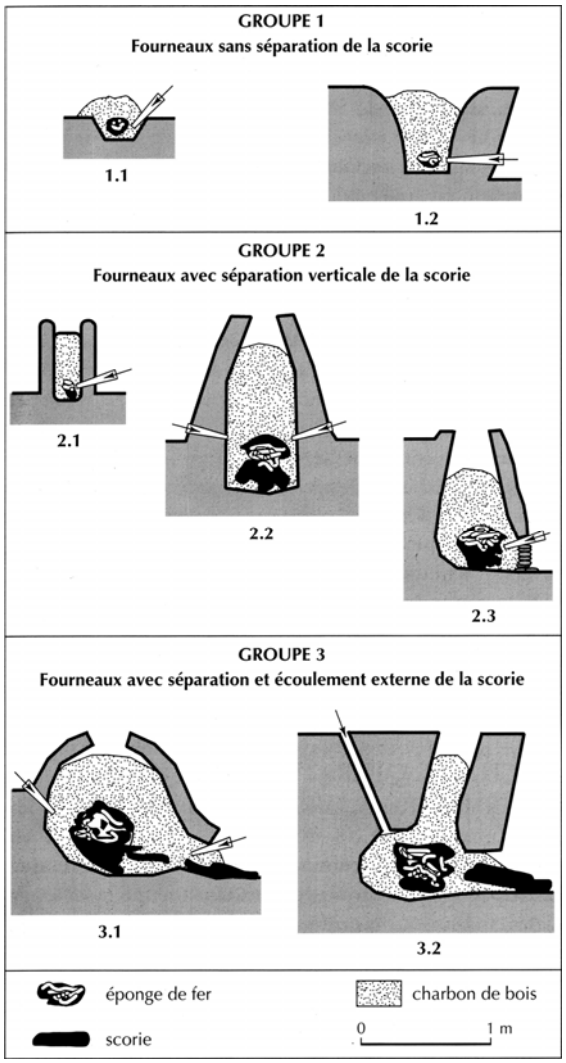


Fig. 3 : classification simplifiée des bas fourneaux (d'après SERNEELS 1998a : 16).

- L'atelier de réduction

Les bas fourneaux à écoulement de la scorie peuvent être isolés (cas de "Aunay Truchet" à La Bazoge, Sarthe : CABBOÏ 1999) ou réunis en batterie avec deux ("Les Ferrys" à La Bussière, Loiret : REBISCOUL 2003 ; "Le Buisson" à Saint-Evroult-de-Montfort, Orne : LANGLOIS 2005), trois (Lercoul, Ariège : DUBOIS 2000 ; "Le Domaine des Forges" aux Martys, Aude : DOMERGUE *et al*. 1993) ou six individus ("Montrouch" aux Martys, Aude : DECOMBEIX *et al*. 2000). Dans certains cas, des trous de poteaux ont été notés et on peut supposer la présence d'une construction protégeant les fours et délimitant une aire de travail cohérente : l'atelier. On aura l'occasion d'y revenir en détail (cf. 10.2.2.).

- Les déchets de la réduction

La réduction directe du fer produit une grande quantité de déchets : les scories, mais également, les cendres, le charbon non consumé et les fragments d'argiles provenant du bas fourneau. On peut considérer que la quantité de scories est relativement proportionnelle à celle de fer traité. Le

volume de celles-ci peut donc servir de fondement à une estimation de la production d'un site (DECOMBEIX *et al.* 1998). Ces scories sont caractéristiques, mais elles peuvent prendre des morphologies variées. Une partie de ce mémoire sera consacrée à la présentation des différents faciès rencontrés dans le Bas Maine (cf. 7.1.).

1.3.4.2. La post-réduction

- L'atelier

Malgré la grande variété des gestes opérés par le forgeron, que ce soit durant l'épuration ou l'élaboration d'un objet, ces processus peuvent être résumés comme une succession de chauffes et de martelages. Les installations nécessaires à ces travaux sont les mêmes : un foyer et une enclume. Ces deux éléments sont généralement disposés à proximité l'un de l'autre pour éviter le refroidissement des pièces lors du passage de l'un à l'autre.

Le foyer de forge est un espace ouvert et circonscrit, où l'on brûle un combustible solide (charbon de bois) (SERNEELS, MERLUZZO, LEROY 2004 : 87-93). Les foyers de forge sont généralement munis de parois peu élevées pour permettre une meilleure concentration de la chaleur et une maîtrise du volume de combustible. Ils peuvent être de formes et de dimensions variables en fonction de la morphologie de l'objet travaillé. L'archéologie livre, le plus souvent, des foyers bas, au sol, mais plusieurs documents iconographiques représentent, pour la période romaine, des foyers hauts, placés à hauteur d'homme.

Lors de son travail, le forgeron a besoin d'évaluer en permanence la température du métal. Pour cela, il ne peut se fier qu'à une chose, la couleur. En fonction de la température, le métal va devenir rouge puis de plus en plus clair pour atteindre le "blanc soudant". Les travaux de forge se font donc dans un lieu ombragé où la lumière est constante, pour permettre une meilleure appréciation des dégradés de couleur (GUILLAUMET 1996 : 90).

L'enclume peut être un simple bloc de pierre ou un billot de bois[4]. Elle peut également être en fer. Il en existe plusieurs types : les enclumes "tas" ont une forme de tronc de cônes et présentent un plan de travail carré de quelques centimètres de côté (REBIÈRE *et al.* 1995 ; PLEINER 2006 : 93 et fig. 42 p. 94) ; les enclumes en forme de T, ou "bigornes", encore largement présentes dans les forges de maréchalerie modernes et contemporaines, sont connues dès le premier Âge du Fer en Europe, mais également durant l'Antiquité, notamment dans l'agglomération antique de "La Bure" à Saint-Dié-des-Vosges (Vosges) (TRONQUART 1986 ; LEROY 1996 ; PLEINER 2006 : 93, 95 et fig. 45, p. 98). Ces enclumes sont généralement fichées dans un billot pour assurer leur stabilité lors de la frappe ; elles sont parfois munies d'un orifice, un "œil" placé dans un angle pour les tas ou sur un côté pour les

[4] Par exemple pour l'époque romaine : présence supposée de billot de bois – servant de support ou directement d'enclume ? – à Autun : SERNEELS 1998b ; enclumes en pierre : à Autun : *id*., à Blessey-Salmaise : MANGIN *et al.* 2000b ; réutilisation d'un bloc architectural comme enclume ou support d'enclume dans la forge 4 de Rom : DIEUDONNÉ-GLAD 2001.

autres, et servant à placer la tige d'un outil utilisé pour la découpe ou d'autres actions (boutissoir et matrice). Il existe enfin de petites enclumes portatives, légères, utilisées pour la réparation d'objet à froid, comme le redressage des lames de faux par exemple (PLEINER 2006 : 95, 97 et fig. 46 p. 99). La forme de l'enclume est généralement adaptée au travail réalisé : plane pour étirer et aplanir, conique ou arrondie (bigorne) pour courber ou travailler des pièces annulaires (SERNEELS, MERLUZZO, LEROY 2004 : 92-96).

- Les semi-produits

Les phases menant du métal à l'objet peuvent se faire dans le même atelier et les unes à la suite des autres, mais également de manière segmentée dans l'espace (ateliers différents) et dans le temps. À chacune des ruptures de cette chaîne correspond un semi-produit dont peuvent varier la nature (fer doux/acier), le nombre et la taille des inclusions non métalliques et la morphologie. Le premier de ces semi-produits est le massiot ; il peut subir un simple dégrossissage au sortir du bas fourneau, puis être expédié vers un autre atelier. La circulation de masse de fer brut est attestée par la découverte d'éponges plus ou moins massives, par exemple dans une fosse datée de l'Âge du Fer sur le site de "Saint-Martin-des-Champs" à Bourges (Cher), mais également en Europe de l'Est (FOURNIER, MILCENT 2007 ; BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1998). La question de ces produits transitoires touche, bien sûr, à la problématique du transport du métal et des échanges.

Certains semi-produits sont parfois désignés par le terme "lingot". Ce mot est inadapté, car il s'applique à des pièces de métal coulées dans une lingotière, comme le plomb ou les alliages cuivreux. Le fer étant produit par la filière directe à l'état solide, il ne peut être coulé et ne se présente donc pas sous forme de lingot. Toutefois, ce terme est couramment usité dans les publications et sera donc utilisé ponctuellement. On lui préférera le terme de semi-produit.

- Les déchets de la post-réduction

Durant la phase de forge, le fer est soumis au feu et s'oxyde très rapidement. À chaque phase de chauffe, une pellicule d'oxyde (magnétite) se forme à la surface du métal. Celle-ci saute sous les coups de marteaux en petites écailles. Ce sont les battitures*. Pour protéger le fer, le forgeron peut couvrir le métal de matériaux siliceux, argile, sable, minerai ou scories pilés. Le silicium apporté par ces ajouts permet la formation d'un liquide silicaté à la surface du métal qui le protège de l'oxydation. Ce liquide est évacué sous forme de gouttelettes lors de la frappe (battitures en billes). Ce procédé est particulièrement utilisé lors des travaux de soudure où une couche d'oxyde empêcherait le contact des deux pièces de métal : on parle dans ce cas de décapant*.

La présence de battitures dans un niveau de sol est le témoignage direct de la réalisation d'activité de forge sur place (DUNIKOWSKI *et al.* 1996 ; 1998). Elles se dispersent autour du lieu de frappe de façon concentrique. Leur densité peut ainsi permettre de repérer l'enclume quand celle-ci a disparu (DABAS, DIEUDONNÉ-GLAD, POIRIER 2002 ; SIM 1998). Elles constituent également plus du cinquième des déchets produits lors de la phase de travail du fer (perte de métal estimée à 21 % grâce aux expérimentations de P. Crew 1991a). Ces déchets millimétriques sont, en majorité, magnétiques.

Leur mise en évidence *in situ* se fait donc par le passage à l'aimant sur les sédiments secs ou, pour plus d'efficacité, après tamisage à l'eau.

L'accumulation des fragments de scories provenant du massiot, de chutes métalliques, de battitures, d'ajouts ainsi que la fonte partielle des parois du foyer de forge et la participation des cendres du combustible forme au fond du foyer une scorie typique des opérations de post-réduction (MAC DONNEL 1991). Les déchets se forment au point le plus chaud, c'est-à-dire au niveau de l'arrivée d'air. Ils moulent le fond du foyer et en conservent la forme, convexe pour la partie inférieure et plus ou moins plane sur le dessus. Ces résidus sont désignés sous les termes de scories en calottes* ou culots* plano-convexes (*plano convex bottom* en anglais, abrégé *PCB*).

Les culots issus de l'épuration se distinguent par différents critères et notamment par la présence de fragments centimétriques de métal qui se sont détachés de la masse brute lors des phases de chauffes successives. Ces déchets sont plus ou moins caractéristiques en fonction de la qualité du produit sorti du bas fourneau. Les foyers d'épuration ne diffèrent pas de ceux d'élaboration et, en conséquence, la morphologie des résidus de ces deux étapes sont proches. Seuls les fragments de scories renfermant du métal et adhérant au massiot sont spécifiques de l'épuration. Des archéologues polonais les ont baptisés "*gromps**" (NOSEK 1994). Pour les autres, seuls des examens métallographiques permettent, dans les cas favorables, de les discriminer.

Plusieurs tentatives de typologie ont été réalisées pour classer ces résidus afin de permettre une distinction des types de travaux qui les ont produits (BACHMANN 1982 ; SERNEELS 1993 ; SERNEELS, PERRET 2004 ; ANDERSON *et al.* 2004). La dernière en date est celle qui a été réalisée pour l'étude de l'habitat rural mérovingien de Develier-Courtételle dans le Jura suisse (ESCHENLOHR *et al.* 2007). L'examen de l'ensemble des déchets sidérurgiques collectés sur le site, plus de 100 000, pour un poids de plus de 4 tonnes, a amené à la création de 11 types de culots, regroupés en trois grandes catégories. Toutefois, la complexité des critères pris en compte rend les comparaisons délicates.

Contrairement à la réduction, la quantité de déchets issus des phases de post-réduction n'est pas immédiatement proportionnelle à la quantité de métal traité. En fonction de l'objet produit, de son volume et de sa complexité (soudure), la production d'un individu prend plus ou moins longtemps et produit un poids de déchets variables (ORENGO, BONNON, BEVILACQUA 2000). En revanche, si on considère que chaque culot de forge provient d'une phase de travail, à l'issue de laquelle le foyer est éteint, curé et la scorie évacuée, on peut, en théorie, chiffrer le nombre d'opérations (SERNEELS, PERRET 2004). Il faut toutefois rester prudent au sujet de ces estimations. Les calculs de la masse de fer travaillé, et du temps qu'il a fallu pour la fabrication des produits successifs menant de l'éponge à l'objet sont pour l'instant fondés sur de trop rares expérimentations et les chiffres obtenus ne donnent qu'une idée de l'importance des activités sidérurgiques et restent une construction bien fragile (SIM 1998 ; PERRET 2002).

Chapitre 2
État de la recherche

Ce second chapitre a pour but de présenter les grands thèmes que recoupe cette recherche. Toutes les questions abordées font partie de problématiques qui ont déjà connu des développements divers ou qui se trouvent, pour certaines, au cœur de débats historiographiques complexes. Les perspectives de recherches seront présentées selon trois grands axes : "l'histoire des techniques et de la production", "fer et économie" et "fer et société".

2.1. Temps et orientations de la recherche en sidérurgie ancienne

Les connaissances acquises sur la sidérurgie ancienne ne connaissent pas une évolution linéaire. Ainsi, les écrits de certains érudits du XIXe s., tel A. Quiquerez (1855 ; 1866), montrent une bien meilleure maîtrise des concepts de la métallurgie du fer ancienne que certains ouvrages plus récents, où les croyances ont la part belle (MARÉCHAL 1983). Il est donc utile de retourner en arrière et de dresser un tableau des origines de nos acquis (MANGIN 1988 ; 1991 ; 1996a ; DOMERGUE, LEROY 2000b ; FABRE, COUSTURES 2005).

La reconnaissance des scories de fer comme vestiges d'une activité sidérurgique passée date probablement de l'extrême fin du XVIIIe s. : les premiers textes en témoignant sont rarement antérieurs à cette date. L'un d'eux porte sur une région située immédiatement à l'est de la zone étudiée ici et est abordé plus loin (MAULNY 1806). Les recherches sur la sidérurgie suivent en cela le mouvement général du développement de l'archéologie. Ainsi, les comptes-rendus de découverte commencent à apparaître dans les revues royales puis locales à partir des années 1830. Les auteurs parlent alors couramment de "forges à bras" ou de "forges volantes", croyant que les amas de déchets sont le fruit d'une activité temporaire réalisée dans des structures portatives. Pourtant, les premiers bas fourneaux sont reconnus archéologiquement par un ingénieur des mines suisses, A. Quiquerez, dès le milieu du XIXe s. Il est le premier à publier une synthèse régionale, portant sur le Jura Suisse (1855 ; 1866). Il exhorte ses collègues des sociétés savantes à dresser un pareil inventaire. Cet appel trouve un écho dans la première publication synthétique d'A. Daubrée (1868). À partir du Second Empire, certaines régions bénéficient de recherches sur les amas de scories, réalisées, en général, par des ingénieurs des mines ou des géologues. C'est le cas du Berry (VALLOIS 1884), de la région de Châteaubriant (Loire-Atlantique) (DAVY 1880) et d'autres régions comme la Lorraine (BLEICHER, BEAUPRÉ 1896 ; 1901), l'entre Sambre-et-Meuse (TAHON 1886) *etc*. A. Daubrée regroupe les informations acquises depuis 1868 dans un second article traitant des mines et des sites métallurgiques, tous métaux confondus (DAUBRÉE 1881). Les recherches ne cessent pas pour autant et

jusqu'en 1914, plusieurs érudits rapportent des découvertes et engagent même des fouilles (AZÉMA 1911 ; DAVY 1913 ; GRANCIÈRE 1913 : FLORANCE 1913). Toutefois, ces travaux sont menés souvent sans méthodes et ne produisent aucun relevé ou synthèse.

L'enquête entreprise au début du XXe s. par le marquis R. de Tryon-Montalembert réunit la plupart des informations disponibles à cette époque. Malheureusement, signe des temps, cet inventaire, appuyé de fouilles, d'analyses et d'une vaste enquête écrite menée auprès des sociétés savantes (TRYON-MONTALEMBERT 1911), ne fût pas présentée comme mémoire de thèse comme cela était prévu, son auteur étant mobilisé sur le front dès 1914 : ses notes ne furent publiées que dans les années 1950 (TRYON-MONTALEMBERT 1955 et 1956).

La Première Guerre Mondiale marque ainsi un coup d'arrêt à la recherche sur la sidérurgie ancienne et les mémoires portant sur ce sujet datant de l'entre-deux-guerres sont rares. On peut seulement noter la première synthèse sur l'Yonne rédigée par A. Hure (1919). Des informations indirectes sont également apportées par le mémoire d'A. Goudard sur la récupération des amas de scories de ce même département (GOUDARD 1936).

La renaissance de la discipline vient de l'Europe de l'Est : R. Pleiner, en Tchécoslovaquie, et K. Bielenin, en Pologne, reprennent des recherches dès les années 1950 (voir le bilan des recherches de K. Bielenin dans BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1995 ; 1996 ; 1998 et pour R. Pleiner, bibliographie dans PLEINER 2000). Le premier fonde, en 1966, le Comité pour la Sidérurgie Ancienne (CSA) dont il reste secrétaire général pendant près de quarante ans. Dans les années 1960, les travaux menés par P.-L. Pelet en Suisse et H. Cleere et R. F. Tylecote en Angleterre permettent de fournir les premières données scientifiques et rigoureuses sur la réduction directe. Leurs publications apportent une première théorisation des différentes phases de la métallurgie du fer antérieure au haut fourneau et donnent lieu aux premières expérimentations et modélisations. Plusieurs régions productrices d'Europe sortent alors peu à peu de l'ombre : parmi elles, la région des Montagnes Sainte Croix en Pologne (BIELENIN 1974), le Weald en Angleterre (CLEERE 1983) et le Jura suisse (PELET 1973).

Dans la France des années d'après-guerre, l'intérêt porté aux vestiges sidérurgiques reste limité et fait seulement l'objet des travaux de petits groupes d'amateurs. L'importance de ces découvertes ponctuelles n'est souvent pas bien comprise (KERLEROUX 1956). Il faut attendre la seconde moitié des années 1970 pour voir se mettre en place des programmes de recherches concertés. Ceux-ci se cristallisent autour de deux régions et de deux personnages : la Montagne Noire (Aude), avec C. Domergue, dont le travail sur les mines de la Péninsule ibérique est déjà reconnu, et le Morvan (Alésia, Côte d'Or), avec M. Mangin. Cette situation dicte la création des centres de recherches qui structure encore la recherche nationale, avec un groupe sud-ouest basé à Toulouse et un ensemble grand-est tricéphale (Besançon, Belfort, Nancy).

Ces chercheurs ne travaillent alors plus de manière isolée et participent à une série de colloques et de conférences internationales au cours desquels se créée une véritable communauté de chercheurs à l'échelle européenne. Ces réunions contribuent largement à dynamiser la recherche dans ce domaine (SCOTT, CLEERE 1987 ; DOMERGUE 1989b ; PLEINER 1989 ; BIELENIN 1991 ; ESPELUND

1993 ; MANGIN 1994 ; BENOÎT, FLUZIN 1995 ; MAGNUSSON 1995 ; CREW, CREW 1997 ; NICOLINI, DIEUDONNÉ-GLAD 1998 ; FEUGÈRE, SERNEELS 1998 ; CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 1999 ; FEUGÈRE, GUSTIN 2000 ; *Archeometallurgy*… 2004).

A l'échelle nationale, les années 1980 sont marquées par des réunions qui permettent de dresser un bilan des connaissances (*Mines*… 1982 ; *Mines*… 1987 ; DOMERGUE 1989a). Sur cette base sont lancés des programmes de recherches ambitieux ayant deux objectifs principaux : établir la carte paléométallurgique des zones de production sidérurgiques anciennes et mettre au point des méthodes archéologiques et archéométriques propres à l'étude des vestiges sidérurgiques. Dans le même temps, un groupe d'étude du fer est créé en Suisse. Les travaux entamés dans les années 1980 portent leur fruit dans la décennie suivante, avec la soutenance de plusieurs thèses de doctorat sur des régions productrices et des publications nombreuses et riches (MANGIN *et al*. 1992 ; DOMERGUE *et al*. 1993 ; DIEUDONNÉ-GLAD 1991 ; 1992 ; SERNEELS 1993 ; PELET 1993 ; LEROY 1997 ; ESCHENLOHR 2001). C'est également à partir des années 1990 que le développement de l'archéologie préventive offre les premières occasions d'aborder des sites sidérurgiques de grande ampleur sur de vaste surface, permettant ainsi de saisir leur évolution sur le long terme (ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 ; ABETEL 1992 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 ; LEROY, MERLUZZO 1998 ; DAVEAU, GOUSTARD 2000a ; 2000b ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; REBISCOUL 2003). Des fouilles programmées sont également entreprises sur plusieurs sites de réduction (DUBOIS 2000 ; DIEUDONNÉ-GLAD 2000 ; VIVET 2001 ; 2007 ; VIVET, CHAUVEL, NICOLLIN 2003).

Depuis une vingtaine d'années, les découvertes de plus en plus nombreuses de bas fourneaux et de structures et déchets de post-réduction attirent l'attention sur l'expérimentation et l'ethnoarchéologie, notamment africaine (BOCOUM, FLUZIN 2000 ; COULIBALY, BENOÎT, FLUZIN 2000 ; FLUZIN *et al*. 1995 ; 2001). La mise au point de différentes méthodes de laboratoire autorise la discrimination des déchets de différentes phases et l'avancée continue des problématiques.

À partir de l'an 2000, plusieurs publications synthétiques marquent les succès rencontrés dans ces différentes démarches (*L'obtenciò*… 2001). À côté des deux sommes rédigées par R. Pleiner (PLEINER 2000 ; 2006), le dossier publié dans *Gallia* sous la direction de C. Domergue et M. Leroy et le manuel de la collection « Archéologiques » intitulé *Le fer* dirigé par M. Mangin font le point sur les acquis de trente années de recherche (DOMERGUE, LEROY 2000a ; MANGIN 2004).

Là où, il y a vingt ans à peine, la plupart des archéologues ne notait même pas la présence de scories, les publications récentes, telle celle du colloque de l'AFEAF tenu à Toulouse en mai 2004, montrent l'intérêt porté aux vestiges sidérurgiques de toutes les phases de la chaîne opératoire (MILCENT 2007). Les recherches actuelles se tournent vers l'application de méthodes de laboratoire de plus en plus élaborées pour répondre à des questions complexes comme celles de la traçabilité ou la distinction entre les produits des filières directe et indirecte. L'étude des déchets de post-réduction retrouvés en différents contextes fait l'objet d'approches socio-économiques visant à comprendre les mécanismes d'échanges et de distributions du fer à différentes périodes. Plusieurs thèses en cours ou soutenues récemment ont apporté des éléments nouveaux sur ces sujets (BAUVAIS 2007 ; PAGÈS en cours ; BERRANGER en cours). Cet élan vers la complexité a retardé l'établissement de la carte

sidérurgique des régions de France. Les recherches de doctorat de C. Colliou pour la Normandie, J.-B. Vivet pour l'Ille-et-Vilaine, V. Lequellec pour le Finistère, G. Saint-Didier pour la cité des Pictons et le présent travail pourront peut-être combler le déséquilibre qui existe dans nos connaissances entre l'Est et l'Ouest de la France.

2.2. Le fer : histoire des techniques et de la production

2.2.1. Des premiers objets en fer aux premières traces de la métallurgie extractive en Gaule

Il semble exister plusieurs foyers distincts d'apparition de la métallurgie du fer. Les deux plus importants seraient l'un en Afrique subsaharienne (Niger, région des Grands Lacs), mis en évidence relativement récemment, et l'autre en Anatolie et dans le croissant fertile (Syrie, Iran, Irak), soupçonné depuis longtemps, mais dont les preuves archéologiques font encore largement défaut (PLEINER 2000 : 7-22 ; DESCOEURDES *et al*. 2001). C'est ce second foyer qui est considéré comme l'épicentre du phénomène pour l'Europe. Une vingtaine d'objets en fer provenant de cette région sont datés avant 3 000 av. J.-C. La moitié d'entre eux serait issue de fer météoritique ou tellurique et le reste de la réduction du minerai (PLEINER 2000 : 7 ; CRADDOCK 1995 : 101-121). Toutefois, les structures archéologiques de réduction sont encore mal connues pour cette période. Les conditions exactes de cette invention restent donc obscures. Plusieurs auteurs ont proposé de voir un lien avec la métallurgie du cuivre (PLEINER 2000 : 11-14 ; CRADDOCK 1995 : 254-256). Les métallurgistes auraient empiriquement ajouté des minerais de fer (non reconnus comme tels alors) à la charge de leur fourneau pour faciliter la fusion de la gangue des minerais de cuivre et ainsi permettre un meilleur rendement lors de la réduction de ce métal. L'ajout massif (accidentel ?) d'hématite ou de limonite aurait entraîné la formation d'une masse de fer. Il est, toutefois, difficile d'identifier clairement les sites de transitions, les déchets issus de la réduction du cuivre étant très proches de ceux de la sidérurgie. Il semble également que le fer météoritique n'ait joué aucun rôle dans cette découverte, si ce n'est de permettre l'identification du nouveau métal produit.

Quoi qu'il en soit, le nombre d'objets en fer présents en Anatolie et dans les régions avoisinantes (Arménie, Cilicie), dès le 4e millénaire av. J.-C., plaide pour une maîtrise précoce du procédé dans ce secteur. À partir du 3e millénaire, on retrouve des objets en fer en Syrie et en Egypte. Les premiers textes mentionnant le nouveau métal datent de cette période. La maîtrise de l'obtention du fer à partir de ses minerais semble acquise dans ces régions dès le 2nd millénaire av. J.-C. De ce premier foyer, le fer puis sa métallurgie se propagèrent petit à petit à l'Asie Mineure et à la Grèce et conquirent, dans le courant du 1er millénaire av. J.-C., l'ensemble de l'Europe occidentale (CRADDOCK 1995 : 256-261). Cette expansion se serait produite selon un modèle diffusionniste, passant, *grosso modo*, par les mêmes chemins qu'avait suivi la révolution néolithique, c'est-à-dire une voie par l'intérieur des terres (vallée du Danube), l'autre par la côte méditerranéenne (PLEINER 1980 ; 1982 ; 1994 ; 2000 : 23-35). L'apparition de la sidérurgie proprement dite (extraction et réduction, appelée métallurgie extractive) a été précédée par une diffusion d'objets en fer, très rares, mais connus dès le XVe s. av. J.-C. en Slovaquie (manche de dague en fer de type anatolien découvert en contexte rituel à Gánovce : PLEINER 2000 : 23, fig. 5, p. 24 ; CRADDOCK 1995 : 259).

Les premiers objets en fer connus en France datent du VIIIe s. av. J.-C. et proviennent du Languedoc. Toutefois, on ne peut pas affirmer que ces objets ont été fabriqués sur place (JANIN, CHARDENON 1998). Les découvertes archéologiques récentes pourraient indiquer l'existence de

production dans plusieurs régions de France à cette période (CABBOÏ *et al*. 2007 ; VIVET 2007 ; HONORÉ, LÉON, ROUDIÉ 2007 ; FABRE, RIGAL 2007). Malheureusement, les fourchettes de datation fournies par la méthode du radiocarbone ne permettent pas de distinguer nettement les sites au sein de la période de Hallstatt, certains pouvant même dater des premières décennies de la période de La Tène.

2.2.2. Évolution de l'Âge du fer au haut Moyen Âge

Les travaux menés depuis les années 1980 en Europe de l'ouest ont apporté une moisson de découvertes. Les prospections, les fouilles et les analyses de laboratoire, toujours plus nombreuses, ont permis d'éclairer certains secteurs de manière précise (fig. 4). Plusieurs auteurs ont tenté de relier ces quelques points pour dessiner un tableau de l'évolution des structures de production à l'échelle des Gaules (MANGIN 1996a ; SERNEELS, MANGIN 1996 ; LEROY 2001 ; DOMERGUE, LEROY 2001b). La présentation qui suit s'appuie pour grande part sur ces synthèses. Il s'agit, certes, d'une approximation, mais elle livre un état des connaissances qui, on le souhaite, connaîtra rapidement des corrections.

La découverte de sites de réduction datant des premiers temps de la période de Hallstatt est une nouveauté des dix dernières années. Elle révolutionne un peu la vision diffusionniste de la métallurgie du fer, qui voulait que la façade atlantique soit la dernière à être touchée par cette découverte. Les travaux en cours en Bretagne (Finistère, Ille-et-Vilaine) démontrent le contraire (VIVET 2007 ; LE QUELLEC en cours). Ces premiers bas fourneaux sont des structures sans écoulement de la scorie. Les traces archéologiques en sont relativement ténues, la partie hors du sol étant détruite lors de la récupération du massiot et les blocs de scorie étant le plus souvent remontés par les labours et évacués par les agriculteurs. L'attribution chronologique de ces résidus se fonde généralement sur la datation par ^{14}C de charbons restés piégés dans la scorie. Malgré l'importance des résidus retrouvés (scorie pouvant peser jusqu'à 250 kg, sur les sites du tracé de l'A28 : CABBOÏ *et al*. 2007 : 48), la quantité de métal sorti de ces fourneaux à usage unique est limitée. Une production conséquente réclame donc la construction de plusieurs dizaines de structures. À l'heure actuelle, peu de sites présentent ce type de conformation. On peut citer l'exemple du site des "Barres" à La Bazoge (Sarthe) (CABBOÏ *et al*. 2007 : fig. 7, p. 46), mais ici, comme ailleurs, il s'agit probablement de la juxtaposition d'ateliers différents sur une longue période. La plupart du temps, les structures de réduction datant de la période de Hallstatt sont découvertes isolées ou par batterie de deux ou trois, à l'écart de toute autre installation (à l'exception du site de "Charmoy" à Écuelles, Seine-et-Marne, où un bas fourneau et des déchets de toutes les étapes de la post-réduction sont représentés au sein d'un habitat daté du Hallstatt D3 : DUNIKOWSKI, SÉGUIER, CABBOÏ 2007 : 280). À cette époque, les sites de réduction livrent couramment des traces d'épuration et les différentes phases de la chaîne opératoire ne semblent pas être séparées.

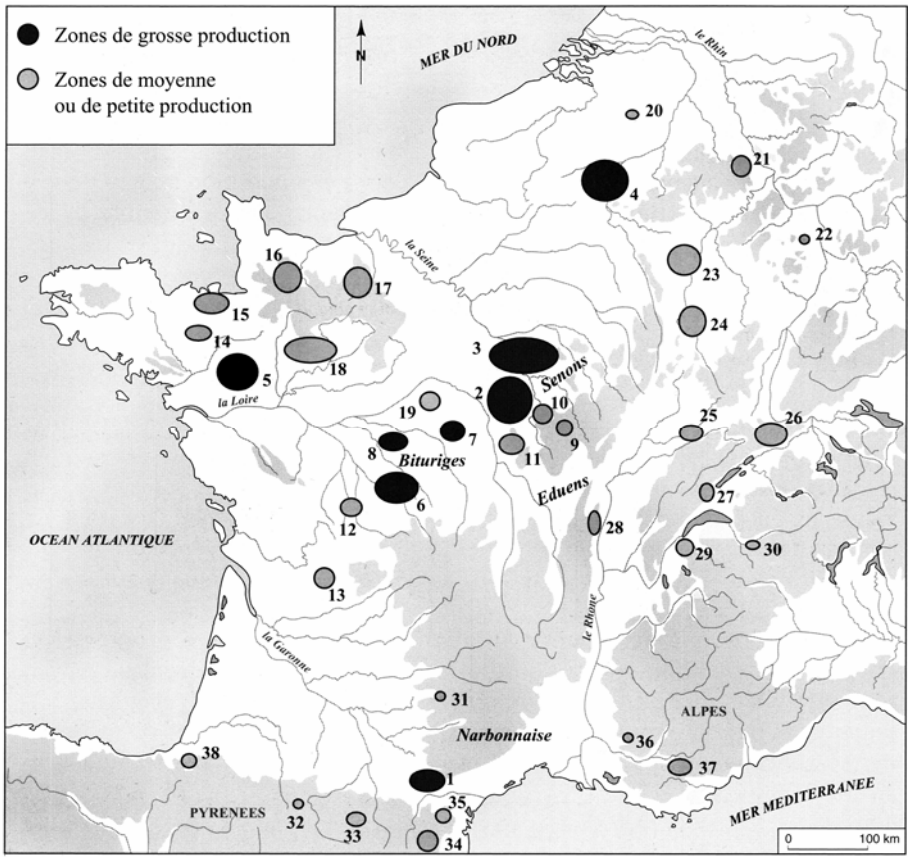


Fig. 4 : principales zones de production du fer pour l'Âge du Fer, l'époque romaine et le haut Moyen Âge, entre Rhin, Alpes et Pyrénées (d'après M. Leroy et V. Serneels dans MANGIN 2004 : 12). L'emprise des ovales n'est pas proportionnelle à la taille réelle des zones de production.

La découverte de bas fourneaux à scorie piégée présentant un accès à la fosse réceptacle, lors des travaux préventifs menés sur le tracé de l'autoroute A28, a permis de mettre en évidence la réutilisation de ces structures pour plusieurs opérations. Ceci marque sans doute un palier dans la rationalisation de la production. Sur le site de "La Jousserie" à La Bazoge (Sarthe), où a été mise en évidence une de ces structures, le passage de l'une à l'autre de ces techniques est datée de La Tène ancienne ou moyenne (CABBOÏ *et al*. 2007 : 51 et 52 et tab. 1, p. 37). Des fourneaux de ce type, ou des variantes, pourraient être datés des VIIIe-Ve s. sur le site de Courcan à Cours (Lot) et de "Saint-Laurent" à Guichainville (Eure) (FABRE, RIGAL 2007 : 128 ; HONORÉ, LÉON, ROUDIÉ 2007 : 118). Des structures semblables ont également été signalées en Autriche et en Europe Centrale (PLEINER 1994 : 259).

Il faut attendre le Ve s. av. J.-C. et la transition Hallstatt/La Tène pour voir apparaître le fer sur les sites d'habitats ruraux et, selon R. Pleiner, le début de l'Âge du Fer "au sens propre" (PLEINER 1988 : 180 ; 2000 : 30). Le nouveau métal commence à se démocratiser, mais dans des proportions modestes au départ (ORENGO 2007 : 388). Les quelques sites de post-réduction connus, hors des sites de transformation du minerai, se trouvent pour cette époque essentiellement dans des agglomérations ouvertes, comme à Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire), à Sévaz/Tudinges (canton de Fribourg, Suisse), ou à "Port-Sec" à Bourges (Cher) (FLOUEST 1995 ; 2007 ; MAUVILLY *et al*. 1998 ; 2007 ; PESCHER 2007). Sur ces sites, la quantité de scories est très variable : estimée à 10 t à Bragny, elle

n'est que de 120 kg à Sévaz. Toutefois, dans les trois cas, on trouve sur le site des tessons de céramique grecque, marquant l'intégration de ces agglomérations dans les réseaux commerciaux avec le monde méditerranéen.

Une révolution technique intervient dans le courant de La Tène finale, avec l'apparition d'un nouveau type de structure de réduction, le bas fourneau à écoulement de la scorie (*tapping slag furnace*). Sur le site des "Fouetteries" au Clérimois (Yonne), comme sur les ateliers fouillés à l'occasion de la construction de l'autoroute A28, cette transition est datée aux alentours de 150 av. J.-C (DUNIKOWKI, CABBOÏ 1994 ; 1995 ; 2001 ; CABBOÏ *et al.* 2007 : 53). Sur ces deux sites, les bas fourneaux présentent des morphologies différentes : en dôme au Clérimois (type II), semi-enterrés et plus certainement cylindriques à La Bazoge. Les fours en dôme ont été considérés comme liés au monde celtique, mais on en retrouve au IIe s. ap. J.-C. sur le site des "Ferrys" à La Bussière (Loiret) (DOMERGUE 2007 ; REBISCOUL 2003). En d'autres endroits, cette transition peut intervenir plus tôt, dès les IVe s. av. J.-C. pour le fourneau X du site des Bellaires (Jura, Suisse) (PELET 1993 : 29-30). Un four à écoulement, daté du IIIe s. av. J.-C., est signalé sur le site de "Saint-Laurent" à Guichainville (Eure), mais il n'a livré que 11 % de scorie coulée (HONORÉ, LÉON, ROUDIÉ 2007 : 118-120). Il pourrait s'agit d'un modèle transitionnel.

Ces nouvelles structures sont, au départ, isolées ou par paire, parfois protégées par un abris construit en matériaux légers et dont il ne reste que les trous de poteaux (Site des Clérimois et de "L'Aunay Truchet" à La Bazoge, Sarthe). Cet espace marque une aire de travail qui n'est plus restreinte à la seule fosse donnant accès au four. On trouve parfois dans cet espace une réserve de charbon et/ou de minerai. Sur certains sites, la différence de niveaux due à l'encastrement de la structure de réduction dans le sol ou dans un talus est mise à profit pour matérialiser des espaces de travail séparés : il s'agit de véritables ateliers.

Les bas fourneaux à scorie coulée peuvent être utilisés des dizaines de fois et nécessitent un entretien minimal. Leur utilisation entraîne un accroissement soudain de la production, qui se traduit par l'augmentation de la quantité de déchets. En quelques décennies, un seul bas fourneau de ce genre peut générer des dizaines voire des centaines de mètres cubes de déchets, que l'on retrouve sous forme d'amas, les ferriers. Ce type de bas fourneau s'impose très rapidement et reste en cours jusqu'à l'apparition du procédé indirect, intervenue en France entre le XIIIe et le XVe s. Cette innovation de la fin de l'Âge du Fer ne signifie d'ailleurs pas pour autant l'abandon des structures à scorie piégée. On en connaît pour La Tène finale et l'époque romaine en Bretagne et dans le Maine, et même au haut Moyen Âge en Sarthe (VIVET 2007 : 67 ; PIOGER 1971-1972 ; 1973-1974 ; BOUVET 2001a : 245 et 414). En dehors de la sphère romaine, en *Germania libera*, ces bas fourneaux ont cours de 150 av. J.-C. jusqu'au Ve s. Des champs entiers de fosses emplies de scories, sur plusieurs hectares, sont connus notamment en Pologne, dans la Montagne Sainte-Croix. C'est ici que les premières scories piégées ont été clairement identifiées par K. Bielenin, qui les a étudiées pendant près de 40 ans (BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1995).

C'est à cette époque qu'apparaissent de grands centres de production où sont juxtaposés des ateliers formés de batteries de deux fourneaux ou plus. Peu de sites de cette importance ont été fouillés

en France et on ne peut guère citer que le site des "Fouetteries" au Clérimois (Yonne) pour la Gaule indépendante et celui du "Domaine des Forges" au Martys (Aude), qui, dès ses débuts, vers 60/50 av. J.-C., se trouve dans la province romaine de Transalpine (future Narbonnaise) (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 ; DOMERGUE *et al*. 1993). Sur ces grands sites sont couramment réalisées les premières étapes de la post-réduction (épuration et compactage) comme en témoigne la découverte d'un foyer et d'une barre de fer sur le site des "Ferrys" (La Bussière, Loiret) (REBISCOUL 2003). Sur les sites plus modestes, constitués d'un atelier unique, cette phase n'est généralement pas reconnue. De même, les sites de réduction, jusqu'ici placés immédiatement sur les gisements de minerai de fer, se trouvent parfois à quelque distance des ressources minières. Cet éclatement de la chaîne opératoire traduit l'intégration de la métallurgie du fer dans un schéma d'échanges.

La fouille des sites de réduction ne met, ainsi, que très rarement en évidence des structures ou des déchets associés à la phase d'épuration. Dans plusieurs cas, on suppose que les masses de fer brut sont transportées en dehors des sites de traitement du minerai, mais on ne sait pas exactement vers où. Ainsi, les sites de réduction pour lesquels on possède une installation de post-réduction sur place sont rares[5]. Ces ateliers sont, en fait, difficiles à identifier sans une fouille exhaustive et surtout sans examen de laboratoire des déchets recueillis. La multiplication des analyses métallographiques menées sur les vestiges de post-réduction, notamment dans les agglomérations protohistoriques, permet de cerner certains ateliers de traitement de masse brute issue du bas fourneau (ORENGO 2003 ; BAUVAIS, FLUZIN 2006). Mais, proportionnellement, ce sont les sites spécialisés dans l'épuration qui manquent (ORENGO, FRÉNÉE, FLUZIN 2000). Ces ateliers sont le "chaînon manquant" entre la réduction et la forge.

C'est également à partir de La Tène finale que commencent à se dessiner des zones géographiques plus ou moins étendues dans lesquelles le potentiel minier est exploité de façon intensive. Ces zones de productions sont de tailles et de chronologies variables et peuvent compter à peine une dizaine de sites réunis sur quelques kilomètres carrés et jusqu'à des centaines d'amas de scories répartis sur des surfaces correspondant à plusieurs cantons actuels. Il est difficile d'établir la chronologie exacte de ces zones de production, les traces anciennes étant, comme on l'a vu, très ténues. La fouille de sites très importants montre en outre que, bien souvent, la masse des scories romaines cache des vestiges antérieurs et rend difficile la perception de réoccupations ponctuelles.

La période romaine marque l'apogée de la production sidérurgique dans de nombreuses zones en France et Europe, même si on ne connaît que très rarement la durée d'occupation précise des sites au sein de ces secteurs. Nous ne pouvons par exemple pas encore cerner les différences existantes entre Haut et Bas-Empire, faute de datations suffisamment précises et nombreuses (LEROY 2001). Ensuite, on perd le fil des évolutions après le Ve s. Plusieurs sites des VIIe-Xe s. sont toutefois connus en Lorraine, en Suisse et en Berry mais trop peu pour commencer à en tirer des conclusions générales (LEROY, FORRIÈRES, PLOQUIN 1990 ; ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 ; ABETEL 1992 ; PELET 1993 ; LEROY, MERLUZZO 1998 ; BARBÉ *et al.* 1987). Tout juste peut-on dire que ces ateliers sont plus

[5] (par exemple, "Le Domaine des Forges", Les Martys (Aude) : DOMERGUE *et al*. 1993 : 312-323 ; DOMERGUE, JARRIER, TOLLON 1999 ; FABRE 2004 ; "Le Latté" à Oulches (Indre) : DIEUDONNÉ-GLAD 2000 ; "Les Ferrys" à La Bussière (Loiret) : REBISCOUL 2003).

modestes. Aucun n'atteint le volume des ferriers repérés pour l'époque antique. Mais, encore une fois, il faut se méfier, d'innombrables sites restant à dater et les études à venir pouvant rapidement contredire ce constat.

Au début des années 1960, plusieurs auteurs ont contribué à donner du haut Moyen Âge l'image d'une période où le fer est absent et sa production presque inconnue. S'appuyant sur l'inventaire de l'abbaye d'Annapes, près de Lille, datant du Xe s., G. Duby a dressé le tableau d'un domaine carolingien où les outils en fer sont rares et de toute évidence insuffisants pour assurer l'entretien des terres (DUBY 1969 : 22-25). Cette conception misérabiliste a été remise en cause par M. Arnoux (1993 : 17). Ce dernier cite la liste des objets en fer du domaine de Staffelsee, premier du recueil dans lequel figure l'inventaire d'Annapes, bien plus abondant, démontrant que cette impression est en grande partie fausse. Le faible nombre d'objets ferreux mis au jour sur les sites de cette période ne doit pas non plus servir d'argument pour justifier le manque d'objets en fer durant cette période. Le fer, à la différence de la céramique, peut être facilement récupéré et réutilisé. Le site d'Andone donne d'ailleurs une image tout autre. Les outils en fer sont, ici, nombreux. Leur étude métallographique a montré, en outre, que les artisans avaient une bonne maîtrise des techniques de forge (DEBORD, DIEUDONNÉ-GLAD 1993). Malheureusement, les preuves archéologiques de la production sidérurgique mérovingienne sont encore peu nombreuses. Une seule zone de production est reconnue pour cette période, dans le Jura Suisse (ESCHENLOHR 2001). Peu de sites de cette période ont fait l'objet d'une fouille exhaustive. On ne peut se référer, pour la France, qu'aux sites de Ludres et de Saint-Dizier (LEROY, FORRIÈRES, PLOQUIN 1990 ; LEROY, MERLUZZO 1998).

2.2.3. Du Moyen Âge central à la fin du procédé direct

L'état des lieux pour les périodes postérieures est encore plus délicat à établir. Les quelques sites connus pour les époques mérovingiennes et carolingiennes montrent une concentration des phases de la chaîne opératoire et leur intégration dans l'habitat. C'est le cas des sites étudiés par M. Leroy et P. Merluzzo à Saint-Dizier, où les bas fourneaux prennent place dans une zone densément occupée entre le VIIIe et le XIIe s (LEROY, MERLUZZO 1998). Sur le site des "Fourneaux" à Vert-Saint-Denis, extraction, habitat et réduction voisinent du VIIIe au XIe s. (Seine-et-Marne) (DAVEAU, GOUSTARD 2000a ; 2000b). La production sidérurgique en contexte d'habitat est donc bien représentée à partir du VIIIe s. et pour le début du Moyen Âge central même si on ne peut pas toujours identifier les structures (GOUSTARD *et al.* 1998 ; CARPENTIER, DUNIKOWSKI, ZAOUR 2005). Malheureusement, aucun atelier de réduction spécialisé et son ferrier n'ont été fouillés, en France, pour la période du XIIIe au XVe s. Nous ne pouvons donc restituer l'évolution de la production immédiatement antérieure ou contemporaine de l'installation des premiers hauts fourneaux.

Paradoxalement, c'est à partir de cette période que l'on commence à percevoir les structurations sociales de la production dans plusieurs régions d'Europe de l'Ouest. On connaît – ou l'on soupçonne – l'existence de métiers de férons en Normandie, dans le Berry, dans la région de la forêt de Dean en Angleterre et dans les Alpes (ARNOUX 2001). Le cas le mieux connu est l'exemple normand. Les textes réunis et étudiés par M. Arnoux fournissent l'image de communautés de férons

puissantes et fermées (ARNOUX 1993). L'existence de ces métiers est essentiellement connue par les relations, plus ou moins houleuses, qu'ils entretenaient avec les propriétaires fonciers (seigneurs laïques et abbayes) pour l'approvisionnement en bois et en minerai.

Malheureusement, là aussi, les données archéologiques font défaut. Nous ne pouvons pas encore clairement établir les cadres de travail de ces férons médiévaux. C'est à peine si des zones de production de cette époque sont repérées (BERNOUIS 1991). Il semble que les grands secteurs de production de l'Antiquité sont toujours ou à nouveau exploités. C'est le cas pour le Pays d'Othe, pour lequel on possède quelques textes et de très nombreux sites de réduction, pour la plupart non datés (BECK, BRAUNSTEIN, PHILIPPE 1992 ; BECK *et al.* 1992). Ceci semble également être vrai pour le Weald et la forêt de Dean en Angleterre (CLEERE, CROSSLEY 1995).

La réduction directe survit toutefois à l'apparition du haut fourneau dans plusieurs régions. Dans le Pays Basque et le nord de l'Espagne se développe un nouveau type de fourneau, où la réduction du minerai se déroule toujours à l'état solide (filière directe) mais où l'énergie hydraulique est mise à profit pour actionner les soufflets et permettre ainsi le traitement de plus grandes quantités de minerai. Ces "forges catalanes" ou "moulines" sont connues par les textes dans le comté de Foix (Ariège) et ont fait l'objet de fouilles et d'expérimentations archéologiques, notamment en Andorre ou au pays basque espagnol (VERNA 2001 ; URTEAGA 2002 ; URTEAGA *et al*. 2000).

2.3. Fer et économie

L'étude d'une activité comme la production sidérurgique se heurte à plusieurs débats historiographiques. Le plus vieux et le plus marqué d'entre eux est celui de la place prise par le commerce et l'artisanat dans l'économie ancienne. En fait, les racines de la polémique sont plus profondes, puisque c'est la nature même de cette économie qui est l'objet d'une querelle qui oppose, depuis plus d'un siècle, deux écoles de pensée. Les recherches archéologiques, initiées dans les années 1970, ont contribué à réviser certaines des positions tenues jusque-là. Malgré ce relatif consensus, les travaux portant sur l'artisanat se fondent encore souvent, consciemment ou non, sur des conceptions qui sont loin de faire l'unanimité dans le milieu historique. Il paraît donc nécessaire de faire un rapide point sur ce sujet.

2.3.1. L'économie antique : historiographie d'un débat passé

2.3.1.1. Le débat sur la nature de l'économie antique

L'économie antique a été, au cours du siècle passé, l'objet d'un débat intense opposant deux écoles, deux conceptions, fermement opposées. Les idées développées dans ces deux camps ont largement influencé les recherches menées sur l'artisanat et marquent encore, consciemment ou non, les travaux de chercheurs. Cette querelle, aujourd'hui largement apaisée, mérite donc d'être évoquée, ne serait-ce que pour éviter d'y retomber.

La controverse sur la nature de l'économie antique naît à la fin du XIXe s. en Allemagne. En 1893, l'économiste K. Bücher découpe l'histoire de l'économie en trois phases : *Hauswirstschaft* ou *Oikenwirstschaft* (économie domestique), *Stadtwirstschaft* (économie urbaine) et *Volkswirstschaft* (économie nationale) (BÜCHER 1893 ; 1922 textes reproduits dans FINLEY 1979). Il place, de manière arbitraire, l'économie antique dans le premier stade, celui d'une économie domestique autarcique où "les biens sont avant tout consommés dans les unités économiques où ils sont produits" (ANDREAU 1988 : XLIX). Il creuse ainsi un fossé entre celle-ci et l'économie du Moyen Âge ou d'Ancien Régime, dans lesquelles les biens quittent la sphère des producteurs pour passer aux consommateurs, d'abord directement, puis par un réseau plus ou moins complexe d'intermédiaires (*ibid*.). Cette théorie, empreinte d'une vision de progrès propre à la fin du XIXe s., ne s'appuie sur aucun argument historique valable. La réaction ne se fait pas attendre. L'historien de l'Antiquité E. Meyer présente une interprétation de l'économie romaine utilisant les concepts économiques issus du capitalisme (MEYER 1924b ; 1924c textes reproduits dans FINLEY 1979). Cette position a été défendue avec virulence par M. I. Rostovtzeff, dès 1900, et ce en réponse aux évidentes contradictions des classes établies par K. Bücher. Avec son ouvrage *Social and Economic History of Roman Empire*, il devient le chef de file d'une vision "moderniste" de l'économie antique (ROSTOVTZEFF 1926). En 1973, M. I. Finley publie un ouvrage dans lequel il rejette en bloc ces conceptions et revient, pour partie, aux idées de K. Bücher, mais s'inspire également des écrits de sociologues tels que K. Polyani ou M. Weber (FINLEY 1973). M. Finley entraîne dans son sillage un grand nombre de chercheurs, notamment autour de lui, à

Cambridge, formant ainsi une école de pensée prônant une vision "archaïque" de l'économie antique : l'ancienneté de la controverse entre "modernistes" et "primitivistes" explique l'abondance de la bibliographie sur ce sujet.

Toutefois, ces positions sont aujourd'hui considérées comme excessives. Elles se réfèrent de façon trop explicite au système économique moderne et usent de termes fortement connotés issus du vocabulaire contemporain (classe sociale, bourgeoisie, industrie). La conception actuelle de l'économie antique a repoussé ce débat. La comparaison imposée entre l'économie antique et l'économie actuelle, qu'elle soit positive ou négative, est anachronique. Les recherches en cours visent donc plus à définir les caractères propres de cette économie. Ainsi, la majorité des chercheurs récuse l'utilisation des termes issus de l'économie contemporaine, telle qu'industrie, capitalisme, bourgeoisie ou même classe sociale.

Là où les positions ont le plus évolué, c'est dans le débat sur l'importance des activités non agricoles dans l'économie antique (MATTINGLY, SALOMON 2001b). Si la place primordiale des productions agricoles alimentaires n'a pas été contredite, celle du commerce et des activités artisanales a été largement revue (MATTINGLY, SALOMON 2001a). La thèse d'habilitation récemment soutenue par M. Polfer éclaire la question dans la perspective de l'étude de la place de l'artisanat dans l'économie des Gaules à l'époque romaine (POLFER 2001b ; 2005). En outre, les travaux d'A. Ferdière ont précisé l'impact des *a priori* et des effets de sources qui influencent lourdement notre perception de l'artisanat antique et plus spécifiquement celui des Gaules (FERDIÈRE 1999 ; 2001 ; 2003 ; 2005a : 107-109 et 241-255 ; 2005b ; à paraître).

2.3.1.2. Le problème de la "ville de consommation"

Parmi les points d'achoppement qui ont existé entre les visions antagonistes de l'économie antique la place de la ville est un l'un des concepts qui a fait couler le plus d'encre. La notion de "ville de consommation", développée au début du XXe s. par deux sociologues allemands (SOMBART 1902 ; WEBER 1909 ; 1921), a été reprise au début des années 1970 par M. I. Finley dans une perspective économique (FINLEY 1973). Elle a fait, depuis, l'objet de querelles et de mises au point (LEVEAU 1983 ; BRUHNS 1985 ; WHITTAKER 1990). Les archéologues ont apporté des données essentielles, renouvelant la question des productions artisanales urbaines (BÉAL, GOYON 2002). Pendant longtemps, les tenants du "tout rural" se sont opposés à ceux du "tout urbain", malgré la stérilité apparente de ce débat (FERDIÈRE 1999). Dans le courant des années 1990, les recherches menées sur les agglomérations non-capitales de cités, baptisées "agglomérations secondaires", ont démontré le rôle de ces groupements dans les productions artisanales (PETIT, MANGIN 1994a et b ; MANGIN, JACQUET, JACOB 1986 ; BELLET *et al.* 1999). La position actuelle est, comme pour la situation de l'économie en général, sortie de l'opposition manichéenne entre "ville de production" et "ville de consommation". La ville, ses campagnes et les relais que forment les "agglomérations secondaires" forment un système, un tout, qu'il semble artificiel de vouloir découper au plan économique. Le rejet de l'opposition n'empêche pas l'existence de nuance entre les productions artisanales urbaines et

celles rurales. En outre, comme pour l'économie antique, les idées antagonistes développées au cours du XXe s. sont encore parfois présentes dans les recherches actuelles.

À ces débats historiographiques s'ajoute l'analyse de quelques textes montrant les relations parfois complexes qu'entretenait la ville avec ses artisanats, qu'ils soient uniquement destinés à la consommation urbaine ou tournés vers la commercialisation à une plus grande échelle. J.-C. Béal a effectué une relecture des quelques textes disponibles pour l'Antiquité romaine dans le Bassin Méditerranéen (BÉAL 2002). Il conclut : "Dans leur diversité, ces textes suggèrent donc que, dans les régions qu'ils concernent, la présence ou l'absence des artisanats dans le milieu urbain antique tient à plusieurs facteurs : perception plus ou moins négative de l'artisan, façon de définir la richesse d'une ville et sa dignité, ou concurrence entre milieux et groupes sociaux" (BÉAL 2002 : 13).

Les découvertes archéologiques n'apportent pas de réponse univoque. En effet, l'interprétation de la documentation matérielle se heurte à deux problèmes : se trouve-t-on en milieu urbain ? Et comment qualifier la production (importance économique des ateliers) ? Seules les capitales de cités sont considérées ici.

Se pose en premier lieu la question de la limite de la ville. Comme le souligne A. Ferdière, le monde rural se définit par la négative, comme "tout ce qui n'est pas urbain" (FERDIÈRE 1999 : 9). Et le même s'interroge : "où commence la périphérie des villes, où finissent les faubourgs ?" (*ibid.*). La tradition historiographique repousse les artisanats dans les quartiers périphériques, les *suburbia*, sur la foi d'exemples hors norme, comme celui de Rome (MOREL 1992 : 294). Ceci pourrait être le cas des ateliers métallurgiques d'Autun, situés en bordure du rempart mais *intra muros* (CHARDRON-PICAULT, PERNOT 1999). La topographie des découvertes archéologiques d'installations ou de rejets artisanaux n'est, en fait, pas explicite. Si des exemples montrent bien l'existence d'installations artisanales en périphérie (à Bavay ou à Trèves), d'autres attestent de productions diversifiées au cœur du tissu urbain (Saintes et Reims) (LORIDANT 2002 ; LUIK 2002 ; HILLAIRET 1998 ; DERU 2002). Certains cas sont plus complexes. Les artisanats peuvent se situer *intra muros* (pour les villes qui sont munies de remparts) mais à l'extérieur du tissu urbain, comme cela semble être le cas à Avenches (MEYLAN-KRAUSE 2002 : pl. 3). Le problème est ici de savoir dans quelle mesure les surfaces incluses dans les fortifications sont réellement urbanisées. Dans certaines villes, les activités artisanales semblent se concentrer dans un espace réservé. C'est le cas notamment à Autun et, pour le cas qui nous occupe, à Jublains (CHARDRON-PICAULT 2002 ; BOCQUET 2002a ; 2004). Toutefois, ces "quartiers artisanaux" sont eux aussi situés en limite des zones urbanisées. En outre, cette concentration ne pourrait être le fruit d'un "effet de source", ces secteurs étant souvent la seule partie connue ou fouillée extensivement dans ces villes.

L'archéologie prouve donc que la ville et/ou sa périphérie (quel que soit son statut juridique) produit. Même si cela semble incontestable, l'évaluation des activités artisanales urbaines reste délicate et il faudrait bien entendu apporter des nuances à ce propos en fonction des artisanats et des étapes de la chaîne opératoire spécifique à chaque type de production. Il est, en effet, souvent difficile de savoir si les déchets mis au jour sont issus de productions ponctuelles (chantier, activité domestique) ou de véritables ateliers pérennes. Toutefois, pour les villes les mieux étudiées, les

vestiges découverts ne révèlent jamais une production de masse (FERDIÈRE 2001 : 13). Certaines paraissent même dépourvues d'artisanat, comme cela semble être le cas de Tours (CHIMIER 2002 ; GALINIÉ 2007). La production des villes antiques, en tout cas en Gaule romaine, semble donc modeste et ne représente pas une raison d'exister de ces villes.

2.3.2. La place de la production sidérurgique dans l'économie

Les perspectives économiques n'ont pas encore été clairement développées pour la sidérurgie ancienne. M. Mangin est revenu sur la notion de "blocage" technique dans le domaine des mines et de la métallurgie (MANGIN 1989). Toutefois, son enquête s'appuie essentiellement sur les mines de métaux précieux. Pour la sidérurgie, il n'évoque que le volume de production des sites de réduction, qui ne traduit pas réellement un progrès technique, mais plutôt une concentration de la production. J. Andreau a publié deux articles de synthèse sur les mines antiques, approchant la question de la propriété, de la gestion mais également de la main d'œuvre et de l'histoire des techniques (ANDREAU 1989 ; 1990). Cette dernière étude s'appuie néanmoins principalement sur une relecture des textes et non sur des données archéologiques et concerne essentiellement les exploitations de métaux précieux des provinces ibériques et danubiennes. Malgré l'abondance des recherches dans ce domaine en France au cours des vingt dernières années, la sidérurgie est restée à l'écart des débats économiques. Les historiens ne se sont pas véritablement penchés sur cette question, pour une raison simple : il n'y a pas ou peu de textes sur le sujet, en tout cas pour les Gaules. Ceci n'a pas empêché les archéologues d'avancer des hypothèses sur l'importance économique de sites ou de zones de production.

L'estimation précise du volume de déchets, proportionnel dans une certaine mesure à celui de fer produit, est le premier témoignage de ce souci. Ainsi, H. Cleere fournit, dès 1976, des données chiffrées sur la quantité de scories que renferment les ferriers du Weald et tente d'en déduire, par des calculs fondés sur des expérimentations, le volume de métal produit par année et le nombre d'homme que cette activité occupait (CLEERE 1976). Ces chiffres demeurent, cependant, encore largement fondés sur des estimations à vue, sans calcul mathématique. Des évaluations de la production des ateliers du "Domaine des Forges" sont proposées peu de temps après (DOMERGUE, REBISCOUL, TOLLON 1982). Le poids de déchets est alors estimé entre 400 000 et 1 000 000 de tonnes de scories (*id.* : 229). À partir de ces premiers essais, l'évaluation du volume de déchets est un point important lors de la fouille des sites sidérurgiques (ESCHELOHR, SERNEELS 1991 : 99-106 ; LEROY, CASAROTTO, MERLUZZO 1994 : 43-44 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 122). Les méthodes d'évaluation se précisent et se rationalisent après 1990. En 1998, P.-M. Decombeix révise le volume des ferriers du "Domaine des Forges". Il avance une valeur de 140 000 m^3 pour un poids estimé à 112 000 t, soit beaucoup moins que l'estimation des années 1980 (DECOMBEIX *et al.* 1998). À la suite de la fouille du site mérovingien des "Boulies" (Boécourt, Jura suisse), V. Serneels a proposé une nouvelle approche de la quantification de la production, fondée sur les analyses chimiques (ESCHELOHR, SERNEELS 1991 : 99-106 ; SERNEELS 1993 ; 1995). Cette méthode permet d'établir le rendement théorique de l'opération de réduction et de fournir ainsi le poids de fer produit par rapport à la quantité de scories. Malheureusement, ce genre d'estimation n'a pas encore été appliqué de manière systématique pour les ferriers fouillés, faute de temps et de moyens. Les sites pour lesquels on dispose

d'une fourchette de production sont donc rares. Ceci empêche d'estimer avec précision l'impact économique de ces sites.

Paradoxalement, ces données n'ont jamais été replacées dans le cadre plus vaste du débat historiographique sur la nature de l'économie ancienne. Néanmoins, on peut clairement percevoir parmi les chercheurs spécialisés dans l'étude de la sidérurgie, une nette tendance à adopter une vision "maximaliste". Ce penchant est en partie dû à l'importance des amas de déchets. Les ferriers de plusieurs milliers de mètres cubes impressionnent. La métallurgie du fer, dont l'importance a été jugée d'après les "collines" de scories qu'on connaît dans l'Yonne ou le pays d'Othe, a été vue par beaucoup comme une des activités essentielles des Trois Gaules (DOMERGUE 2004a : 209-210 ; DOMERGUE *et al*. 2006 : 139). Ce n'est sans doute pas faux pour certaines régions mais on ne peut généraliser cette idée à l'ensemble du territoire de ces provinces.

Cette vision fait écho à celle de l'artisanat gaulois en général. En Gaule, la question de l'artisanat a souvent été traitée sous le seul angle de la production céramique et plus particulièrement de celle de la sigillée. La diffusion quasi "mondiale" (pour l'époque) de ce type de poterie et l'importance des représentations d'artisans sur les stèles funéraires des Trois Gaules ont contribué à forger le mythe du dynamisme de l'artisanat gaulois. Cette image, non dépourvue d'un certain nationalisme latent, doit être remise en cause (FERDIÈRE 2005b : 7). Ainsi, pour le cas présent, l'importance de la sidérurgie sur le territoire national ne doit pas être vu comme une spécificité et on peut rappeler, en guise de contrepoint, l'existence de grandes zones de production en Italie (Ile d'Elbe, Populonia), en Grande-Bretagne (Weald, Forest of Dean) et dans les provinces danubiennes (Illyrie, Norique, Dacie), durant la période romaine (SIMONIN 1858 ; CLEERE 1974 ; 1983 ; DUSANIČ 1977 ; 1989 ; CREW 1991b ; CLEERE, CROSSLEY 1995 ; HODGKINSON 1999), régions qui n'ont pas encore fait l'objet de recherches aussi poussées qu'elles le mériteraient.

Pour C. Goudineau, les zones de productions sidérurgiques des Trois Gaules suffisent seulement à satisfaire le marché local et ce dernier auteur n'envisage pas l'exportation de fer (GOUDINEAU 2000 : 474-475). La découverte de cargaisons de barres de fer semble bien pourtant indiquer le contraire. Comme on l'a vu, on ne dispose pas à l'heure actuelle d'évaluations chiffrées pour les grands centres de production à l'échelle européenne (DOMERGUE 2004a : 209-210). Bien sûr, ces données sont difficiles à acquérir. Le volume de déchets, le calcul de production, la durée de fonctionnement, la contemporanéité des sites voisins ne peuvent être démontrés qu'au prix de sondages, de datations de laboratoire et d'analyses chimiques et encore difficilement. Malgré ces difficultés, il semble nécessaire que les archéologues intègrent ces questionnements économiques dans leurs travaux sur l'artisanat.

V. Serneels a tenté d'appliquer ces différentes problématiques à la sidérurgie ancienne (SERNEELS 2004 ; 2007). Il s'agit le plus souvent d'observations et de pistes, plus que de données tangibles. Malgré cela, quelques-unes des idées qu'il présente peuvent servir de base de réflexion pour estimer la place tenue par la production et la consommation du fer dans l'économie des sociétés, et plus spécifiquement durant la période romaine.

Comment estimer si la production sidérurgique est importante ? Cette question est bien sûr à la base de toute réflexion économique, puisque seul le dégagement d'une production dépassant les besoins du groupe producteur peut entraîner des échanges. Il faut pour y répondre savoir à partir de quel seuil la production dépasse les besoins. Pour V. Serneels, on peut estimer que ce palier est atteint si la production est suffisante pour confectionner les objets pour lesquels le fer est indispensable (outils et armement) (SERNEELS 2004 : 206). Ainsi, l'utilisation de fer dans des domaines où son usage n'est pas strictement nécessaire (habillement, construction) peut être interprétée, selon lui, comme la marque d'une production satisfaisante voire excédentaire. Au contraire, si la quantité de fer produite n'est pas suffisante pour produire ces objets, c'est la pénurie (*ibid.*). Cette quantité "critique" amène naturellement à réfléchir sur la quantité de métal en circulation, qu'on peut désigner sous le terme de "stock de métal" pour une période et un territoire donnés.

Ce propos doit cependant être nuancé. Le fer est plus ou moins abondant et accessible en fonction du contexte social, économique ou topographique au cours d'une même période et dans une même région. Selon qu'on est en milieu urbain ou rural, pauvre ou riche, plus ou moins éloigné des sites producteurs, la consommation du métal varie. En outre, il ne faut pas nier trois aspects de la question qui gênent l'appréciation de cette consommation : en premier lieu, il ne faut pas faire de projection ou de transfert sur les sociétés anciennes. Il n'est pas possible d'affirmer que les Romains, et plus généralement que les populations pré-industrielles, maîtrisaient réellement cette notion de "stock", proche, dans les faits, du principe d'"offre et demande". La seconde difficulté est que, sur la plupart des sites archéologiques, la récupération du métal *a posteriori* rend vaine toute tentative de quantification du métal consommé. Les archéologues constatent régulièrement que certains établissements dont les constructions comme les dimensions laissent supposer une population aisée ne livrent pas plus de métal, en quantité, qu'une installation apparemment plus modeste. La "richesse", souvent toute relative, ressort essentiellement de la variété fonctionnelle des objets mis au jour. Le cas est encore plus complexe pour les contextes votifs ou funéraires pour lesquels la nature du mobilier déposé est souvent sujette à des surinterprétations (BATAILLE, GUILLAUMET 2006). Enfin, en fonction des sociétés, la culture matérielle peut être plus ou moins fondée sur l'utilisation de métal. L'usage du fer peut donc être, dans certaines populations, modeste sans que cela signifie que le "stock" de métal est insuffisant.

Le concept de "stock" de métal est donc peut-être intéressant d'un point de vue heuristique mais ne trouve pas d'application générale. Pour l'époque romaine et dans les régions qui nous intéressent – les Trois Gaules, la Narbonnaise et les Germanies –, l'utilisation massive de fer dans la vie domestique aussi bien que dans la construction (il y a peu de sites de cette période qui ne livrent pas des clous de charpente) permet de supposer que le stock de fer était globalement satisfaisant, toutes précautions prises. En revanche, il est malaisé de définir ce qu'il en était pour les périodes précédentes ou postérieures.

Si l'on s'attache uniquement à une société stable, où les besoins techniques et culturels semblent homogènes (temps de paix, population stable, mode de construction homogène), la variation du stock de métal permettrait de donner des indications sur l'évolution de la production. V. Serneels donne les principales raisons de la fluctuation de ce stock. La première est l'usure du métal. Le fer

s'oxyde au contact de l'air, entraînant une perte importante. L'outillage est, en outre, usé par les frottements et l'affûtage. V. Serneels estime cette perte à environ 5 % de la masse de fer en circulation chaque année. Ce chiffre n'est fondé sur aucune étude rigoureuse mais paraît crédible. En théorie, la production doit donc couvrir cette perte au fur et à mesure pour assurer la stabilité du stock. Si la population s'accroît, la production doit augmenter. Si la production de fer dépasse ce taux, la diffusion à l'extérieur devient envisageable. À l'inverse, si la quantité de métal produit ne suit pas ces évolutions, la gestion du stock peut pallier le manque (récupération). Mais, toujours dans un modèle théorique, arrive un point où la masse de fer disponible est insuffisante pour couvrir les besoins minimaux, ce qui se traduit par une récession.

L'exemple de la période romaine pour les provinces des Gaules (Narbonnaise et Germanies comprises) paraît être le plus proche de cette situation théorique ; mais encore faudrait-il distinguer Haut et Bas-Empire. Comment peut-on traduire dans les faits les notions présentées par V. Serneels ? Comment, par exemple, peut-on estimer que la production d'un atelier de réduction est supérieure ou non à ce seuil de 5 % du stock "suffisant" (ceci sans croissance) ? À partir de quelle quantité de fer produite chaque année un atelier aura-t-il un impact sur la vie économique (échange, commercialisation à plus ou moins longue distance) ? La question est complexe. On ne peut pas clairement connaître l'aire dans laquelle la production d'un atelier peut être distribuée (densité de la population, voies de circulation, surface concernée par le marché). De surcroît, en fonction de la nature de l'encadrement (privée ou publique), la diffusion du métal produit par le site peut être contrôlée, voire limitée à un usage précis, de manière exclusive ou non. La situation est différente si le site s'inscrit dans une zone de production plus ou moins vaste. En outre, on ne peut exlcure la possibilité d'échanges à plus ou moins longue distance dans un sens ou dans l'autre même pour de très petits sites (exportation ou importation). Alors, peut-on répondre à cette question ? Oui et non.

Comme on l'a vu, les données archéologiques permettent d'estimer le volume de métal produit et, dans les cas favorables, la durée d'occupation. À partir de là, il est possible d'établir une production moyenne par année. Juger si celle-ci est supérieure ou non aux besoins relève de l'interprétation. La structuration de l'atelier, la division et la rationalisation des tâches (spécialisation) sont autant de pistes pour distinguer un site de production occasionnelle d'un autre tourné vers la production de masse et donc sur l'échange. Bien sûr, cette interprétation nécessite de disposer de données, donc de fouiller les ateliers.

Pour le site du "Domaine des Forges", aux Martys (Aude), où environ 37 000 t de fer auraient été produites en 320 ans, dans une région où il n'y a pas d'agglomération importante connue, le débouché commercial relativement lointain semble être le seul envisageable (DECOMBEIX *et al*. 1998). C'est également probablement le cas pour certains des grands centres de production de la Puisaye. Ce sont ces sites qui ont été interprétés comme des centres de productions aux mains d'investisseurs privés (publicains pour la Montagne Noire : DOMERGUE *et al*. 1993), de grands gestionnaires opérant pour le fisc ou des cités et peut-être des propriétaires fonciers. Le cas est déjà plus sensible pour des sites comme celui des "Fouetteries" au Clérimois (Yonne) où la production, estimée à 4 000 t de fer, s'étalerait sur près de sept siècles, avec, il est vrai, un hiatus. Pour les plus petits sites, les ferriers de quelques mètres cubes à quelques centaines de mètres cubes de scories, pour lesquels on ne possède

aucune information sur la durée d'occupation ou l'organisation de l'atelier, l'interprétation repose essentiellement sur le contexte. Un ensemble chronologiquement cohérent de sites petits à moyens peut être interprété comme une zone de production susceptible de dépasser les besoins locaux. Pour les sites isolés ou les zones pour lesquelles la coexistence des sites n'est pas assurée, on ne peut, en fait, rien dire.

L'estimation de la place de la production du fer dans l'économie est donc délicate. Comme dans beaucoup de domaines, l'archéologie peut souligner l'excès, mais difficilement la situation moyenne ou la carence. Sans rejeter le poids de la sidérurgie, il faut relativiser son importance.

Pour de nombreux sites, à l'instar des Martys pour la première estimation, la production a probablement été surestimée. En outre, les centres de production majeure attribuables de manière certaine à l'époque romaine sont peu nombreux et se concentrent dans des régions bien circonscrites (Montagne Noire pour la Narbonnaise, Puysaie, pays d'Othe, Morvan, Berry pour les Trois Gaules). Même si la cartographie des zones de production est encore largement à faire, les principaux secteurs pressentis ne couvrent pas, à l'échelle du territoire gaulois, des surfaces très importantes (il ne faut pas se fier aux cercles placés sur les cartes). Si certains ont joué un rôle dans la production à l'échelle provinciale, signalons toutefois que les inscriptions comme les autres documents textuels, n'attestent pas un encadrement aussi fort que celui des provinces danubiennes, pour lesquelles on manque encore de données archéologiques permettant d'évaluer la production (DUSANIČ 1977). Certes, le fait que la perception de l'impôt sur le fer des Gaules soit placée sous l'égide d'un procurateur de l'échelon centenaire prouve la valeur qu'accordait l'Empire à la gestion de cette ressource (PFLAUM 1960 ; 1978), mais elle ne permet pas d'évaluer l'importance économique réelle de cette production par rapport à d'autres, issues de l'artisanat ou non, comme le vin, les céréales, le tissu *etc*. Hormis les ferriers de la Montagne Noire, de la Puisaye ou du Pays d'Othe, les sites de réduction directe reconnus sur le territoire des Gaules, même si on l'étend ici à la Narbonnaise et aux Germanies, ne permettent pas réellement d'envisager l'exportation massive du fer gaulois en dehors des frontières de ces provinces. Ce n'est d'ailleurs peut-être pas un hasard si celui-ci n'apparaît pas dans la liste des différentes qualités de fer listées par Pline dans son *Histoire Naturelle* (PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, XXXIV, 142-145). Malgré les lacunes de nos connaissances, le poids de la production sidérurgique dans l'économie gallo-romaine doit être envisagé, dans la plupart des régions, au niveau local et régional.

L'évaluation de la quantité, même relative, des déchets et de métal produit (rendement) par la production du fer est donc, avec la définition de l'organisation des ateliers de réduction, la seule piste pour l'établissement de l'impact économique de la production dans une région donnée. Le nombre de sites, leur contemporanéité, leur durée d'occupation, le volume de résidus encore présent, l'estimation de celui produit, sont donc autant d'éléments à acquérir dans une étude des sites – un par un – au sein de chaque zone de production dans les régions qui restent encore largement à étudier.

2.3.3. Les activités de post-réduction

2.3.3.1. Le rôle économique des activités de post-réduction

La situation n'est pas plus aisée pour les étapes postérieures. Les ateliers d'épuration fouillés font défaut et l'importance de cette activité est mal connue. Représente-t-elle un surcoût ? En effet, si le traitement des masses brutes est fait dans un lieu différent de celui du minerai, pourquoi n'y aurait-il pas un lien commercial entre les deux étapes ? Les ateliers d'épuration pourraient acheter des massiots et revendre des barres de fer de qualités diverses, réalisant au passage une plus value. En fait, on ne sait presque rien de cette circulation.

À l'inverse, il est possible, voire très probable, que dans certains cas la chaîne complète soit placée sous le contrôle d'un entrepreneur, sans préjuger ici de son statut social. C'est en effet l'interprétation que l'on peut donner à la perception de l'impôt des mines fer de Memmia Sosandris sous forme de *massae*, qu'on peut traduire par "lingot" ou plutôt par "barres" (*CIL*, XIII, 1811 ; SABLAYROLLES 1989 : 159). Memmia Sosandris, propriétaire des mines, possède donc vraisemblablement également les ateliers de réduction et d'épuration permettant la réalisation de semi-produits commercialisables.

Si la propriété ou la gestion des ateliers de post-réduction nous échappe, l'évaluation de leur importance n'est pas plus aisée. En effet, elle ne peut se fonder uniquement sur l'évaluation du volume de déchets qu'ils ont laissé. Contrairement à la réduction, la quantité de résidus produite dans un foyer de forge n'est pas exactement proportionnelle au volume de fer travaillé (SERNEELS 1998b : 26). En outre, ces résidus sont souvent évacués et ne sont que très rarement découverts en relation avec les structures (foyer) (*ibid*.). V. Serneels a également proposé une première réflexion théorique sur le rôle économique des ateliers de forge d'élaboration (SERNEELS 1993 : 36-38 ; 1998b : 25-27). Ce dernier auteur distingue ainsi deux catégories :

a) les ateliers d'entretien et de réparation des objets de la vie courante, relevant donc de la consommation locale du métal ;

b) les ateliers de fabrication d'outils, plus ou moins standardisés, destinés à une commercialisation à plus ou moins longue distance.

Il s'agit bien sûr d'un modèle théorique, un seul atelier ayant pu remplir les deux fonctions. Il est toutefois difficile, à partir de la documentation archéologique, de distinguer ces catégories. On peut effectuer une autre distinction en fonction de la nature de la pièce de métal mise en œuvre et en intégrant ici la phase d'épuration. Je distinguerai trois niveaux :

1) les ateliers "primaires" utilisant une masse brute, issue du bas fourneau, et pouvant produire soit un demi-produit commercialisable, soit directement un objet fonctionnel ; ce sont les ateliers d'épuration et éventuellement d'élaboration "directe" ;

2) les ateliers "secondaires" mettant en œuvre des semi-produits épurés pour la production d'objets, standardisés ou non (élaboration "indirecte") ;

3) les ateliers "tertiaires" n'utilisant pas de semi-produits, mais travaillant à partir d'objets fonctionnels récupérés ou cassés (réparation, recyclage, entretien), situation dans laquelle on peut placer les forges de *villae* ou de relais routiers.

Une fois de plus, ces catégories ne sont pas exclusives et se recoupent avec les fonctions définies par V. Serneels. L'examen métallographique des culots de forge peut toutefois distinguer un rejet d'une opération de forge "primaire", d'autres "secondaires" et/ou "tertiaires". En outre, les chutes métalliques peuvent renseigner sur la nature du métal utilisé (chute d'objet coupé ou de barres). Il s'agit ici seulement de pistes.

2.3.3.2. Les forges rurales

La réduction du minerai est, de par ses matières premières (bois, minerai), une activité essentiellement rurale (FERDIÈRE 1999 : 11 ; DIEUDONNÉ-GLAD 1999 : 40). Il n'en va pas de même des activités de post-réduction, et plus particulièrement de la forge d'élaboration, dont le débouché direct est la distribution de ses produits (échange ou commercialisation). En cela, et selon les fonctions définies ci-dessus, les ateliers se trouvent en milieu rural ou urbain.

A. Ferdière a dit sa conviction que chaque *villa* ou ferme possédait une forge servant à l'entretien des outils, voire au recyclage (FERDIÈRE 1999 : 11). Les constats archéologiques sont moins évidents. La proportion des habitats ruraux livrant des déchets de post-réduction, du moins en prospection, ne représente qu'un tiers du total dans le Haut-Auxois ou dans le Finage (MANGIN 2000 : 9). L'étude systématique des vestiges de post-réduction découverts dans une cinquantaine de forges de la région d'Alésia, dont plus des trois quarts se trouvent en bord d'une voie, ont permis de mettre en évidence la réalisation des phases d'épuration (forge "primaire") dans les agglomérations secondaires, alors que les forges des relais routiers et des occupations rurales n'opéraient, à de rares exceptions près, que des activités d'élaboration et/ou de réparation (MANGIN 2000 ; MANGIN *et al*. 2000a ; 2000b).

La mise en évidence des activités de post-réduction sur les sites ruraux est délicate. Hormis l'exemple du Haut Auxois aucune région n'a fait l'objet d'une étude poussée sur ce sujet et nos connaissances sur le travail du fer dans les campagnes de Gaule romaine restent encore très limitées (voir FERDIÈRE 2006/2007). On peut s'interroger sur la circulation entre les sites de production et les sites de consommation ruraux, dont le modèle actuel fait passer le trajet par les agglomérations secondaires. La caractérisation des activités de forge sur chaque site d'une région est donc une étape importante pour la compréhension de la diffusion du fer. Cette démarche a fait l'objet d'une thèse récente portant sur l'Âge du Fer dans le bassin parisien, qui a démontré tout l'intérêt de cette approche (BAUVAIS, FLUZIN 2006 ; 2007 ; BAUVAIS 2007).

2.3.3.3. Les activités artisanales dans les capitales de cité

Des études semblables sont en cours sur certains *oppida* de l'Indépendance (BERRANGER, FLUZIN 2007). On ne dispose malheureusement pas encore de ce type de données pour les capitales de cités antiques. Toutefois, plusieurs d'entre elles ont livré des vestiges des étapes de post-réduction, essentiellement de forge d'élaboration (Metz : LEROY *et al*. 1990 ; Bordeaux : LEBLANC 1997 ; Autun : SERNEELS 1998b ; CHARDRON-PICAULT, PERNOT 1999 ; CHARDRON-PICAULT 2002 ; Jublains : BOCQUET 2002a ; BOCQUET *et al*. 2004 ; pour les villes de Lyonnaise et les cités du nord-est de l'Aquitaine : FERDIÈRE 2006/2007). La ville joue donc un rôle dans la production et la diffusion du fer. D'un point de vue théorique, en s'inspirant du modèle des géographes présenté par H. Galinié (2000 : 35-38), on peut placer les forges des villes dans un système de fonctions urbaines de trois ordres :

- primaires ou banales : "celles qui sont nécessaires au fonctionnement de la ville et à la satisfaction des besoins quotidiens de la population" (*ibid*. : 35) ;

- secondaires ou développées : "celles qui sont fondées sur l'exploitation d'une ressource locale, la mise à profit d'une localisation avantageuse et entraînant la multiplication des activités de production, de transformation, d'échange" (*ibid*. : 35-36) ;

- tertiaires ou statutaires : "celles qui découlent du choix d'implantation des ses représentants dans la ville par une autorité extérieure" (*ibid*. : 36).

Les quantités de résidus de forge mises au jour dans les capitales de cités plaident pour des activités de consommation immédiate qu'on pourrait juger justes suffisantes à la satisfaction des besoins de la population et donc placer parmi les fonctions primaires. En revanche, la *Notitia Dignitatum*, document administratif de la fin du IVe ou du début du Ve s., mentionne la présence de fabriques d'armes contrôlées par l'administration impériale. Plusieurs agglomérations sont citées, parmi lesquels Mâcon, Strasbourg, *Argentomagus*/Saint-Marcel et Autun. On pourrait voir dans ces mentions la présence dans ces villes de forges "statutaires". Toutefois, ces agglomérations étaient plus certainement le siège du bureau de collecte des productions d'ateliers répartis dans les campagnes (FERDIÈRE à paraître). D'ailleurs aucune d'entre elles n'a livré les traces évidentes de ces ateliers. La métallurgie du bronze et du fer mise en évidence à Autun est relativement modeste et ne correspond probablement pas à un centre de production important (SERNEELS 1998b). Le cas d'*Argentomagus* est alors intéressant : placée parmi les fabriques d'armes dans la *Notitia Dignitatum*, cette agglomération secondaire est entourée de sites de réduction directe du fer dont une partie au moins, fonctionnait durant le Bas-Empire (DIEUDONNÉ-GLAD 2000). Cependant, aucun cas semblable n'est encore connu pour une capitale de cité. Enfin, il ne semble pas exister de capitale ayant mis à profit les ressources en fer pour en faire une production de masse, vouée à la commercialisation et à l'échange, entrant dans le cadre du second point.

La caractérisation des types d'opérations pratiquées en milieu urbain, mais aussi leur récurrence et leur importance, peut servir de piste pour établir la place de la ville, capitale de cité, dans

la consommation du métal. Pour cela, les résidus doivent être comptabilisés et bénéficier des approches archéométriques développées par les exemples pionniers d'Alésia et du Haut-Auxois.

2.3.3.4. Activités sidérurgiques dans les agglomérations secondaires

Entre ville et campagnes se trouvent les agglomérations dites "secondaires". Le cas le plus anciennement étudié, pour la sidérurgie en tout cas, est certainement celui d'Alésia (MANGIN 1981 ; 1982 ; 1983 ; *et al*. 2000a). D'autres agglomérations secondaires ont fait l'objet d'études partielles ou exhaustives sur les activités sidérurgiques. Parmi elles, on peut citer : Bliesbruck (Moselle) (FORRIÈRES, PETIT, SCHAUB 1987 ; 1989), le "Camp de Saint-Dié" à La Bure (Vosges) (LEROY 1996), Rom (Deux-Sèvres) (DABAS, DIEUDONNÉ-GLAD, POIRIER 2002), les agglomérations antiques de la Côte d'Or[6] (MANGIN *et al*. 2000b) et la série étudiée en première approche par M. Bienfait[7] (2002). La phase de réduction du fer a été proposée pour plusieurs d'entre elles, les positions ayant changé plusieurs fois. Par exemple, à Bliesbruck, M. Bienfait rejette cette hypothèse, proposée aux débuts des travaux sur ce type de sujet (*ibid*. : 72). À Alésia, cette possibilité a été évoquée, retirée puis avancée de nouveau, sur la foi de nouveaux examens archéométriques (MANGIN *et al*. 2000a). Le traitement du minerai demeure néanmoins très hypothétique dans les agglomérations d'Alésia, Sombernon et Darcey (*ibid*.). Pour Entrains-sur-Nohain et Seveux, M. Bienfait a identifié des rejets de traitement du minerai mais souligne, à juste titre, qu'en l'absence de structures *in situ*, ces résidus ne peuvent être interprétés comme le signe d'une activité sur place (BIENFAIT 2002 : 71). Cette remarque peut être également faite pour les sites précédents où aucun fourneau n'a été mis au jour. Le constat est donc proche de celui fait pour les capitales de cité : la réduction est du domaine rural.

Il peut cependant exister des groupements de population dont la fonction exclusive semble être la production du fer. Les cas sont peu nombreux, mal étudiés et se concentrent dans les départements de l'Yonne et de la Nièvre, où la production, on l'a dit, semble avoir été la plus importante sur le territoire national[8]. On ne citera que l'exemple du site du "Chêne-de-Haut-le-Pied" à Joigny (Yonne) où se trouvent, au sommet d'une butte de scories de plusieurs hectares, un balnéaire, un *fanum*, des puits ainsi qu'un ensemble de bâtiments construits sur les scories (LACROIX 1957 ; DELOR 2002 : 206 ; NOUVEL 2004 : 210-217, annexe B, p. 296 et plan : annexe A, pl. A346, p. 203). On pourrait discuter du fait qu'il s'agit d'une agglomération où d'une installation domaniale, mais le fait est que l'activité sidérurgique semble être l'activité exclusive de ce site, occupé du milieu du Ier s. ap. J.-C. à la fin du IIIe s. ap. J.-C.

[6] Alésia, Blessey-Salmaise, Sombernon, Flavigny et les stations routières ou "villages" de Darcey, Thoste, Vic, Coulmier, Boux, Verrey et Arcenant (MANGIN *et al*. 2000a ; 2000b).
[7] Entrains-sur-Nohain (58), Seveux (70), Florange (57), Champallement (58), Saint-Valérien (89), Bliesbruck (57), Hettange (57), Vertault (21), Mathay (25), Saint-Aubin (39) (BIENFAIT 2002).
[8] Sites de "Étang de Saint-Ange" à Bussy-en-Othe (89), "Sévy" à Vénizy (89), de "Haut-le-Pied" à Joigny (89) et peut-être de "La Garenne" à Tannerre-en-Puysaie (89), du "Bois d'Éguilly" à Montlay (58) et enfin le village de Thoste (58) (NOUVEL 2004 : 210-217 ; PETIT, MANGIN 1994a : 30-32 ; 42-43 ; 86-87 ; MANGIN 1993 ; CHAPAT 1981 : 111).

Toutes les autres agglomérations ont livré des vestiges clairement identifiables des travaux de post-réduction[9]. À Alésia et à Blessey-Salmaise, les examens métallographiques réalisés par P. Fluzin attestent la réalisation de la phase d'épuration et d'élaboration au sein des ateliers (MANGIN *et al*. 2000a ; 2000b). Ces agglomérations secondaires jouent donc bien un rôle dans le traitement des masses de fer issues des ateliers de réduction ruraux. Elles sont le relais de transformation que l'on peut placer entre ville et campagne.

2.3.4. Le commerce du fer

Les découvertes d'épaves chargées de cargaison de barres de fer depuis les années 1980 ont permis d'acquérir quelques données sur le commerce du fer durant l'époque romaine, ou tout du moins de la fin de la République au début du Haut-Empire. La plupart de ces épaves ont été découvertes au large de l'embouchure d'un ancien bras du Rhône, en face des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône). Plusieurs articles ont fait le point sur cette question (LONG, RICO, DOMERGUE 2002 ; COUSTURES *et al*. 2006 ; pour tous les métaux : DOMERGUE 2004b).

Neuf épaves découvertes sur la côte méditerranéenne, datées entre le début du Ier s. av. et la fin du Ier s ap. J.-C., ont livré des barres de fer. Cet important corpus a permis de mettre en évidence une forte standardisation des formes. Toutes les barres transportées sont de section quadrangulaire (carrée ou rectangulaire) mais leurs dimensions varient en suivant des rapports fixes. Six types ont été mis en évidence, déclinés selon les formes en différentes longueurs (COUSTURES *et al.* 2006 : tab. I, p. 248). L'interprétation de ce calibrage est encore difficile à établir et les investigations en cours sur ces objets devraient apporter des éléments de réponse (PAGÈS en cours). En tout cas, ceci dénote une forte structuration de la production de ces semi-produits en vue d'une commercialisation.

Certaines de ces barres sont, en outre, marquées par des estampilles épigraphes ou non. La localisation, la forme et la réparation de ces cachets n'ont rien d'aléatoire (*ibid*. : tab. II, p. 251). On peut lire sur certaines d'entre eux des noms. Il est encore difficile de savoir si ces noms sont ceux des producteurs, des chefs de production ou des administrateurs contrôlant la circulation du fer.

La question la plus importante est celle du sens de ce commerce et donc de l'origine de ces barres. La position des épaves n'apporte aucune information. Leur localisation, sur un banc de sable situé à l'embouchure du Rhône, ne permet pas de savoir si celles-ci s'apprêtaient à remonter le fleuve ou si elles en venaient. En revanche, de récentes études archéométriques tendent à démontrer que certaines de ces barres pourraient provenir des centres de production de la Montagne Noire (COUSTURES *et al*. 2003 ; 2006 ; 2007 ; COUSTURES, BÉZIAT, TOLLON 2004). La multiplication de ce type de travaux pourrait peut-être permettre d'assurer l'origine de certains des semi-produits transportés.

[9] A l'exception de Florange, Champallement et Saint-Valérien pour lesquelles l'étude de M. Bienfait a permis d'identifier des scories coulées caractéristiques de la réduction, mais dont le contexte stratigraphique est douteux (BIENFAIT 2002 : 71).

Cet exemple de la province de Narbonnaise prouve le transport, sur des distances moyennes à longues, de cargaison de fer et le contrôle de sa circulation par les producteurs et/ou les commerçants et/ou les administrateurs, au moins à la fin de la République et au début du Haut Empire. Rien de tel n'est connu pour les Trois Gaules. On ne dispose que très rarement de semi-produits pour la période romaine et jamais en quantité suffisante pour établir une classification. Une seule piste demeure, celle de la traçabilité. Les travaux de M.-P. Coustures ont mis en évidence tout le potentiel que renfermaient les inclusions de scories restées dans ces barres de fer. Issues des résidus de réduction adhérant au massiot, ces inclusions microscopiques constituent l'héritage chimique de celles-ci et donc du minerai qui les a produites. La filiation du minerai à l'objet est donc envisageable (COUSTURES *et al*. 2003). L'établissement d'une telle parenté nécessite de mettre en évidence une signature propre à un atelier ou à une zone de production. Pour ceci, il est important de disposer d'analyses chimiques au niveau des sites de réduction, mais aussi à l'échelle du territoire. En effet, seule la comparaison des spécificités chimiques des déchets à l'échelle régionale peut permettre de faire ressortir l'existence, ou non, de la particularité d'un site ou d'un secteur. Cette démarche est essentielle pour pouvoir, un jour, établir à partir des inclusions de scories d'un objet, sa provenance éventuelle.

2.4. Fer et société

Le fer occupe une place à part parmi les métaux qu'a maîtrisés l'Homme au cours de son histoire. Le métal le plus répandu jusque-là était le bronze, ou plutôt les alliages cuivreux, dont la résistance est limitée. Le fer a apporté la possibilité de fabriquer outils performants, instruments agricoles et armes qui ont largement renouvelé la distribution des pouvoirs au sein des populations. L'étude de la place prise par le fer dans la société est donc un point important. Les premiers objets en fer découverts sur le territoire national remontent au VIIIe s. av. J.-C. et seraient contemporains, ici, de l'apparition d'une véritable métallurgie extractive (exploitation du minerai et réduction). Cette acquisition coïncide avec l'installation permanente de population grecque sur la côte méditerranéenne de la France actuelle et donc de l'entrée des peuples indigènes dans la Protohistoire.

La métallurgie du fer requiert des matières premières peu coûteuses (bois, minerai, charbon). Cependant, la production en grande quantité nécessite de maîtriser un terroir suffisamment étendu pour permettre d'approvisionner des ateliers particulièrement consommateurs en combustible. La sidérurgie est donc intimement liée à la propriété foncière et au contrôle du territoire. En cela, son évolution et son organisation constituent un reflet de la société qui la met en œuvre.

2.4.1. Activités métallurgiques et artisanat

2.4.1.1. Une question de définition

La définition de l'artisanat est celle de la production d'objets à partir de matière première, dans le cadre d'une activité spécialisée dans laquelle l'opérateur, l'artisan, vit de son activité (FERDIÈRE 2001 : 3). Cette définition exclut donc, pour le sujet qui nous intéresse, une part de la chaîne opératoire sidérurgique, celle de l'extraction ou du charbonnage, qui relève de l'exploitation des ressources naturelles, et dont les conditions de réalisation sont, le plus souvent, inconnues.

Les étapes de transformation de la matière première en vue de la fabrication d'objets peuvent, sans doute, être incluses dans les activités artisanales (FERDIÈRE 1999 : 10). C'est le cas de la réduction et des premières étapes de la post-réduction (épuration et compactage). La réalisation de ces phases demande une haute qualification. Toutefois, il n'est pas toujours certains que ces activités aient été réalisées comme une activité exclusive par les opérateurs.

En fait, la seule étape de la chaîne opératoire sidérurgique qui soit reconnue comme un artisanat et qui soit renseignée par les textes, comme par l'épigraphie, est la forge. Encore faut-il distinguer la "petite sidérurgie", qui consiste en l'entretien des outils d'un domaine rural par exemple – et qui ne relève pas de l'artisanat *stricto sensu* –, des forges spécialisées dans la fabrication d'objets spécifiques (coutelier, cloutier, chaudronnier) ou dans la réalisation de tâches particulières (charron, maréchal-ferrant) ou "généralistes", opérant réparations et exécutions d'objets divers. Cette distinction est souvent bien délicate sur les seuls vestiges archéologiques, mais plusieurs indices peuvent

permettre parfois d'émettre des hypothèses : la quantité de résidus, la mise en évidence d'autres métallurgies (alliages, cuivreux, or *etc*.) ou d'activités artisanales pouvant être liées à la fabrication d'objets composites (travail de l'os ou du bois pour les manches, du cuir pour le cordonnier *etc*.).

Enfin, la plupart des archéologues s'accordent sur le fait que les termes d'"industrie" et d'"industriel(le)" doivent être utilisés uniquement pour la période contemporaine. En effet, pour les époques anciennes, les critères de définition de ce phénomène – à savoir concentration des moyens de production (horizontale) ou de la chaîne de production (verticale), machinisme – ne sont pas acquis.

2.4.1.2. Spécialisation et saisonnalité des activités

Plusieurs auteurs se sont interrogés sur la possibilité de la réalisation saisonnière de la production sidérurgique en complément des activités agricoles, dans une perspective, plus ou moins avouée, d'économie d'autosubsistance (FABRE, SABLAYROLLES, TOLLON 2001 : 137 ; DOMERGUE 2004a : 201). Cette question doit être abordée de façon différente en fonction des périodes, du niveau de développement de la métallurgie du fer dans la société, du contexte (de crise ou de besoins accrus en fer, de conflit) mais aussi en fonction des aires géographiques où la saisonnalité peut influer beaucoup sur le climat (montagnes).

La production du fer demande des efforts importants : récupération du minerai, abattage du bois, charbonnage, construction d'un bas fourneau, possession des outils nécessaires et maîtrise des procédés techniques de réduction et d'épuration. Si ces efforts sont limités par une production saisonnière, donc forcément peu développée, dans quelle mesure cette activité est-elle rentable ? En outre, il ne s'agit pas d'une production anodine. Le fer sert à confectionner des outils, mais également des armes. Sa production massive fait donc l'objet d'un contrôle des autorités. C'est très clairement le cas pour l'époque romaine (SABLAYROLLES 1989). Enfin, la production saisonnière par les exploitants agricoles suppose que ces derniers aient à disposition les matières premières (argile, bois, minerai) et qu'ils puissent en disposer (problème de la propriété foncière).

Dans les faits, la distinction doit être faite entre une production ponctuelle de métal destinée à un usage précis au sein d'une cellule domestique, ou tout au plus communautaire, – et qui ne relève plus à proprement parler de l'artisanat – d'une activité vouée à l'échange et la commercialisation. Dans le premier cas, on peut envisager, dans les sociétés où le fer n'est pas facilement accessible, la réalisation d'une ou deux opérations de réduction dans des structures spécialement construites à cette occasion. Mais on ne peut affirmer que ces opérations aient été réalisées par les cultivateurs. La possibilité que des artisans itinérants – dans ce cas de vrais spécialistes dont c'est la seule fonction – parcourent les campagnes pour produire, de place en place, du fer selon les besoins des communautés, n'est pas à exclure. C'est d'ailleurs, peut-être, l'interprétation à donner à des sites où l'on retrouve un ou deux bas fourneaux à scorie piégée et à usage unique, tel que celui de "La Ville Pierre II" à Quévert (Côtes d'Armor), daté de La Tène ancienne (VIVET, CHAUVEL, NICOLLIN 2003). À l'opposé, des gisements livrant des centaines de bas fourneaux sans écoulement de la scorie, ou des ferriers de plusieurs centaines de mètres cubes appellent sûrement un autre type de gestion de la production, plus

proche de la spécialisation. Toutefois, en l'absence de données sur la durée d'occupation, il reste souvent difficile de trancher sur la question de la saisonnalité.

L'étape suivante, celle de la forge, peut être réalisée à différents niveaux et selon des degrés de spécialisation très divers. Entre l'agriculteur qui redresse sa lame de faux ou aiguise lui-même ces outils, le forgeron spécialisé et ceux que nous appellerions, de nos jours, des "artisans d'art", le monde de la forge d'élaboration offre des possibilités infinies allant de la non- à l'hyper-spécialisation. Cette constatation est probablement vraie de tout temps. Toutefois, si l'on peut exclure les premiers du domaine purement artisanal, il est difficile de dire si les derniers vivent en permanence de leur production.

2.4.2. Propriété des mines et gestion de la production

2.4.2.1. La Protohistoire

Les sources archéologiques, les seules dont on dispose pour l'histoire de la sidérurgie avant la Conquête, n'apportent que peu d'éléments sur la question de la propriété et de l'exploitation des mines sur le territoire des Gaules.

Plusieurs auteurs ont accordé aux princes celtes de la période de Hallstatt le contrôle de la production sidérurgique dès son apparition dans le territoire de la Gaule. Cette aristocratie, connue essentiellement par les tombes princières, telles celles de Vix et de Hochdorf, aurait tiré une partie de sa richesse de l'exploitation des mines de fer (GUILLAUMET 1996 : 12). Certains auteurs ont même vu dans cette mainmise une raison d'un retard pris par la façade atlantique, située en-dehors du réseau des grandes résidences hallstattiennes, dans l'acquisition et la diffusion de ce nouveau métal (BRUN 1987). Dans les faits, aucun argument archéologique ne permet d'affirmer un tel contrôle (PLEINER 1988 : 181). Au contraire, la découverte sur le tracé de l'autoroute A28, au nord du Mans, de structures de production attribuables à la période de Hallstatt a remis en cause la théorie d'un lien entre organisation de la société hallstattienne et développement de la métallurgie du fer (CABBOÏ *et al.* 2007). Pour R. Pleiner, c'est essentiellement le monde méditerranéen qui cherchait à profiter des richesses des territoires celtes (PLEINER 1988 : 181). Les Grecs, installés sur la côte méditerranéenne de la Gaule dès le VIIe s. av. J.-C., ne seraient pas étrangers au développement de la sidérurgie dans ces contrées. Cette hypothèse pourrait être appuyée par la découverte conjointe de céramique grecque et de déchets de post-réduction dans certaines agglomérations ouvertes de la transition Hallstatt/La Tène.

La mise en place des *oppida*, dans le courant du IIe s. av. J.-C., correspond à une phase d'expansion importante de la métallurgie du fer. Le constat de la mise en œuvre de centaine de grandes fiches en fer dans les remparts de type *murus gallicus* est un lieu commun de l'utilisation ostentatoire, parfois inutile, de ce métal par la société gauloise (FERDIÈRE, VILLARD 1993 : 285 ; DOMERGUE 2004a : 205-206).

À cette époque, les agglomérations, qu'elles soient ouvertes ou enserrées dans des remparts, prennent une place de plus en plus importante dans la production et la diffusion du fer. Les fouilles

menées sur certains *oppida* ou agglomérations ouvertes d'Europe ont livré des quantités très importantes de scories. C'est le cas à Manching, à Condé-sur-Suippe ou encore à Bibracte, mais aussi à Levroux (MEYLAN, PERRIN, SCHÖNFELDER 2002). Toutefois, dans aucun de ces exemples, la phase de réduction du minerai n'est attestée. Les études métallographiques consacrées aux déchets sidérurgiques découverts sur ces sites au cours des dernières années ont démontré que ces premières villes sont le lieu à la fois de la fabrication d'objets, mais également de l'épuration de masses de fer venues des campagnes (communication de M. Berranger au colloque de l'AFEAF 2008). L'attraction exercée par ces centres sur la diffusion du fer pourrait être connectée au pouvoir politique qu'abritaient ces villes. Malheureusement, on ne peut réellement conclure dans ce sens, en l'absence de preuve écrite d'un lien entre aristocratie et métallurgie du fer. La situation des ateliers de post-réduction au sein de ces sites n'indique pas une séparation de cette activité par rapport aux autres artisanats reconnus. À Bibracte, les forges sont localisées dans le quartier de la Côme Chaudron et ne se distinguent pas des autres ateliers. Les études de M. Berranger tendent même à démontrer une spécialisation des ateliers, dans l'épuration ou dans la forge d'élaboration, induisant une circulation du fer au sein même des sites (BERRANGER, FLUZIN 2007).

Pour le traitement du minerai, la situation est différente. La centralisation de la production à partir de cette époque, sur des sites regroupant plusieurs bas fourneaux à scorie coulée fonctionnant en batterie, connue essentiellement à travers l'exemple sénon des Clérimois, pourrait indiquer une plus forte structuration de l'encadrement de la production (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 ; 2001 ; DOMERGUE 2007). Toutefois, là encore, les preuves archéologiques d'un lien entre pouvoir et production sidérurgique sont ténues. En Berry, un groupe de riches sépultures datant de la période augustéenne a été mis au jour. Les personnages enterrés dans ces tombes étaient très certainement des indigènes, riches propriétaires terriens mais également chevaliers et soldats ayant probablement servi dans les troupes de César ou d'Auguste (FERDIÈRE, VILLARD 1993 : 279-282). La découverte de pinces de forgeron dans la chambre funéraire d'un de ces vétérans à Fléré-la-Rivière (Indre) et dans deux autres sépultures semblables pourrait indiquer le contrôle des défunts sur la production du fer (*ibid.* : 282-285). Une interprétation similaire peut sans doute être faite pour la tuyère de bas fourneau découverte sur le coffrage de la tombe de Clémency (Luxembourg) (METZLER *et al.* 1991 : 64). On ne peut toutefois pas savoir s'il s'agit d'un contrôle direct ou indirect. Ces propriétaires auraient pu, en effet, produire à partir des richesses minières de leurs terres, sous concession de l'empereur, ou comme régisseur agissant pour le compte du domaine impérial (*ibid.* : 284).

2.4.2.2. La période romaine

On possède pour l'époque romaine des documents écrits, juridiques et épigraphiques portant directement ou indirectement sur l'exploitation des mines. Il est de tradition de considérer que l'État romain a la main mise sur le domaine minier (JACQUES, SCHEID 1990 : 386) mais en pratique, la situation est plus complexe (DOMERGUE 2008 : 189-204). L'intervention de l'Empereur est connue : Tibère confisque les mines exploitées par Sextus Marius en Espagne (TACITE, *Annales*, VI, 19). Il semble également qu'au tout début du IIIe s. ap. J.-C. les mines de fer de Pannonie et de Dalmatie passèrent des mains de *conductores* privés à celles de procurateurs impériaux (DUSANIČ 1977 : 83).

Toutefois, les données à disposition ne concernent que très peu le territoire des Gaules. Les règlements miniers découverts à Vipasca (Portugal) fournissent des informations précieuses sur l'exploitation des gisements polymétalliques de la péninsule ibérique mais les conclusions tirées de ces documents, uniques en leur genre, ne peuvent être appliquées sans risque à d'autres métaux et d'autres régions (DOMERGUE 1983 ; 1990 : 229-320). Il en va d'ailleurs de même de la riche documentation à disposition pour les zones minières des provinces danubiennes, où sont exploités or, argent et fer (DUSANIČ 1977 ; 1989). La question de la propriété et de la gestion des mines de fer des Trois Gaules à l'époque romaine n'est donc pas clairement tranchée.

En outre, le cas des minerais de fer, très abondants et généralement facilement accessibles, est sûrement le plus complexe. En effet, la forte dispersion des ressources et la relative modestie des travaux que demande leur exploitation rendent difficile un contrôle strict de la production. Il semble ainsi que l'activité sidérurgique ait connu des niveaux très différents d'organisation et de contrôle durant l'époque romaine, organisation qui a pu, de surcroît, évoluer au cours des six siècles de cette période.

Si l'on revient au premier avis sur la question, celui de C. Jullian, il existait, en Gaule, quatre types de propriétaires de mines de fer : "*L'État a les siennes* […]. *Mais les villes ont également les leurs et aussi le conseil provincial des Gaules et encore les simples particuliers*." (JULLIAN 1920-1926, 5 : 209). A. Grenier exprime des idées semblables, en différenciant toutefois les entreprises privées de grande ampleur de celles plus modestes qui agissent, selon lui, dans le cadre domanial (GRENIER 1934 : 992-997) : "*Beaucoup de modestes ferrières de Gaule pouvaient être restées la propriété de particuliers qui les exploitaient dans le cadre du domaine rural.* […] *Il y eut également de vastes exploitations industrielles exercées par des particuliers*." (*ibid.* : 992). En fait, plus que quatre types de propriétaires, la documentation épigraphique laisse présager de l'existence de trois systèmes d'imposition (SABLAYROLLES 1989) :

• direct : l'État perçoit directement l'impôt sur les mines, par l'intermédiaire d'un administrateur ;

• indirect : l'impôt est collecté par des sociétés privées ou des "concessionnaires" particuliers ;

• "délégué" : l'État ayant pu concéder une partie des revenus à des organes locaux, en particulier au Conseil des Gaules et peut-être aux cités.

Il faut enfin revenir sur le problème de la production privée. Si R. Sablayrolles admet l'existence d'unités de production échappant à la propriété et à l'imposition impériale, il la réduit à une production "autarcique" (SABLAYROLLES 1989 : 161). Ce dernier considère que les documents épigraphiques ne concernent que les mines qui étaient dignes d'être soumises à l'impôt (SABLAYROLLES 1989 : 161). L'existence de cette production modeste n'est appuyée par aucune preuve textuelle ou archéologique. La production domaniale peut probablement dépasser les besoins du domaine et être destinée au marché (FERDIÈRE 2008). Dans ce cas, ces ateliers payent-ils l'impôt ? À quelle instance (cité, assemblée du Confluent ou Empire) ? Et selon quel critère une mine (ou une

zone minière ?) est-elle mise en régie ? On ne peut malheureusement pas répondre à ces questions. Cependant, il ne faut probablement pas minimiser l'importance de la production domaniale (FERDIÈRE 2003). Il ne semble pas impossible qu'un propriétaire ait pu exploiter les ressources de ses terres en ne payant que le *tributum soli*.

L'ensemble de ces points permet de présumer une très forte structuration de la production durant l'Antiquité en Gaule mais aussi l'existence d'une production domaniale qui échappe malheureusement totalement aux sources textuelles. En tout état de cause, la multiplicité des situations rend difficile la distinction du système de gestion à partir des seules données archéologiques.

2.4.2.3. Métallurgie du fer et "romanisation"

L'importance de la production constatée pour la période romaine dans les plus grandes zones de production amène logiquement à s'interroger sur l'impact de la Conquête sur l'évolution de la production du fer dans les Trois Gaules. Est-ce un hasard si la phase de production majeure – en tout cas la plus visible – en France est la période romaine ? Le problème de l'influence de la conquête romaine sur l'installation et la structuration de la sidérurgie en Gaule a récemment été abordé par C. Domergue (DOMERGUE *et al*. 2003 ; 2006). On touche là à un problème épineux, dont même le nom ne fait pas consensus, celui de la "romanisation".

L'influence culturelle de Rome – et plus largement du monde méditerranéen – sur les populations celtiques d'Europe Centrale et occidentale est une question délicate. Sa chronologie, son importance, l'aspect idéologique de l'évolution de la culture matérielle, mais aussi culturelle, des peuples vers un mode de vie différent (ce qui ne signifie pas homogène, ni aligné sur un modèle) fait encore largement débat. Le terme de "romanisation" est utilisé depuis le début du XXe s. par plusieurs auteurs pour désigner le phénomène d'intégration des communautés provinciales à l'Empire romain. Toutefois, ce terme renvoie l'image d'une uniformisation des populations qui est certainement fausse (FERDIÈRE 2004 : 127). Plusieurs auteurs ont tenté de revenir sur ce mot, et sur la notion qu'il recouvre, pour en atténuer la portée normalisatrice et idéologique. A. Ferdière préfère, ainsi, le terme d'acculturation (*ibid*.). Cette question a fait dernièrement l'objet de plusieurs ouvrages et articles (parmi d'autres WOOLF 1998 ; BUCHSENSCHUTZ 2004; LE ROUX 2004 ; PAUNIER 2006). Les débats en cours ont dépassé les querelles de vocabulaire pour s'interroger sur les phénomènes qui ont amené les populations indigènes à adopter, toujours dans des contextes et des mesures différents, des mœurs venues de l'extérieur. Je n'entrerai pas dans les détails culturels et matériels de ces modifications, qui ont conduit, dans le territoire des Gaules, à parler de culture "gallo-romaine".

Parmi les domaines ayant utilisés ce concept, il y a celui des mines et de la métallurgie. L'influence romaine sur la mise en valeur des richesses du sous-sol a été soulignée à de nombreuses reprises (JULLIAN 1920-1926, 5 : 209[10] et 307[11] ; GRENIER 1934 : 997). Une communication de la table

[10] "*Les ferrières sont devenues si nombreuses en Gaule qu'elles y constituent, au même titre que les vignes ou des terres à blé, une source de revenus nécéssaire et universelle*." (JULLIAN 1920-1926, 5 : 209).

ronde de Lausanne intitulée "La romanisation et la question de l'héritage celtique" résume les mutations perceptibles en Gaule pour ces activités entre l'indépendance et la période augustéenne (DOMERGUE *et al*. 2006).

Cet article souligne le fait que les structures mises en œuvre pour la production du fer (mines, fourneaux) n'ont pas connu en Gaule d'évolution franche entre l'Indépendance et la période romaine (*ibid*. : 149-152). Les bas fourneaux à scorie coulée sont apparus à La Tène finale. Ils ont des formes différentes en fonction des régions, surtout reconnues aux Clérimois ou à La Bazoge (en dôme pour les premiers, cylindrique pour les seconds). Les fours des Martys, dont le modèle semble bien représenté en Gaule, sont assez proches de ceux découverts sur ce deuxième site. C. Domergue et ses collaborateurs se sont interrogés sur l'origine de cette morphologie spécifique : est-elle venue d'ailleurs ? Les bas fourneaux de la Sarthe sont-ils le fruit d'un transfert de technologies venues des provinces ibériques ou de la péninsule italienne ? En fait, on connaît encore trop mal la chronologie de l'installation de ce type de structures dans ces régions pour l'affirmer. Donc, comme le conclut C. Domergue, "ce serait l'hypothèse gauloise qui tiendrait la corde" (DOMERGUE *et al*. 2006 : 151).

Si l'on exclut l'influence technique de Rome, comment se traduit l'intégration du territoire des Gaules à la sphère romaine dans le domaine de la production sidérurgique ? Essentiellement par la rationalisation de la production. Le cas des Martys, situé dans la province de Narbonnaise, en est un bon exemple (le seul !). Les bas fourneaux sont organisés ici en batterie de trois à six unités. Ces rangées de fours sont aménagées dans un talus permettant une meilleure organisation du travail (FABRE 2004). Si cette organisation est moins sensible sur les sites romains de La Bazoge (Sarthe), elle est perceptible, même sur des sites plus modestes comme celui du "Buisson" à Saint-Evroult-de-Montfort (Orne), tous deux datés du Haut-Empire, ou du "Latté" à Oulches (Indre) pour le Bas-Empire (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; DIEUDONNÉ-GLAD 2000 ; LANGLOIS 2005).

La conquête romaine se traduit donc apparemment essentiellement par une exploitation plus intensive et mieux organisée, plus que par une véritable rupture technique. Les documents épigraphiques attestent le rôle de l'Empire romain dans la gestion des mines (cf. 2.4.2.2.). Toutefois, force est de constater que ces documents sont relativement tardifs par rapport au sujet qui nous intéresse ici. Aucune des inscriptions connues au sujet de la gestion de la production sidérurgique n'est antérieure au début du IIe s. ap. J.-C. (SABLAYROLLES 1989), même pour la province de Narbonnaise, conquise depuis 121 av. J.-C. On peut invoquer ici un "effet de source", les inscriptions étant généralement rares pour le territoire considéré, surtout pour les premiers siècles après la Conquête. On ne peut cependant pas se fonder sur ces quelques bribes pour étayer une organisation romaine des mines à partir de la seconde moitié du Ier s. av. J.-C.

Si l'on se tourne vers les données archéologiques, le constat n'est pas vraiment meilleur. Aucun des sites de réduction directe fouillés pour lesquels on possède une fourchette de datation précise, cas rares au demeurant, n'est créé durant la période augustéenne ou même dans la première moitié du Ier s. ap. J.-C. Certains sont bien sûr actifs à cette période mais leur occupation est attestée

[11] "*En revanche, l'industrie du fer devenait la grande métallurgie des Gaules. Sa prospérité, ébauchée dans les derniers siècles de l'indépendance, s'affirma pour toujours*." (JULLIAN 1920-1926, 5 : 307).

depuis l'époque de La Tène, voire bien avant. Les ferriers de cette période reconnus par prospection sont rares, seulement 12 sites protohistoriques et autant pour la période 50 av.-50 ap. J.-C., sur les 258 sites à scories datés dans le Berry (9 %) (DIEUDONNÉ-GLAD, LAÜT 2001 : 146). C. Domergue et l'équipe de l'université de Toulouse, qui étudient depuis maintenant plus de trente ans la zone de production sidérurgique de la vallée de La Dure (Aude), ont souligné récemment la concomitance entre le début de la production dans cette région, notamment celle du site du "Domaine des Forges", et la conquête césarienne (DOMERGUE *et al*. 2003). Sans aller jusqu'à conclure à un lien direct, cet article souligne tout l'intérêt qu'avait le général romain à disposer, en Transalpine, de ressources en fer assurées pour ses troupes. Ce dernier fait est indéniable mais l'archéologie est, pour l'instant, impuissante à le démontrer.

Comme pour l'établissement du réseau d'occupation rurale, l'influence de Rome sur la production sidérurgique gauloise semble donc se faire sentir tardivement et de manière inégale. On manque toutefois de données fiables pour envisager ce problème au sein des zones de production des Trois Gaules. La datation précise des sites et la proportion des ferriers datant de l'époque romaine par rapport à l'ensemble des découvertes sont donc des questions intéressantes, dans la perspective de l'étude de l'évolution d'un territoire.

2.4.2.4. Le Bas-Empire et le Moyen Âge

Plusieurs grands centres sont abandonnés durant le Haut-Empire ou dans le courant du IIIe s., c'est le cas des Clérimois, des Martys, des "Ferrys" (DOMERGUE *et al*. 1993 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 ; REBISCOUL 2003). Toutefois, les exemples ne sont pas assez nombreux pour qu'on puisse affirmer une rupture franche entre ces deux périodes, ni un quelconque lien avec les troubles de cette époque (crise économique et sociale, migrations). En outre, certaines régions continuent à produire, notamment le Berry, comme en témoigne le site du "Latté" à Oulches (Indre), daté du IVe s. (DIEUDONNÉ-GALD 2000). La *Notitia Dignitatum* mentionne l'existence d'un atelier de production d'armes placé sous le contrôle de l'Empire dans l'agglomération d'*Argentomagus* (Saint-Marcel, Indre) mais également dans d'autres régions, attestant ainsi la pérennité de l'activité métallurgique (JAMES 1988).

Après la chute de l'Empire romain, on ne peut suivre les relations qu'entretenait le pouvoir avec la production sidérurgique durant le VIe s. Très peu d'ateliers de cette période sont connus, hormis le site de Frouard (Meurthe-et-Moselle) (LEROY, CASAROTTO, MERLUZZO 1994). Les ateliers de réduction connus pour l'époque mérovingienne sont souvent modestes et se trouvent plus couramment qu'auparavant dans les habitats (cf. 2.2.2.). Dans le Jura suisse, L. Eschenlohr a mis en évidence qu'un ensemble de ferriers se trouve sur les terres de l'abbaye de Moutier-Grandval durant le haut Moyen Âge (ESCHENLOHR 2001 : 153). Les moines auraient donc pu jouer un rôle dans l'encadrement de la sidérurgie de cette région. En Lorraine, des textes plus tardifs permettent de lier établissements religieux et sites métallurgiques (LEROY 1997 : 218-226). On connaît bien, par ailleurs, plus tard, l'influence des moines, notamment cisterciens, sur la production sidérurgique (BENOÎT, CAILLEAUX 1991).

À partir du début du XIe s., la multiplication des textes permet de retrouver la trace de forges, terme qui a alors le sens général d'atelier sidérurgique, que ce soit de réduction et/ou d'élaboration. Sûrement en raison même de l'origine des sources et de leur nombre, les situations paraissent alors plus contrastées. L'exemple bourguignon a servi de fondement à l'hypothèse de la renaissance de la sidérurgie sous l'égide des moines, particulièrement cisterciens, à partir du milieu du XIIe s. (GILLE 1968). Cette position a toutefois été remise en cause par l'étude d'autres régions, telles que les Pyrénées ou la Normandie (ARNOUX 1991 ; VERNA-NAVARRE 1991). Dans cette dernière, les liens entretenus par les communautés de férons avec les autorités, et notamment les différends qui les opposent sur l'approvisionnement en combustible ou en minerai, montrent que, du XIIe au XVe s., la production sidérurgique échappe en grande partie à l'autorité seigneuriale, qu'elle soit laïque ou religieuse (ARNOUX 1993). Ceci n'empêche pas l'existence de forges monastiques ou le rôle joué par les seigneurs dans l'approvisionnement en bois des entreprises sidérurgiques, mais ces phénomènes paraissent mineurs. Une rupture semble se produire lors de la transition entre les procédés direct et indirect, ou peut-être un peu avant. M. Arnoux (1991 : 21-25) note ainsi la féodalisation de la sidérurgie normande à partir du XIVe s. C'est à cette époque que les "barons fossiers", contrôlant la production de charbon, surpassent les droits des communautés de férons. À partir du milieu du XVe s., le rôle de seigneurs, notamment religieux, devient particulièrement sensible dans l'installation des premiers hauts fourneaux. En effet, ces nouveaux dispositifs nécessitent le recours à un foncier important (retenues d'eau, aménagements hydrauliques, consommation plus importante en bois) que seuls les seigneurs – et particulièrement les abbayes – ont à disposition. Le même phénomène a été observé pour le Maine, à partir du second quart du XVIe s., avec un rôle bien moindre des seigneurs religieux (J.-F. Belhoste dans BELHOSTE, ROBINEAU 2003).

2.4.3. Les travailleurs du fer

2.4.3.1. Image de l'artisan

L'image de l'artisan façonnée à partir de certains textes antiques est celle d'un homme sans dignité, s'adonnant à des activités viles et déshonorantes. Ce portrait, qui s'appuie sur quelques écrits de l'époque romaine, a été repris dans tous les manuels d'histoire ancienne depuis le XIXe s., et s'y retrouve encore couramment. Pourtant, l'artisan a connu une certaine réhabilitation ces dernières années grâce à l'étude, plus circonspecte, des documents épigraphiques et iconographiques, ainsi que des recherches menées sur les structures de production artisanales mises au jour par l'archéologie.

Dans l'Europe centrale et occidentale protohistorique, on ne connaît presque rien du statut des artisans celtes. L'art celte a livré des objets témoins d'une maîtrise, dans de nombreux domaines, de haute technicité (MEGAW, MEGAW 2005). Mais on ne peut dire qui étaient ces artisans, dans quel cadre ils travaillaient, ni même s'ils étaient rétribués (esclaves, artisans libres ?). J.-P. Guillaumet place dans le courant du IIIe s. av. J.-C. la césure entre "artisan de proximité" et "artisan de production", c'est-à-dire entre activité de production réalisée en marge de la production vivrière, et donc essentiellement rurale, et la spécialisation des producteurs ne vivant que de la commercialisation de leur production – donc de l'artisanat *stricto sensu* – au sein des communautés "proto-urbaines" (GUILLAUMET 1996 : 13). En fait, rien ne permet de réellement fixer une date à cette mutation. La

découverte d'abondants déchets artisanaux dans les fosses de certains villages ouverts de la fin de la période de Hallstatt pourrait déjà témoigner d'une forte spécialisation, sans que l'archéologie puisse démontrer que ces activités sont exclusives pour les opérateurs. Il ne semble pas que les artisans constituent une classe à part dans la société gauloise. On ne peut pas, toutefois, affirmer que "leur condition est proche de celle des esclaves" (*ibid*.). L'exemple de l'Helvète Helico, venu pratiquer son activité à Rome, témoigne sans doute de la mobilité de ces artisans (Pline l'Ancien, *Histoire naturelle*, XII, 5). Cet épisode rapporté par Pline est toutefois à mettre au conditionnel, puisque six siècles sépareraient la visite du Gaulois de la rédaction de l'*Histoire Naturelle*.

Pour les périodes plus récentes, celle de La Tène finale en particulier, les découvertes de panoplies artisanales dans des contextes funéraires, accompagnées ou non d'équipement militaire, sont peu nombreuses mais sans doute significatives (MEYLAN, PERRIN, SCHÖNFELDER 2002 : 79). Toutefois, la mise au jour d'outils isolés dans des tombes riches, comme c'est le cas en Berry, doit être interprétée avec prudence (FERDIÈRE, VILLARD 1993 : 282-284). Ces outils symbolisent très certainement le contrôle exercé par le défunt sur la production artisanale et dont il tirait peut-être une partie de ces richesses. On peut voir dans ce cas un parallèle avec le célèbre mausolée d'Igel (Rhénanie) appartenant probablement à une famille d'entrepreneurs trévires ayant fait fortune dans la manufacture et le commerce (BÉAL 1999). Il ne faut donc pas en déduire un statut particulier des artisans gaulois. Enfin, l'interprétation des dépôts métalliques comme celui de "Nikolausberg" (Golling, Autriche), où ont été retrouvés des outils de forgeron (enclume, marteau, pelle à feu), est délicate (MOOSLEITNER, URBANEK 1991). S'agit-il d'une trousse à outils perdue ou d'un dépôt à caractère cultuel ? Il est difficile d'en tirer des conclusions sur le statut de l'artisan (si artisan il y a).

Partant de ce constat, il est très délicat de dire si la conquête romaine marque une rupture dans la condition des artisans des Gaules. Le tableau peint par J.-P. Morel de l'artisan romain n'est pas entièrement transposable à la réalité des provinces gauloises de l'Empire (MOREL 1992). Pourtant, on peut en retirer un premier constat : la grande variabilité des situations. L'artisan peut être esclave, affranchi ou libre. Ses fonctions vont de tâcheron à chef de production (j'exclue ici du propos les "capitaines d'industrie" évoqués par J.-P. Morel et qui encadrent la production et en profitent plus qu'ils ne l'assurent). L'artisan peut pourvoir lui-même à la commercialisation de ses produits ou seulement travailler dans les ateliers d'un "patron". Il est installé dans un atelier ou travaille à domicile. Comme le précise d'emblée J.-P. Morel, il n'existe pas d'"idéal-type" de l'artisan. Ceci est vrai pour toutes les périodes et toutes les provinces.

Les quelques textes antiques mentionnant les artisans montrent une activité indigne de l'homme, de l'*honestas* (CICÉRON, *De Officiis*, 42, 150-151 ; CICÉRON, *Pro Flacco*, 18 ; SÉNÈQUE, *Lettres à Lucilius*, XI, 88, 21-22) ; LUCIEN, *Le songe*, 1, 9 ; APULÉE, *Métamorphoses*, 24-25 : voir BADEL, LORIOT 1993 : 353, XIX, doc. 6). L'historiographie, s'appuyant sur ces textes, insiste en général sur le mépris voué à l'artisan. Toutefois, comme le signale M. Mangin, on pourrait trouver des textes qui vont à l'encontre de cette vision (MANGIN 1996b : 8 ; voir THUCYDIDE, *La guerre du Péloponnèse*, II, 40 ; *Histoire Auguste*, Vie de Tacite, XI, 3). A. Ferdière a fait une mise au point sur ce sujet en particulier pour les Gaules (FERDIÈRE 2001 : 4-11 ; à paraître).

En premier lieu, notre perception des artisans de l'Antiquité a été entachée par les débats historiographiques déjà développés (cf. 2.3.1.) : le rôle économique de l'artisanat étant parfois marginalisé, le statut et la situation des opérateurs ont du même coup été abaissés et négligés. De même, la place prise par la ville dans l'économie a influé sur la vision qu'on peut se faire de celle de l'artisan dans les cités. L'abandon progressif de la querelle d'école entre partisans d'une économie archaïque et tenants d'une vision moderniste rend la situation plus claire et permet maintenant de revenir sur le sujet avec moins d'idées reçues. C'est cette relecture qui est en cours, notamment grâce aux travaux d'A. Ferdière et J.-C. Béal.

Cette relecture a débuté par celle des textes, dont on a dit qu'ils étaient partiaux et souvent choisis à dessein par les historiens pour appuyer le *topos* de l'artisan méprisable et méprisé. Or l'image véhiculée par les tenants de l'élite romaine (Cicéron, Sénèque, Apulée) n'est pas forcément celle de la population dans son ensemble. Ce rejet des travaux manuels, considérés comme avilissant et destructeur, serait seulement le fait de la plus haute aristocratie, la classe sénatoriale à Rome (FERDIÈRE 2001 : 5) et ne transcrit pas l'idée générale de la majorité du peuple, de la plèbe. L'artisan romain fait partie de cette plèbe et non de l'élite. Même si les témoignages épigraphiques sont rares pour les Gaules, on le suppose le plus souvent indigène et non citoyen. On ne sait, pour ce territoire, apprécier la part des esclaves ou des salariés qui officient dans les échoppes. Il semble, cependant, que cette population soit assez nombreuse (MOREL 1992 : 284).

L'iconographie des artisans est relativement abondante dans les Trois Gaules et les Germanies : de nombreuses stèles funéraires représentent des hommes munis des outils symbolisant leur activité artisanale (REDDÉ 1978 ; PANNOUX 1985 ; BÉAL 1996 ; 1999 ; 2000). Ces documents, plus nombreux pour ces provinces que dans le reste de l'Empire ont amené certains historiens à cultiver l'image d'une Gaule tournée vers la production artisanale, argumentée dans les faits par le seul exemple de la production sigillée, nettement surévaluée. La situation des artisans gaulois aurait été meilleure que dans le reste de l'Empire : de statut rarement servile ils auraient échappé ici au mépris des classes dirigeantes. On trouve cette vision traditionnelle dans les écrits de C. Jullian (1920-1926, 2 : 77-106) et A. Grenier (1937). Comme le souligne A. Ferdière, elle n'est pas exempte d'un certain nationalisme et d'*a priori* idéologiques (FERDIÈRE à paraître).

L'imagerie funéraire est sans doute trompeuse. En effet, les personnages qui se font représenter outils à la main seraient plus souvent les "patrons" ou chefs d'atelier que ceux qui travaillaient réellement (FERDIÈRE 2001 : 9). En fait, cette dernière partie de la population, probablement illettrée, n'apparaît que peu dans les sources épigraphiques. Les travaux de J.-C. Béal permettent néanmoins de percevoir quelques éléments intéressants sur la représentation des artisans ou des activités artisanales sur ces stèles et dans quelques cas, sur l'épigraphie qui y est associée. Ainsi, il semble que la proportion d'hommes libres sur ces documents soit plus importante sur le territoire des Gaules qu'elle ne l'est à Rome (BÉAL 2000 : 164). La vision de l'artisan libre en Gaule doit néanmoins être nuancée vu l'indigence des sources, essentiellement archéologiques sur ce sujet, qui ne donnent le plus souvent aucune information sur le statut social du travailleur (FERDIÈRE à paraître).

On peut distinguer des représentations de personnages munis d'outils et celles d'outils seuls. On observe alors une dichotomie entre des monuments funéraires urbains, sur lesquels ne sont souvent représentés que des outils et où figurent des *duo* ou *tria nomina*, et des monuments ruraux où l'on n'hésite pas à représenter une scène de travail et où les noms sont à consonance indigène (BÉAL 2000 : 163). Pour J.-C. Béal ce décalage ne traduit pas une hiérarchie fondée sur la richesse ou la réussite, mais une opposition entre deux conceptions de la représentation et du vocabulaire iconographique. Ainsi, si certains artisans urbains sont des citoyens romains, ils font également leur la conception de l'aristocratie romaine et ne font figurer sur le monument que les outils qui ont permis leur enrichissement, quelle que soit l'interprétation à donner à ces représentations (artisans ou patrons ?). En revanche, il existe une frange de la population d'artisans et d'investisseurs qui choisit de revendiquer l'origine de ses richesses et n'hésite pas à représenter les activités artisanales ou de commerce source de leur fortune. C'est ainsi probablement le cas du pilier funéraire d'Igel et de la stèle de Metz étudiés par J.-C. Béal (1996 ; 1999) qui relèvent probablement d'investisseurs ayant fait fortune dans la production et l'échange.

Les artisans se réunissent parfois par spécialité au sein de collèges professionnels qui ont pour fondement la solidarité et la convivialité entre leurs membres (MANGIN 1996b : 11). Ces associations organisent des banquets et assurent les funérailles mais ne bénéficient pas de réel pouvoir politique (FERDIÈRE 2001 : 11). De fait, même si l'artisanat peut conduire certains patrons à la richesse, il semble que l'artisan lui-même soit exclu de la vie politique.

La situation de l'artisan gallo-romain est donc ambiguë et il demeure délicat d'en estimer l'importance. Celle-ci doit en outre être discutée au cas par cas, en fonction de la production artisanale et de la chaîne opératoire. La place des orfèvres, leur richesse et leur image dans la société n'est sans doute pas la même que celle des drapiers, des tabletiers ou, pour le sujet qui nous intéresse, de celle des travailleurs du fer.

2.4.3.2. Le cas des travailleurs du fer

Il est difficile de fournir une image précise de l'artisan sidérurgiste au cours du temps et ce pour deux raisons : le manque de données, aussi bien archéologiques qu'écrites, et la grande diversité des situations occupées par les travailleurs du fer, en fonction de leur place dans la chaîne opératoire, mais aussi de leur implantation topographique (milieu rural ou urbain) et de leur habileté. Ainsi, les artisans ultra-spécialisés qui confectionnent les objets de prestiges de l'élite ne peuvent être mis sur un pied d'égalité avec les forgerons de "villages", assurant réparations de tous types. De même, comment comparer un membre des véritables équipes qui devaient intervenir dans les ateliers des Martys (DOMERGUE *et al*. 1993) avec les opérateurs du petit site montagnard de Lercoul (DUBOIS 2000) ? Les paragraphes suivants s'attacheront donc plus à lister les questions sur lesquelles l'approche sociale des sites sidérurgiques doit encore apporter des éléments, plus qu'à dresser un véritable tableau de la situation. En outre, les exemples seront volontairement limités ici aux Trois Gaules, aux Germanies et à la province de Bretagne.

Les charbonniers, les bûcherons et les mineurs liés aux sites de production du fer restent totalement inaccessibles, aussi bien à l'historien qu'à l'archéologue. Ces activités ont pu être, en fonction des périodes, réalisées par des esclaves ou des artisans salariés en lien avec l'atelier de réduction ou faire l'objet d'une activité saisonnière par les agriculteurs, comme c'était encore le cas au début du XXe s. dans la Sarthe pour le minerai de fer. "Où il ne travaillait pas à labourer, le Gallo-Romain se faisait mineur" prétendait A. Grenier (1934 : 984). En fait, rien ne contredit ni ne confirme cette sentence abrupte. Les structures de charbonnage sont rarement retrouvées sur les sites de réduction et de nombreux ferriers se trouvent à plusieurs centaines de mètres, voire à des kilomètres des gisements miniers (autant qu'on les connaisse). Ces critères de distance pourraient indiquer un approvisionnement séparé et donc une activité spécialisée, temporaire ou non, d'une partie de la population, qui malheureusement nous échappe.

La situation n'est guère meilleure pour les hommes officiants dans les ateliers de réduction. On ne sait rien, ou presque, de ces sidérurgistes. Au début de la sidérurgie, un texte de la bibliothèque d'Assurbanipal atteste le caractère rituel qu'avaient la construction d'un bas fourneau et le traitement du minerai (ÉLIADE 1977 : 60-61). Ces croyances sont également connues par l'ethnographie en Afrique centrale (peuple dogon notamment : HUYSECOM, AGUSTONI, GODEL 1996). Les opérateurs de cette sidérurgie, sont parfois considérés comme des démiurges, retirant du sein de la terre le métal dans des images proches de celle d'un accouchement (ÉLIADE 1977 : 60-71). On leur accorde pourtant couramment une condition ambivalente : tout comme le métal, ils sont considérés comme bénéfiques ou dangereux (DOMERGUE 2004a : 200). Il n'est sûrement pas anodin que Héphaistos/Vulcain, le dieu des forgerons, soit un demi-dieu affublé de tares physiques. On ne sait pas qu'elle était la situation des opérateurs des ateliers de réduction directe à l'époque romaine ou dans le monde celtique. La production du fer n'est cependant pas une opération anodine et l'image de ces artisans a dû être fonction de l'importance de ce métal dans la société.

L'examen du matériel céramique du site du "Domaine des Forges" aux Martys (Aude), situé en Narbonnaise, ne distingue pas le statut de ce site de ses voisins. Le faciès culturel semble le même. On constate seulement, pour les premières phases d'activité, la présence d'un faciès italique marquant, sans doute, les origines de l'entreprise sidérurgique (*ibid.*). Malheureusement, des données comparables manquent, les sites sidérurgiques ne livrant que très rarement du mobilier céramique en quantité.

Dans les ateliers de production de masse, tel celui des Martys, ou comme on peut le supposer à travers les immenses ferriers de la Puisaye, la situation des opérateurs devait être plus proche de celle d'ouvrier ou d'esclave plus que d'artisan libre travaillant dans leur échoppe. Malheureusement, on ne connaît pas, pour aucune période, les conditions exactes de vie de ces travailleurs du fer. Certains grands sites de production ont livré des balnéaires, interprétés comme des bains collectifs, mais aucun n'a encore permis de mettre au jour un habitat indiscutablement occupé par des artisans ou une nécropole associée à un ferrier qui pourrait permettre d'apporter des données sur cette population (âge, sexe, pathologie) (DOMERGUE *et al.* 1993 ; CLEERE, CROSSLEY 1995 ; LACROIX 1957 ; DELOR 2002 : II, 371-373 et 432). Sur les plus grands centres, la céramique est présente en nombre, aux Martys (Aude), aux "Ferrys" (La Bussière, Loiret), mais sans qu'on puisse localiser l'habitat (la cabane munie

d'un four à pain et d'un foyer culinaire située à côté de la batterie de bas fourneaux de "Montrouch", aux Martys, peut-elle être un habitat ? : DOMERGUE *et al* 2003 : 242). Sur les sites plus modestes, on ne trouve généralement pas ou peu de mobilier (seulement 23 tessons sur les 2 ha décapés à "L'Aunay Truchet" à La Bazoge, Sarthe) (DOMERGUE *et al*. 1993; REBISCOUL 1999 ; CABBOÏ 1999). Peut-on voir dans l'absence de céramique sur la plupart des sites le fait que les artisans ne vivaient pas sur place ? Cet argument a parfois été utilisé pour asseoir l'hypothèse d'une activité saisonnière, qu'on a déjà examinée avec réserve. Cette lacune provient sûrement en grande partie du fait que les sites de réduction qui ont été fouillés jusqu'ici l'ont été dans un cadre préventif, où l'emprise de la fouille est dictée par celle de l'aménagement. En outre, l'attention s'est portée prioritairement sur les structures sidérurgiques et non sur l'environnement immédiat de l'atelier. Si l'habitat se trouvait à 50 m des fours, dans bien des cas, il n'aurait pas été perçu dans les sondages ouverts. On ne peut donc conclure de ce silence que les sidérurgistes vivaient loin des ateliers ou que ces activités étaient, partout, saisonnières. Là encore, la distinction doit être faite entre les petits ateliers de réduction, où une équipe restreinte – familiale ? – pouvait agir seule, et des centres de production ou des centaines d'hommes – et de femmes ? – étaient nécessaires au fonctionnement de plusieurs batteries de fourneaux fonctionnant probablement quotidiennement (DOMERGUE 2004a : 201).

Quelques inscriptions mentionnent des divinités tutélaires de ces travailleurs du fer. À Asque, dans les Baronnies (Hautes-Pyrénées), les *pagani ferrarienses* dédient un autel votif au dieu *Ageius*[12] (BEYRIE, FABRE, SABLAYROLLES 2000). Cette divinité est connue par cinq autres inscriptions de la région, localisées à proximité de ferriers et de minières (*CIL*, XIII, 180, 221, 383, 386). À Fontenay-près-Vézelay, au cœur de la Puisaye, grande région de production sidérurgique, une borne découverte vers 1980 est dédiée à l'empereur et au dieu *Cobannus*[13], connu par ailleurs sous le nom de *Gobannus* en Irlande et dont le nom viendrait du mot celtique désignant le forgeron (*Année Épigraphique* 1993 : 340, n° 1198 ; DELAMARRE 2001 : 154). Ce nom se trouve également sur une tablette romaine en zinc découverte dans lit de l'Aare près de Bern (Suisse) (FELLMANN 1991). Une série de statuettes votives dédiées par L. Maccius Aeternus à ce dieu a été découverte en France mais elle a été vendue illégalement et se trouve maintenant aux États-Unis[14] (*A passion*… 1994 : n° 162 et 166). Il est probable que dans d'autres régions les divinités locales aient pris la même place ou que, dans l'*interpretatio gallica*, Vulcain soit devenu pour les sidérurgistes le dieu de référence.

Quelques documents permettent également de pressentir les commerçants du fer. La stèle d'un marchand d'Augst montre assez clairement des barres de fer semblables, dans leur morphologie, à celles mises au jour dans les épaves des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouche du Rhône) (DOMERGUE 2004a : fig. 7, p. 211).

L'étude des populations sidérurgiques reste donc largement à faire. La découverte de mobilier associé aux ateliers de réduction et de forge constitue une première piste pour situer le niveau social

[12] *AGEIO DEO / PAGANI / FERRARIENSES / EX VOTO* (d'après BEYRIE, FABRE, SABLAYROLLES 2000 : 47)
[13] *Aug(usto) Sac(rum) / [de]o Cobano / AI[---] / AB[---] / LEUG IIII* (d'après DELOR 2002 : 373)
[14] J. Paul Getty Museum, n°L.96.AB.54

des travailleurs du fer. Cette étude passe par la fouille attentive et exhaustive de sites de production et des habitats et nécropoles associés.

Chapitre 3
Présentation de la zone d'étude

3.1. De la cité diablinte au Bas Maine

3.1.1. Définir une aire d'étude

L'étude de la métallurgie du fer autour de l'agglomération de Jublains nécessitait de définir une zone, ou plutôt un périmètre, dans lequel l'agglomération antique avait des chances de trouver l'essentiel de ses ressources en fer. Il ne s'agit pas ici réellement d'une aire d'approvisionnement mais plutôt d'une "aire d'attraction" au sein de laquelle les productions seraient, en toute logique, dirigées vers Jublains et non vers une autre ville. C'est pourquoi le choix a été fait de ne pas inclure la zone de La Bazoge, située à quelques kilomètres du Mans, à cette étude.

Cette aire théorique ne recouvre pas forcément le territoire de la *civitas* au sens strict. Elle peut être plus restreinte, si, par exemple, une zone de production se trouve à proximité de la capitale, ou plus vaste, si les matières premières manquent dans les environs immédiats. Enfin, même si le fer n'est plus un métal précieux durant l'Antiquité, on peut envisager des importations à moyennes ou longues distances, mais en faible quantité et pour des usages spécifiques.

De manière plus concrète, cette aire devait aussi répondre à des contraintes matérielles. Elle devait être suffisamment vaste pour permettre une bonne vision de la production régionale, tout en restant assez ramassée pour autoriser une étude documentaire et archéologique la plus exhaustive possible dans le cadre de l'exercice de doctorat. Le périmètre de 20 km autour de Jublains, pris comme zone test lors du DEA, avait montré qu'il ne suffisait pas à saisir les zones de production du secteur. Il fallait donc voir plus grand. Le territoire diablinte a servi de point de départ au dessin de notre zone d'étude.

3.1.2. La cité diablinte et son territoire

La localisation, l'étendue et les contours du territoire du peuple diablinte ont fait l'objet de nombreux débats (NAVEAU 1988 ; 1995 : 38-53 ; 1997 : 32-45) et ne sont pas clairement connus. La principale difficulté de la délimitation du territoire diablinte est la disparition de la cité dans le courant du Bas-Empire (NAVEAU 2004b : 435-438). La méthode régressive, consistant à partir des limites ecclésiastiques du haut Moyen Âge pour remonter aux frontières administratives antiques, est donc ici, en partie, inefficace. Cette situation particulière explique les grandes divergences entre les

propositions faites pour ce territoire depuis le XVIIIe s. On n'évoquera ici que les quelques variantes notables apportées aux contours adoptés pour cette étude (ceux issus de l'étude de J. Naveau : NAVEAU 1995, *cf*. ci-dessous et fig. 5).

La première divergence remarquable est l'attribution (ou non) de la partie médiane du département de la Mayenne à la cité diablinte. Les premières cartographies cantonnaient en effet ce peuple dans la moitié nord du département de la Mayenne (D'ANVILLE 1760 ; 1761). Ainsi, J.-B. d'Anville n'attribuait pas la totalité de la partie occidentale de l'évêché du Mans aux Diablintes car il plaçait entre ceux-ci et les Andes, la cité des Arviens, sans pour autant fournir une limite claire entre ces deux peuples (NAVEAU 1995 : 40). L'existence de la cité des Arviens, mentionnée par Ptolémée, et dont d'Anville propose de situer la capitale, *Vagoritum*, à Saulges (Mayenne), a depuis été remise en cause, sans qu'aucune solution satisfaisante n'ait été apportée (CHASTAGNOL 1974).

Auguste Longnon ne reprend d'ailleurs pas cette hypothèse dans son *Atlas historique de la France* (LONGNON 1889). Il conserve, toutefois, la limite établie par J.-B. d'Anville à la moitié du département. Il appuie même l'existence d'une frontière à cet endroit par la présence de toponyme "*ingrandes*" sur ce tracé, terme qu'il a lui-même contribué à définir comme indicateur (LONGNON 1892). Mais cette frontière n'est pas, selon lui, celle de la cité des Arviens mais celle d'un "corridor cénoman" qui viendrait se placer entre les Andes et les Diablintes, jusqu'à la cité des Riedons. Le succès qu'a connu l'atlas de A. Longnon en a fait l'hypothèse admise jusqu'à une date récente. La proposition de J. Naveau de voir dans cette frontière la relique de l'ancienne limite d'un *pagus* de la cité diablinte paraît cependant plus crédible (NAVEAU 1995 : 102-105).

La seconde divergence provient d'un passage de la *Guerre des Gaules* de César. Le rattachement des Aulerques, fait par le général romain, aux "peuples marins riverains de l'Océan" pose le problème du contact avec la côte (CÉSAR, *Guerre des Gaules* : II, 34 ; NAVEAU 1997 : 15-16). Parmi les Aulerques, dont font partie les Cénomans, les Eburovices et les Diablintes, seuls ces derniers peuvent prétendre avoir accès à la côte. Prenant au pied de la lettre le texte de César, certains auteurs ont ainsi proposé l'existence d'un couloir reliant le nord de la Mayenne à l'Océan (VOISIN 1848-1849). Ce corridor, situé entre les cours du Couesnon et de la Sélune, aboutirait dans la région de la baie du Mont-Saint-Michel. Cette hypothèse a été longuement débattue dans le courant du XXe s., l'appartenance de cet accès maritime étant partagée entre Diablintes et Riedons (NAVEAU 1995 : 47-49). Ce passage vers la mer a été rejeté, sûrement avec justesse, par l'étude de J. Naveau (1995 : 96-99).

L'étude de C. Lambert et J. Rioufreyt est la première à rompre avec la tradition historique de persistance des frontières romaines dans les limites ecclésiastiques. S'appuyant sur un impressionnant recensement toponymique et archéologique, les deux archéologues concluent à l'existence de zones naturelles désertes constituant des "frontières épaisses" entre les cités (LAMBERT, RIOUFREYT 1981a ; 1985). L'existence de ces *no man's land* est argumentée par la présence de grands massifs forestiers, dont les forêts des Charnies, de Sillé, de Pail ou encore des Andaines seraient les témoignages.

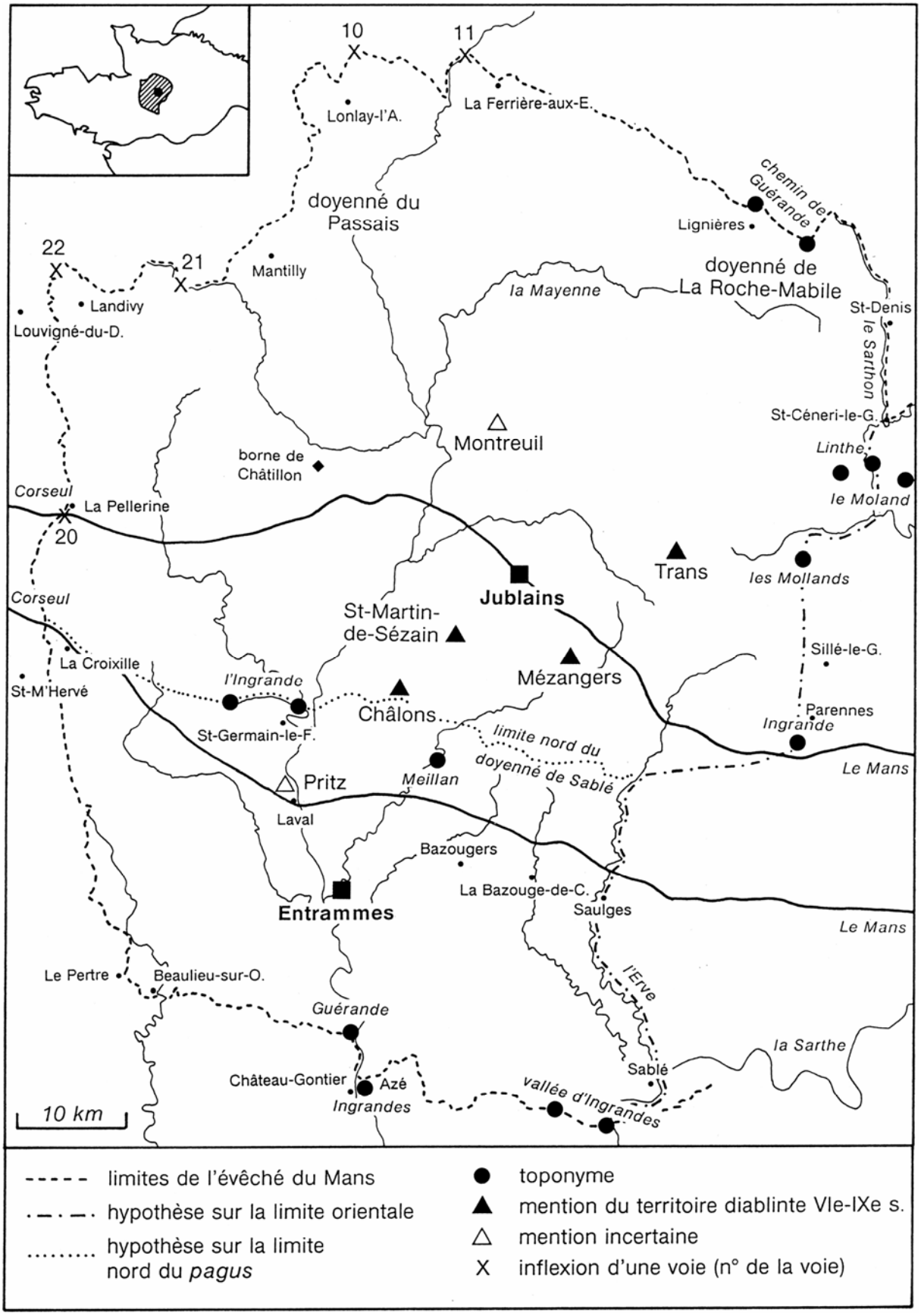


Fig. 5 : contour de la cité diablinte avant son rattachement à la cité des Cénomans, d'après NAVEAU 1997 : 40.

À ceci, les deux auteurs ajoutent l'étude des toponymes traditionnellement liés aux frontières (*fines*, *equoranda*, *basilica*) et de ceux rattachés aux milieux inhospitaliers (désert, gâtines, landes). La répartition de ces noms, ainsi que celle de différents types de sites et de mobilier (monnaie, temples *etc.*), sert de jalons à leur proposition.

Toutefois, la vision de peuples isolés les uns des autres par de grands territoires sauvages, couverts de forêts, va à l'encontre de nos connaissances sur l'exploitation systématique des sols dès l'époque gauloise et sur la possession et la cadastration des terres à l'époque romaine (FERDIÈRE 1988 : I, 101 ; FICHTL 2004 : 25-30).

Cette hypothèse a été battue en brèche par J. Naveau, ce dernier reprochant à l'étude de C. Lambert et J. Rioufreyt de s'appuyer sur une superposition d'indices chronologiquement incohérents (NAVEAU 1995). Cet auteur a remis à plat l'ensemble de la documentation et a proposé une synthèse sur le territoire diablinte à la fin de l'Antiquité. Les limites qu'il a dessinées tiennent désormais lieu de référence et ont été reprises par la suite dans la cartographie des peuples des Gaules lors de la conquête romaine (FICHTL 2004 : 54).

3.1.3. Les contours de la zone d'étude

3.1.3.1. Les contraintes

La proposition de J. Naveau donne un cadre géographique relativement précis pour l'époque antique, qu'on peut élargir, non sans risque, aux siècles antérieurs à la conquête romaine. Cependant, la chronologie des traces enregistrées s'étend bien au-delà de la chute de l'Empire romain et l'on doit définir une aire géographique présentant une cohérence diachronique.

Le territoire étudié ici ne constitue pas du VIIIe s. av. J.-C. au XVe s. ap. une entité historique homogène. Mais, paradoxalement, cette région, à la géologie et à la végétation contrastées, correspond à une aire géographique, le Bas Maine. Elle a fait l'objet d'une étude dans la veine de celles initiées par Vidal de La Blache à la fin du XIXe s. (MUSSET 1917). R. Musset a eu les mêmes difficultés à la cerner. Voici ce qu'il en dit : "Le Bas Maine n'est pas une région naturelle. Son nom n'a qu'une signification vague. Les limites que nous avons dû adopter ne sont pas des limites naturelles, c'est-à-dire des limites fondées sur des faits de géographie physique et correspondant partout à des différences profondes de la vie locale." (*ibid.* : 3). Le Bas Maine, tel que le dessine le géographe, englobe la totalité de la cité diablinte mais la déborde légèrement au sud et à l'est (fig. 6).

Dans son étude sur le Bas Maine médiéval, D. Pichot adopte une limite plus restrictive, prenant en compte les modifications des possessions des seigneuries de Laval et de Mayenne au fil du temps (perte de la partie ornaise notamment) mais, pour le reste, il conserve les mêmes limites est et ouest. Pour le sud, cet auteur n'inclut évidemment pas la partie angevine à son étude documentaire, même si le rôle de l'Anjou est prépondérant dans l'histoire du Maine (PICHOT 1995 : 14-15).

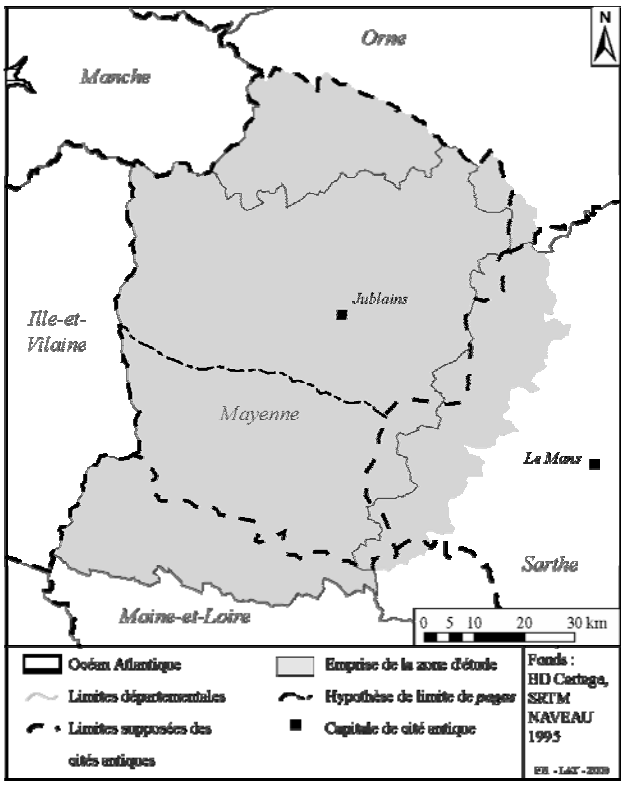


Fig. 6 : contour de la zone d'étude, correspondant dans les grandes lignes à celui du Bas Maine (d'après NAVEAU 1995 et MUSSET 1917).

3.1.3.2. Au nord et au nord-ouest

Les limites adoptées par R. Musset sont, pour une bonne part, communes à celles déduites par J. Naveau pour la cité diablinte. Au nord, les deux auteurs reprennent la limite du doyenné médiéval de Passais, appartenant politiquement à la Normandie, mais religieusement à l'évêché du Mans (NAVEAU 1995 : 94-96). La limite suit ici une barre gréseuse qui s'étend de Lonlay-l'Abbaye à Saint-Ellier-les-Bois (Orne). À partir de ce point la frontière de la cité diablinte obliquerait au sud en suivant le cours du Sarthon (MUSSET 1917 : 20). C'est la seule limite physique.

A l'ouest, R. Musset et J. Naveau s'accordent également à reprendre l'ancienne limite de l'évêché du Mans, qui suit, sur une portion, une voie antique (MUSSET 1917 : 22-26 ; NAVEAU 1997 : 53). Cette frontière a subsisté jusqu'à l'époque contemporaine et constitue les deux tiers nord de la limite départementale entre la Mayenne et l'Ille-et-Vilaine (NAVEAU 1995 : 89-94).

3.1.3.3. Au sud

Au sud, la limite de la cité romaine, telle que la propose J. Naveau, reprend celle de l'évêché du Mans. Elle se décroche de la limite départementale de la Mayenne au niveau de Beaulieu-sur-Oudon, passe au nord de Loigné-sur-Mayenne et s'arrête au confluent de l'Erve de la Sarthe, à Sablé-sur-Sarthe (1995 : 99-102). Le sud du département de la Mayenne a été inclus à cette étude. Le potentiel

sidérurgique de ce secteur était souligné par les mentions anciennes et confirmé par les recherches de M. Hubert (ANGOT 1910, *passim* ; BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869 ; JOUBERT 1883 ; 1900). Le découpage administratif de ce secteur durant l'Antiquité a fait l'objet de débats qui ne sont pas encore clos. Si cette région apparaît comme entièrement intégrée à la cité des Andes sur la carte de A. Longnon (1889 : 4, pl. 1 et 2), P. Dain (1968) propose de la voir partagée entre Andes et Namnètes. Le territoire de ces derniers s'étendrait jusqu'à la Mayenne, où un toponyme "Ingrandes", situé au sud de Loigné-sur-Mayenne, figurerait le carrefour des cités diablinte, ande et namnète. M. Provost a repoussé cette proposition, s'appuyant pour cela sur les textes du VIIIe s. et plus particulièrement sur les visites pastorales de l'évêque d'Angers. Pour lui, le craonnais serait bien ande, mais la frontière ne serait pas fixe, il s'agirait d'une "zone tampon" préfigurant les Marches de Bretagne (PROVOST 1981). Cette question de "frontière épaisse" a déjà été rejetée plus haut (FICHTL 2004 : 25-30). L'argumentation de M. Provost a d'ailleurs été contredite par J.-C. Meuret qui adopte assez clairement l'hypothèse de l'appartenance du craonnais à la cité namnète (MEURET 1993 : 225-259). J. Naveau se rallie à ce dernier dans son étude de la cité diablinte (NAVEAU 1995 : 102). Pour ma part, je privilégie la première hypothèse, celle de l'appartenance à la cité des Andes. En effet, si la rivière Mayenne s'écoule au nord dans une vallée encaissée ce qui en fait un obstacle réel, ceci n'est plus vrai dans la pénéplaine du sud du département. Il est bien sûr impossible d'affirmer que ce cours d'eau était navigable durant l'Antiquité, mais c'est probable. Dans ce cas, il n'y a pas de raison pour que cette rivière constitue une frontière. Au contraire, si elle est utilisée pour le transport de marchandises, le contrôle des deux rives est préférable (FICHTL 2004 : 22-24). L'appartenance du sud du département de la Mayenne à la même cité paraît donc plus probable. Seule celle des Andes peut être proposée. La question n'est toutefois pas clairement tranchée.

3.1.3.4. A l'est

Malheureusement, le rattachement de la cité diablinte à la cité cénomane dans le courant du Ve s. a effacé toute trace de l'ancienne frontière qui les séparait. La limite orientale proposée par J. Naveau est donc la plus sensible (NAVEAU 1995 : 96-99). Cet auteur trace du nord au sud une ligne s'appuyant sur trois toponymes et trois cours d'eau. Au nord, la frontière orientale de la cité diablinte suivrait le cours du Sarthon, puis de la Sarthe, comme l'attesterait un toponyme "Linthe", censé dériver de *limes*, sur la commune de Saint-Léonard-des-Bois (Sarthe). Après avoir suivi cette dernière rivière sur quelques kilomètres, la frontière obliquerait vers l'ouest pour rallier le lieu-dit "Les Mollands" (forme altérée de *mediolanum* ?) à Saint-Germain-de-Coulamer (Mayenne). À partir de là, la proposition de J. Naveau reprend la limite départementale sur une faible distance avant de s'en séparer à nouveau pour faire un crochet par l'"Ingrandes" située sur la commune de Parennes (Sarthe). Ensuite, la limite rallierait le cours de l'Erve, jusqu'au confluent avec la Sarthe. Ce tracé, bien que cohérent, n'est toutefois pas certain. La frontière pouvait se trouver à quelques kilomètres de part et d'autre de cette ligne, sans oublier qu'elle a pu fluctuer entre la période gauloise et le Bas-Empire.

R. Musset ne fixe pas de limite orientale claire au Bas Maine. Le géographe souligne même que le partage de ce secteur lors du découpage des départements s'est fait de façon arbitraire et ce dans le seul but de produire des territoires départementaux à peu près égaux. Il semblerait que le Bas Maine

intégrait avant ce découpage la Champagne, c'est-à-dire une région mal délimitée allant de Sillé-le-Guillaume à la Vègre (Sarthe) (MUSSET 1917 : 5). Les recherches de M. Hubert indiquaient la présence de zones de production du fer importantes dans cette région. Nous ne pouvions donc rester ici dans ce flou : une limite artificielle a été proposée et les communes sarthoises, situées à une distance linéaire comprise entre 40 et 50 km de Jublains, ont été incluses à l'étude. Il reste de fait impossible de dire si elles se trouvent en territoire diablinte ou cénoman.

3.1.3.5. Une limite interne à la cité diablinte ?

J. Naveau reprend dans son étude la limite établie par J.-B. D'Anville et réutilisée par A. Longnon, partageant la cité diablinte en deux. Il trace, à l'ouest de la Mayenne, une ligne se séparant de la limite départementale au niveau du bourg de La Croixille (Mayenne) puis suivant une succession de limites communales, héritières des limites de paroisses et de doyennés. La partie orientale du tracé est moins claire. Elle suivrait sur une certaine distance une voie romaine jusqu'à un carrefour avec une route venant de Jublains puis, de là, rattraperait l'"Ingrandes" situé sur la commune de Parennes (Sarthe). Cette frontière serait celle d'un *pagus*, subdivision de la cité diablinte, contrôlé par l'agglomération d'Entrammes (NAVEAU 1995 : 102-104). Cette proposition, plus crédible que celle de l'existence d'une extension de la cité cénomane jusqu'au territoire riedon, ne peut toutefois rester qu'à l'état d'hypothèse, en l'absence de l'attestation d'un *pagus* par un document épigraphique.

*
* *

En recherchant l'aire d'approvisionnement de la ville antique de Jublains, on a donc retrouvé les limites d'une aire géographique reconnue, celle du Bas Maine. La zone d'étude mesure 105 km du nord au sud et 95 km d'est en ouest pour une surface totale d'environ 7 000 km^2. Elle comprend l'ensemble du département de la Mayenne, 57 communes du département de l'Orne et 51 de celui de la Sarthe.

3.2. Le milieu naturel

3.2.1. Le substrat géologique

3.2.1.1. Histoire géologique régionale

La majeure partie de la zone d'étude se trouve dans le Massif Armoricain et présente une géologie complexe (fig. 7). Le socle est ici composé de roches précambriennes déposées en contexte marin sur un substrat de nature inconnue (DORÉ *et al.* 1987 : 8). Le plissement de ces formations, lié à l'orogenèse cadomienne (environ 600 Ma), est suivi d'intrusions de roches plutoniques (granite, granodiorites) ayant entraîné localement des métamorphismes de contact (cornéennes) (DORÉ *et al.* 1977 : 2). Ces formations affleurent dans la partie nord du département de la Mayenne où l'on voit, dans le socle des schistes briovériens, de grandes zones granitiques marquées par la présence de filons de roches éruptives métamorphisées (dolérites *etc.*). Dans l'anticlinal* sud, autour de Château-Gontier, les terrains sont quasi entièrement composés des formations briovériennes.

Les dépôts sédimentaires du Cambrien au Carbonifère ont émergé au cours de l'orogenèse hercynienne pour former une montagne (MÉNILLET *et al.* 1988 : 10). La trace de la chaîne hercynienne est conservée sous la forme de plis synclinaux*, au nombre de cinq dans la zone étudiée, généralement orientés nord-ouest/sud-est (orientation dite armoricaine) (fig. 7) (DORÉ *et al.* 1977 : 2). Du nord au sud, on rencontre :

- le synclinal de Mortain-Domfront, qui prend son origine dans la Manche et vient s'éteindre au sud de la commune de Lignières-Orgères en Mayenne, avec une extension vers la Ferrière-aux-Étangs (Orne) ;

- le synclinal de Pail, d'orientation inverse (sud-ouest/nord-est, dite varisque), qui est plus marqué dans l'Orne (forêt d'Écouves) et dans la Sarthe (haute vallée de la Sarthe) et vient mourir au nord de Jublains sur la commune d'Aron (Mayenne) ;

- le synclinal des Coëvrons, qui est couvert en grande partie par la forêt domaniale de Sillé ;

- le vaste synclinal de Laval, qui est l'extrémité du vaste synclinorium traversant l'ensemble du Massif armoricain de Brest jusqu'au bassin parisien : d'abord resserré à l'ouest, il s'ouvre en éventail vers l'est et possède une extension couverte par la forêt de Mayenne ;

- et enfin le synclinal de Martigné-Ferchaud, qui part d'Ille-et-Vilaine, passe à l'extrême sud-ouest du département de la Mayenne et s'étend dans le nord du Maine-et-Loire.

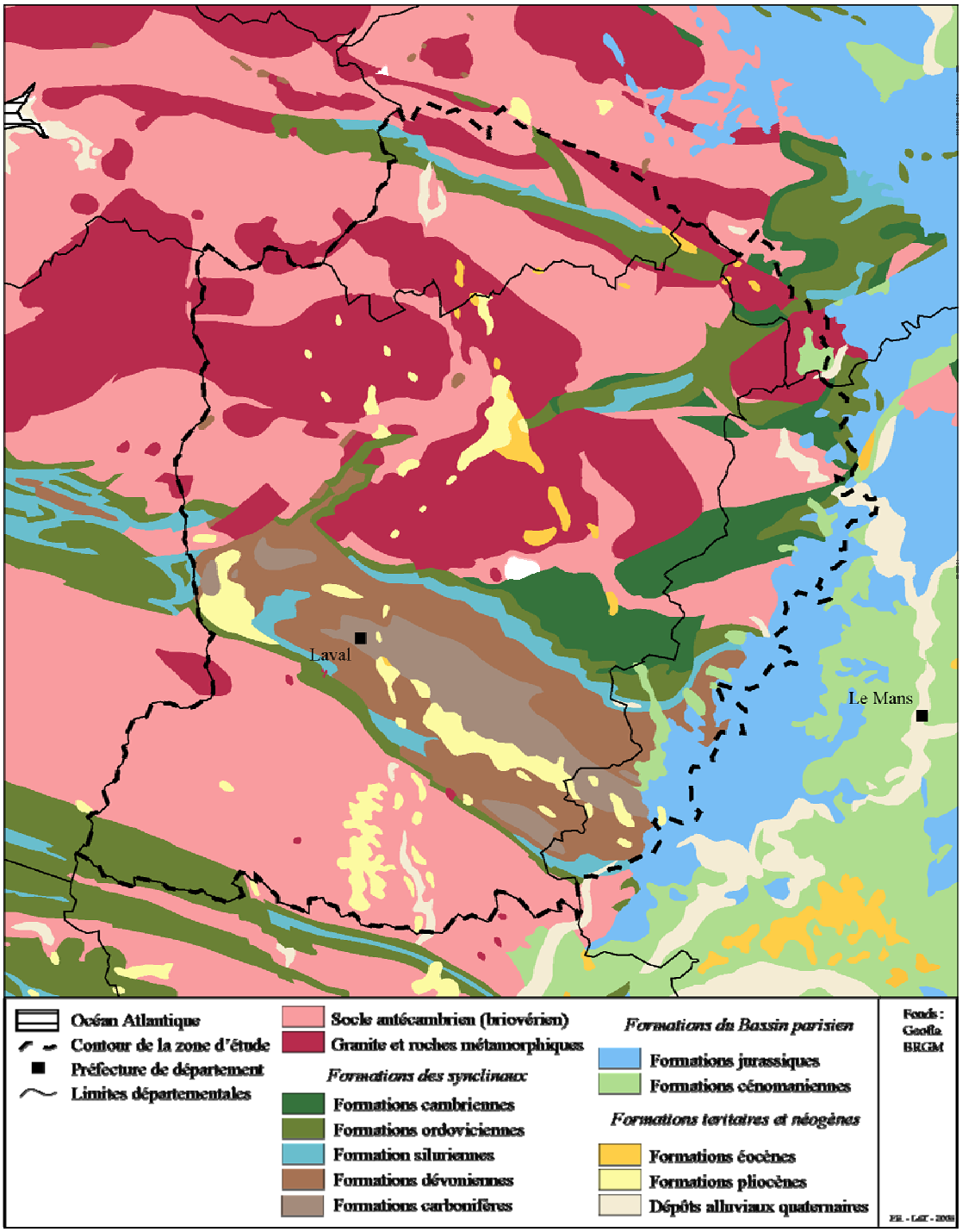


Fig. 7 : carte géologique simplifiée de la zone d'étude, d'après la carte du BRGM au 1/1 000 000.

Ces synclinaux présentent la même succession d'assises cambriennes et ordoviciennes (majoritairement grès et schistes). Le synclinal de Laval, plus complet, offre des affleurements des formations dévoniennes et carbonifères et des roches très diverses : schistes parfois ardoisier, grès plus ou moins durs, calcaires et localement des niveaux d'anthracite et de houille.

A l'est, un effondrement du substrat hercynien forme le Bassin de Paris, donnant accès à la mer dès le Jurassique (MÉNILLET *et al.* 1988 : 10). Les transgressions jurassiques et cénomaniennes constituent l'essentiel des formations rencontrées à l'est de notre zone d'étude. La première est

limitée, pour ce qui nous concerne, à la région de La Ferrière-Bochard (Orne) et Montreuil-le-Chétif (Sarthe). Elle est généralement constituée de calcaire ou de grès fin ferruginisés* (DORÉ *et al.* 1987 : 10). Les dépôts cénomaniens avancent plus largement sur le domaine armoricain et se retrouvent jusqu'à Blandouet (Mayenne). Ils se présentent sous la forme de sables (Sables du Maine), de buttes d'argiles ou de grès grossiers connus localement sous le nom de "roussard" (bien que ce terme soit couramment utilisé dans la région pour désigner tous les grès ferrugineux quelle que soit leur origine).

Au Tertiaire, les transgressions éocènes et pliocènes entraînent le dépôt de poches de sables, de graviers et d'argiles. Ces dépôts, détritiques ou sédimentaires, contiennent parfois des grès tertiaires altérés. Dans le bassin de Laval, une formation de calcaire éocène fin pourrait correspondre à une zone légèrement effondrée ouverte sur la mer (MÉNILLET *et al.* 1988 : 10). C'est au Pliocène que semble se mettre en place le réseau hydrographique actuel. L'alternance de périodes glaciaires et interglaciaires durant le Quaternaire a contribué à favoriser le creusement des vallées. Les roches dures ont subi une forte cryoclastie et leurs débris ont été étalés sur les pentes au cours des phases de dégel (*ibid.*).

3.2.1.2. Les ressources minérales et minières

Le territoire d'étude offre de nombreuses ressources minérales et minières qui ont fait l'objet d'exploitation plus ou moins anciennes (BLAVIER 1837).

Parmi les ressources minérales, on compte de nombreuses roches sédimentaires et métamorphiques. Durant le Néolithique, la dolérite est mise en œuvre pour la confection de haches polies (BOUILLON 1984 : 29). Dans l'Antiquité, des roches dures ont probablement été exploitées au sud de Laval, comme roches décoratives (du calcaire-marbre de la région de Saint-Berthevin a été découvert sur le sanctuaire d'Allonnes : communication personnelle de S. Cormier). Le calcaire du synclinal de Laval et des terrains primaires (briovériens) a été exploité de manière massive pour la production de chaux à partir du début du XIXe s. (CRENN 1988). En 1837, E. Blavier compte 155 fours à chaux dans le département de la Mayenne (BLAVIER 1837 : 183). Encore aujourd'hui, il existe de très importantes carrières à Saint-Pierre-la-Cour, Neau et Voutré (Mayenne).

Des niveaux d'anthracite ont été repérés dès le deuxième quart du XIXe s. en Mayenne et ont été exploité dans la région de Laval et dans le sud-est du département (ANDRÉE 2000). Localement, ces filons carbonifères peuvent être constituées de houille exploitée dans le secteur de Saint-Pierre-la-Cour. Toutefois, la houille et l'anthracite ont été utilisés comme combustible dans les fours à chaux et n'ont apparemment pas servi pour la sidérurgie ou d'autres activités (BLAVIER 1837 : 43-44).

Les ressources minières sont également nombreuses. L'étain est présent dans le département de la Mayenne : deux gisements de cassitérite alluvionnaire de 2 km de diamètre sont connus, l'un autour de la butte de Montaigu à 8 km à l'est de Jublains, l'autre sur la rive droite de la Mayenne, dans la commune de Contest (NAVEAU 1997 : 47). La découverte de scories stannifères indiquerait l'exploitation ancienne de ces gisements (*ibid.*).

Des gisements de manganèse ont été découverts au début du XIXe s. sur la commune de Grazay, à quelques kilomètres de Jublains (BLAVIER 1837 : 138-139).

L'or est présent dans le Massif Armoricain sous deux formes : des gisements d'or alluvionnaires (*placers**) et des gisements en place (filons ou amas) (GUIOLLARD 1993 : 14-24). Les premiers ont pu donner lieu à une exploitation par orpaillage, notamment dans la région de Château-Gontier et Mayenne (*ibid.* : 14). Les gisements en place ont été quant à eux exploités dès la Protohistoire, notamment le long d'un filon de quartz aurifère du Massif Armoricain allant de la Selle-Guerchaise (Ille-et-Vilaine) à Château-Gontier (Mayenne) (CAUUET 2005 : 242-243 ; MEURET 1993 : 229-249). Ces exploitations sont marquées par des dépressions encore visibles sur le terrain, des "aurières", associées de manière récurrente au toponyme "Miaules" (interprété comme un dérivé de *metalla*). On retrouve ce toponyme dans le nord du département de la Mayenne, sur la commune de Saint-Denis-de-Gastines, ce qui pourrait indiquer ici une exploitation ancienne qui reste à prouver. J.-M. Pailler (2006) a proposé récemment une réinterprétation du terme *argenton* qui aurait pu être utilisé durant la Protohistoire pour désigner l'or. Deux "Argentré" sont connus dans la zone étudiée ou à sa marge : Argentré (Mayenne), à l'est de Laval, et Argentré-du-Plessis (Ille-et-Vilaine), à l'ouest de la forêt du Pertre. Cette hypothèse, séduisante sur le papier, reste cependant une interprétation qui reste à argumenter grâce à des preuves matérielles (comme la découverte d'exploitation de ce métal dans ces communes).

L'exploitation de l'or eut peut-être cours dans la région durant l'époque romaine, sans qu'on puisse encore l'assurer (orpaillage ?). Il en va de même des périodes postérieures. Le potentiel aurifère de la région ne fut redécouvert qu'au début du XXe s : en 1891, on découvrit du minerai d'antimoine à "La Lucette" sur la commune du Genest-Saint-Isle, à 15 km à l'ouest de Laval (Mayenne) (GUIOLLARD 1993 : 19-21). Ce n'est qu'en 1903 qu'un ingénieur s'aperçut que ce gisement renfermait également de l'or. 8,7 t d'or furent retirées en 28 ans d'exploitation. La mine ferma en 1934. Le métal précieux fut réexploité dans la région, à Rouez dans la Sarthe, à partir des années 1980. Ici, le chapeau de fer* était connu depuis l'époque romaine, voire peut-être avant (GUIOLLARD 1993 : 31-32). La présence d'argent dans cette formation hydrothermale fut remarquée pour la première fois au début du XXe s. (HÉDIN 1913-1914 : 288-289) mais l'or ne fut mis en évidence qu'en 1976 (GUIOLLARD 1993 : 31-32). La mine, mise en exploitation de 1989 à 1992, livra plus de 2 t d'or et près de 7,2 t d'argent (*ibid.* : 120).

Le minerai le plus abondant dans la région est celui de fer. Les études sur ces gisements ont été nombreuses depuis la fin du XVIIIe s.. La première revient au comte de Buffon. En 1777, R.-F.-F. Marchant de Burbure, lieutenant de la maréchaussée à Sillé-le-Guillaume, a envoyé à ce naturaliste un échantillon de minerai provenant des mines de fer de Rouez (Sarthe)[15] (BUFFON 1774-1782, t. 10 : 51). Par la suite, le Citoyen Burbure consacra un mémoire, daté du 9 Germinal an VIII[16] (ADS 8S5), puis une partie de sa *Minéralogie du département de la Sarthe* aux gisements de fer de Rouez (ADS Mi 440,

[15] Il s'agit du même gisement exploité plus tard pour l'or et l'argent, mais connu pour le fer depuis l'époque romaine au moins (GUIOLLARD 1993 : 31-32). D'après M. Hédin, la lettre de réponse du comte de Buffon, datée du 2 novembre 1777, à Marchant de Burbure était, en 1914, conservée dans la bibliothèque de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe, manuscrit XIV, A, 29 (HÉDIN 1913-1914 : 289, note 1).
[16] 30 mars 1800.

t. 2 : 315-321). Les minerais de la région ont fait l'objet de plusieurs études de longueurs et de qualités diverses (présentation générale : RIOULT 1991 ; DELOZE 2001 : 50-51 ; BELHOSTE, BOUVET 2003 : 23-25 ; études géologiques et minéralogiques : MAULNY 1806 *passim* ; BLAVIER 1837 : 89-93 et *passim* ; DAVY 1880 ; ŒHLERT 1882 *passim* ; 1908 ; GUILLIER 1886 : 41-43 et 219-229 ; HERRENSCHMIDT 1900 ; HEURTEAU 1907 ; CAYEUX 1909 : 41-142 ; 1931 ; LECLÈRE 1913-1914 ; STOUVENOT 1920 ; PUZENAT 1939 : 179-189, 213-224 et 307-320 ; SCHNAEBELE 1963 ; BUBENICEK 1965 ; GOUIN 1966 ; MAILLOT 1969 ; CHAUVEL 1971 ; 1974 ; JOSEPH 1982). Le faciès le mieux connu est le minerai oolithique primaire des synclinaux du Massif Armoricain, exploité jusqu'aux années 1970 à La Ferrière-aux-Étangs, Saint-Clair-de-Halouze (Orne) et Segré (Maine-et-Loire) (LEMÉNOREL 1982 ; LEFÈVRE 1990 ; DAUFFY 2005), mais les formations contenant du minerais sont très nombreuses. La présentation détaillée de celles-ci est faite dans le cadre du chapitre 6.

3.2.2. Contexte géomorphologique et hydrographie

L'aspect général de la zone étudiée est celui d'un plateau ondulé en pente du nord au sud (fig. 8). Les reliefs sont marqués par trois phases d'érosion dessinant des terrasses successives, qui s'échelonnent des reliefs marqués du nord-est à la pénéplaine de la région de Château-Gontier, au sud. Entre ces deux étages se trouvent des hauts plateaux (Landivy, Lassay, Bais, Villaines-la-Juhel) (MUSSET 1917 ; NAVEAU 1997 : 45-48) (fig. 9).

Les vallées, fortement encaissées, forment des marches dans ces formations et les cours d'eau prennent parfois un régime torrentiel, en raison de la forte pente (NAVEAU 1992a : 25) (fig. 10). Pour cette raison, les rivières n'ont jamais constitué un trait d'union mais plutôt un obstacle. Il en va ainsi de la Mayenne, qui traverse toute notre zone d'étude et qui n'a été canalisée que dans le courant du XIXe s. Avant cette date, cette rivière au cours inconstant n'était traversable qu'en quelques points qui ont servi de centre de peuplement (Mayenne, Laval, Entrammes) (fig. 9). La quasi-totalité de la zone d'étude correspond au bassin versant de la Mayenne, à l'exception de l'Erve, de la Vaige et de la Vègre qui se jettent dans la Sarthe.

Les hauteurs des derniers contreforts du Massif armoricain, au nord-est, sont marquées par des altitudes nettement plus élevées que les plateaux environnants (de 100 à 200 m plus hauts). C'est dans cette région qu'on trouve le point culminant du Massif Armoricain, au Mont Rochard (417 m). Les reliefs les plus forts sont observables dans la haute vallée de la Sarthe, notamment sur la commune de Saint-Léonard-des-Bois (Sarthe). La rivière est ici profondément encaissée et s'écoule entre de véritables falaises. Les précipitations plus importantes, le froid souvent plus marqué, les pentes et les sols ingrats ont valu à cette région, durant l'Ancien Régime et jusqu'au début du XXe s., une réputation de pauvreté et de rudesse. Certains noms en témoignent, comme la vallée de Misère, à Saint-Léonard-des-Bois. Cette région est connue localement sous le nom d'"Alpes Mancelles".

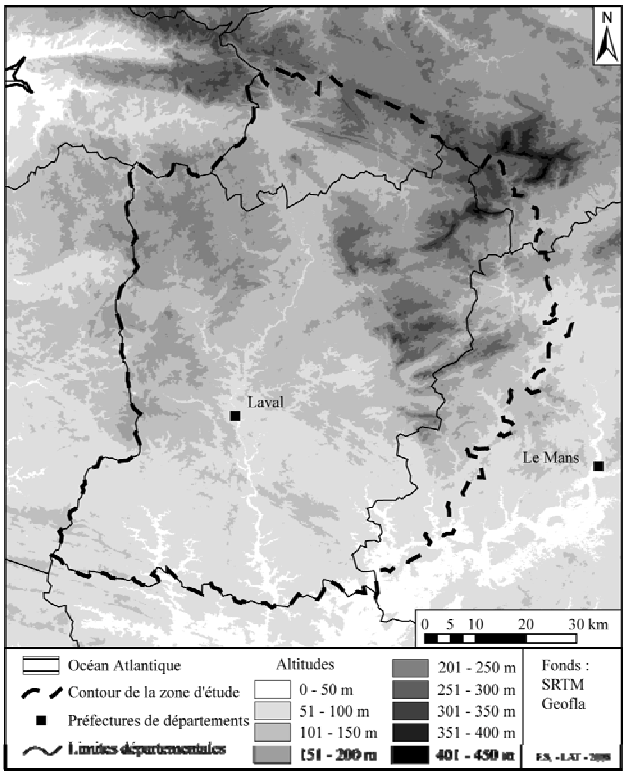


Fig. 8 : carte des altitudes de la région.

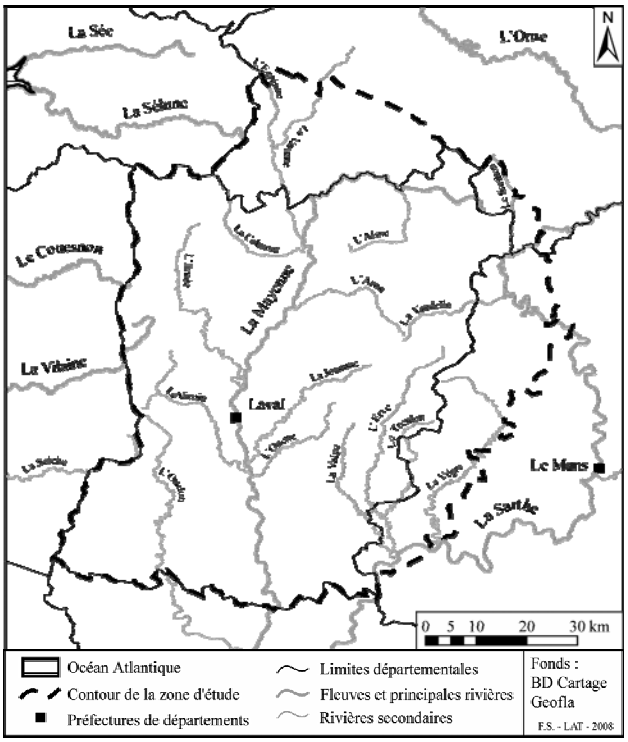


Fig. 10 : carte des principaux cours d'eau.

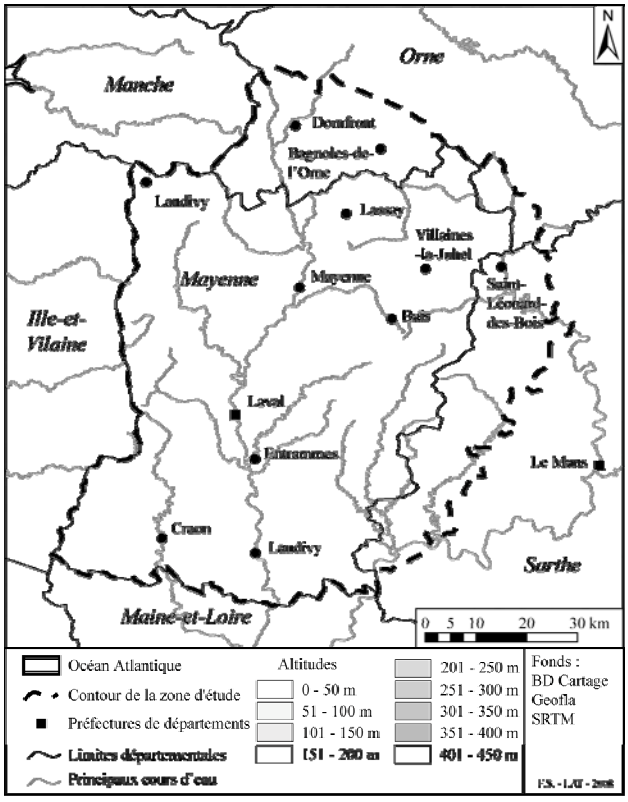
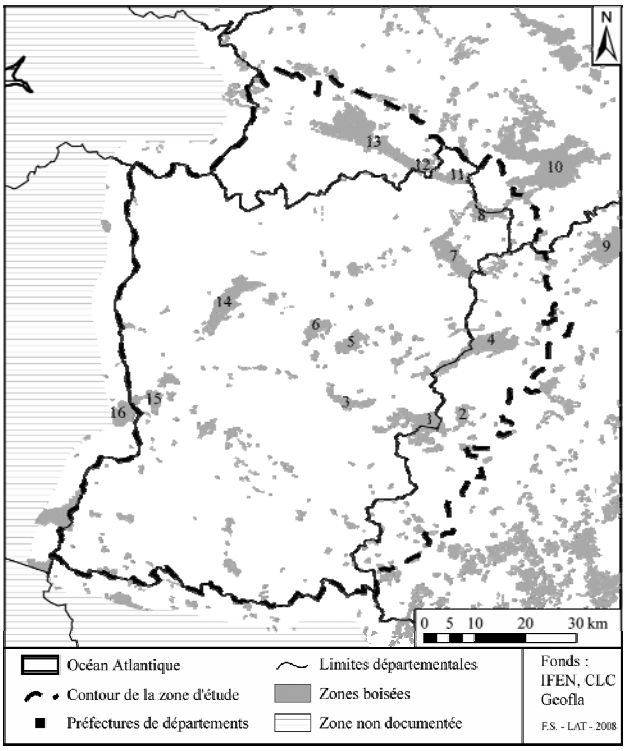


Fig. 9 : localisation des lieux évoqués dans le paragraphe précédent



1 : Forêt de Grande Charnie ; **2** : Forêt de Petite Charnie ; **3** : Bois des Vallons ; **4** : Forêt de Sillé ; **5** : Bois d'Hermet ;**6** : Forêt de Bourgon ; **7** : Forêt de Pail ; **8** : Forêt de Multonne ; **9** : Forêt de Perseigne ; **10** : Forêt d'Écouves ; **11** : Forêt de Monnaie ; **12** : Forêt de la Motte ; **13** : Forêt d'Andaines ; **14** : Forêt de Mayenne ; **15** : Bois de La Gravelle ; **16** : Forêt du Pertre.

Fig. 11 : carte des principaux massifs forestiers d'après le fond Corine Land Cover de l'IFEN.

Au sud de ce secteur, le synclinal des Coëvrons, sur lequel s'appuie la forêt de Sillé, présente également des reliefs notables. La barre formée par ce pli du socle primaire domine de plus de 50 m les terrains qui l'entourent. En outre, les fortes pentes de la forêt de Sillé contribuent à forger la spécificité de ce secteur.

Au nord de notre région, une longue barre gréseuse tranche nettement dans le paysage, entre Domfront et Bagnoles-de-l'Orne. Ce relief appartient au synclinal de Mortain-Domfront et domine nettement les terres du bocage ornais.

À la périphérie orientale de la zone d'étude, le contact entre les terrains primaires et secondaires n'offre pas partout le même visage. Au sud, le Bassin Parisien avance assez largement et quelques poches d'argiles cénomaniennes se retrouvent en Mayenne (Blandouet). La forêt de Grande Charnie et les bois qui l'entourent (Bois du Creux et de Petite Charnie) se trouvent partagés entre les terrains du Massif Armoricain et ceux du Bassin Parisien, sans que la transition entre les formations géologiques soit perceptible. Dans la région de Sillé, on voit le passage successif des reliefs accidentés des terrains primaires aux buttes d'argiles cénomaniennes de la région des Bercons, puis aux plaines mollement ondulées du secteur de Conlie (Champagne).

3.2.3. Les sols et le couvert végétal

La zone d'étude ne présente pas d'homogénéité ni dans sa couverture végétale, ni dans ses cultures. Sans aller jusqu'à parler d'une "terre de contraste", l'opposition est nette entre le nord du Bas-Maine, tourné vers l'élevage et caractérisé par des prairies bocagères, et le sud, où les espaces moins accidentés sont largement ouverts et dévolus à une agriculture céréalière intensive.

Le couvert végétal est largement tributaire de la géologie. Les grès et les schistes durs des sommets des synclinaux sont peu favorables à l'agriculture et sont couramment couverts par des massifs boisés (forêts de Sillé, de Pail, d'Écouves, de Multonne, de Monnaie, de la Motte, d'Andaines et de Mayenne) (fig. 11).

Au nord de la Mayenne et dans le bocage ornais, le granite est couvert par une forte épaisseur d'arènes qui conservent mal les eaux de pluie et se prêtent peu à la culture de céréales. Les parcelles cultivées sont rares dans ce secteur, hormis les champs destinés à la culture du maïs fourrager. De même, l'altération des schistes ordoviciens des régions synclinales produit un sol lourd et souvent acide. Le chaulage a été un élément clé de la révolution agricole intervenue dans cette région au début du XIXe s. et explique l'abondance des fours à chaux, notamment dans la région d'Évron (Mayenne) et dans tout le sud-ouest de la Mayenne.

Plus au sud, les terrains calcaires du synclinal de Laval, les roches briovériennes de l'anticlinal et les poches de graviers pliocènes de la région de Château-Gontier offrent des terrains plus fertiles, largement exploités pour la céréaliculture. Les sols du Bas Maine sont, toutefois, globalement pauvres et humides.

Malgré les zones cultivées, plus nombreuses au sud qu'au nord, notre zone d'étude est très largement occupée par une végétation permanente (praires, forêts) (fig. 12 et 13). D'après les données de la base de données Corine Land Cover de l'IFEN, près de 45 % des terrains étaient enherbés en l'an 2000 et 7 % boisés.

Code clc3	Nomenclature Corine Land Cover	Nomenclature simplifiée	Pourcentage de la surface de la zone d'étude
111	Tissu urbain continu	Tissu urbain et infrastrucures	2,18
112	Tissu urbain discontinu		
121	Zones industrielles ou commerciales		
122	Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés		
123	Zones portuaires		
124	Aéroports		
131	Extraction de matériaux		
132	Décharges		
133	Chantiers		
142	Equipements sportifs et de loisirs		
211	Terres arables hors périmètres d'irrigation	Terrains cultivés régulièrement labourés	46,27
242	Systèmes culturaux et parcellaires complexes		
243	Surfaces essentiellement agricoles,		
221	Vignobles	Terrains à végétaiton permanente ou semi-permanente	44,6
322	Landes et broussailles		
222	Vergers et petits fruits		
231	Prairies		
311	Forêts de feuillus	Forêts	6,75
312	Forêts de conifères		
313	Forêts mélangées		
324	Forêts et végétation arbustive en mutation		
411	Marais intérieurs	Réseau hydrographique et retenues d'eau	0,19
511	Cours et voies d'eau		
512	Plans d'eau		

Fig. 12 : surface de la zone étudiée selon les différents type d'occupation du sol en l'an 2000 (d'après les données du fond Corine Land Cover de l'IFEN©).

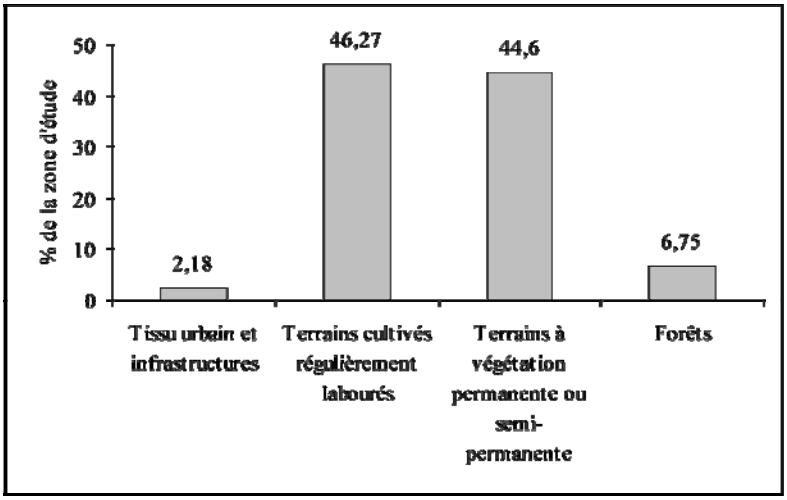


Fig. 13 : couverture du territoire en l'an 2000 (d'après fonds CORINE Land Cover).

3.3. Cadre chronologique et historique

La plupart des sites à scories, et plus particulièrement les amas de scories de réduction, ne livrent que rarement du mobilier céramique. Dans notre cas, à peine plus de 16 % peuvent être datés de façon sûre. La datation par défaut des autres résidus est celle du processus technique qui les a produit.

La technique de réduction directe du fer apparaît dans notre région dans les premiers temps de la période de Hallstatt (VIIIe s. av. J.-C.) et perdure jusqu'à l'implantation des premiers hauts fourneaux, intervenue ici à l'extrême fin du XVe s., et peut-être légèrement au-delà (BELHOSTE, BOUVET 2003 ; BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 60). Les résidus laissés par les sites de traitement du minerai de fer au cours de ces 2 300 ans présentent de fortes similarités. Même si certaines caractéristiques peuvent parfois permettre de définir des grandes familles, ces classes n'ont, presque jamais, de signification chronologique. Les sites enregistrés dans cette étude sont donc susceptibles d'être datés du premier Âge du Fer au bas Moyen Âge, voire du début de l'époque moderne. Durant ce laps de temps, l'aire géographique considérée a connu des mutations profondes.

3.3.1. Jublains, capitale de la cité des Diablintes

3.3.1.1. Présentation du site

Jublains est un petit village situé à 35 km au nord-est de Laval, dans le département de la Mayenne (fig. 14). En 1739, l'abbé Lebeuf, s'appuyant sur des textes du haut Moyen Âge, a proposé de voir dans ce petit bourg la capitale de la cité antique des Diablintes, qui avait jusqu'ici été placée à divers endroits entre la pointe du Finistère et le Brabant (LEBEUF 1739 : 188-189 ; NAVEAU 1988 : 14-15). Cette démonstration a été étayée en 1776 par la découverte fortuite dans cette localité d'une vaste mosaïque, malheureusement presque entièrement perdue aujourd'hui mais dont on possède un dessin (RENOUARD 1811, 1 : 63-65 ; BARBE 1865 : pl. IV). Toutefois, l'hypothèse de l'abbé Lebeuf n'a pas été adoptée immédiatement et fit l'objet de querelle, dont la dernière ne s'acheva qu'au tout début du XXe s. (NAVEAU 1988).

Contrairement à d'autres chefs lieu de cités antiques, la capitale des Diablintes n'a pas connu la postérité : elle fait partie de ces "capitales éphémères", qui ont perdu leur statut de chef-lieu à la fin de l'Antiquité et sont retournées à des destinées plus modestes (NAVEAU 2004b). Paradoxalement, cet accident de l'Histoire en fait une source inespérée pour les archéologues. Le bourg de Jublains a subsisté en se concentrant autour de l'église, construite dans les anciens thermes publics romains, et n'occupe aujourd'hui que le tiers sud de la ville antique.

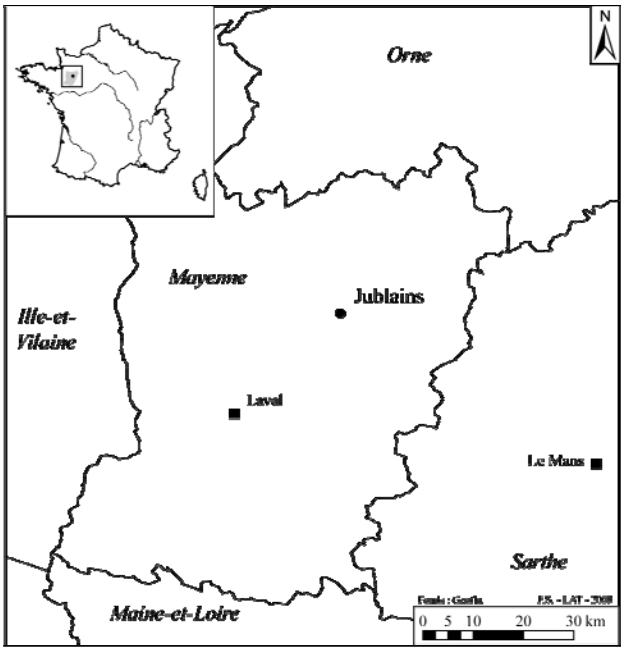


Fig. 14 : localisation de Jublains.

Après quelques découvertes fortuites au cours du XVIIIe s. et au début du XIXe s., les premières recherches archéologiques sur la ville, en tout cas celles dont on conserve une trace écrite, débutèrent en 1834 ; elles n'ont presque jamais cessé depuis cette date (NAVEAU 1997 : 23-27). Dans le courant du XIXe s. et jusqu'aux années 1970, une série de chercheurs s'est employée à exhumer les vestiges de l'ancienne ville romaine, à commencer par les principaux monuments : la forteresse, les thermes, le temple, le théâtre et ce qu'on suppose être le *forum*. Certains ont réalisé des surveillances de travaux, transmettant des informations ponctuelles mais très intéressantes sur l'organisation de la ville antique. Toutefois, ces initiatives individuelles n'ont pas fait l'objet de publications à la hauteur des découvertes ou des travaux réalisés. Ainsi, pour le XIXe s., hormis le bilan établi en 1865 par H. Barbe (1865), la plupart des travaux n'a fait l'objet que de notes et plusieurs fouilles nous restent presque totalement inconnues. Ce n'est qu'au début des années 1980 que la politique de protection et de promotion du patrimoine de la ville antique fût enclenchée. Le Conseil Général de la Mayenne, qui avait acquis depuis le XIXe s. les grands monuments, s'est attaché à constituer une réserve archéologique sur les parcelles non loties situées au nord du bourg actuel et à présenter au public les résultats des travaux archéologiques grâce à un musée. Ce programme a été placé sous la responsabilité de J. Naveau. Le secteur protégé couvre aujourd'hui près de 20 ha. Les sondages, les fouilles et les prospections électriques permettent de dresser un plan assez précis de la ville antique (NAVEAU 1986 ; 1997 : 66-111) (fig. 15). Chacun des principaux édifices a fait l'objet d'observations ou de fouilles, plus ou moins importantes, au cours de ces trente dernières années. Ces travaux ont débouché sur une publication synthétique, sous la direction de J. Naveau, rassemblant l'ensemble des informations anciennes et le bilan des fouilles des années 1980 et 1990 (NAVEAU 1997).

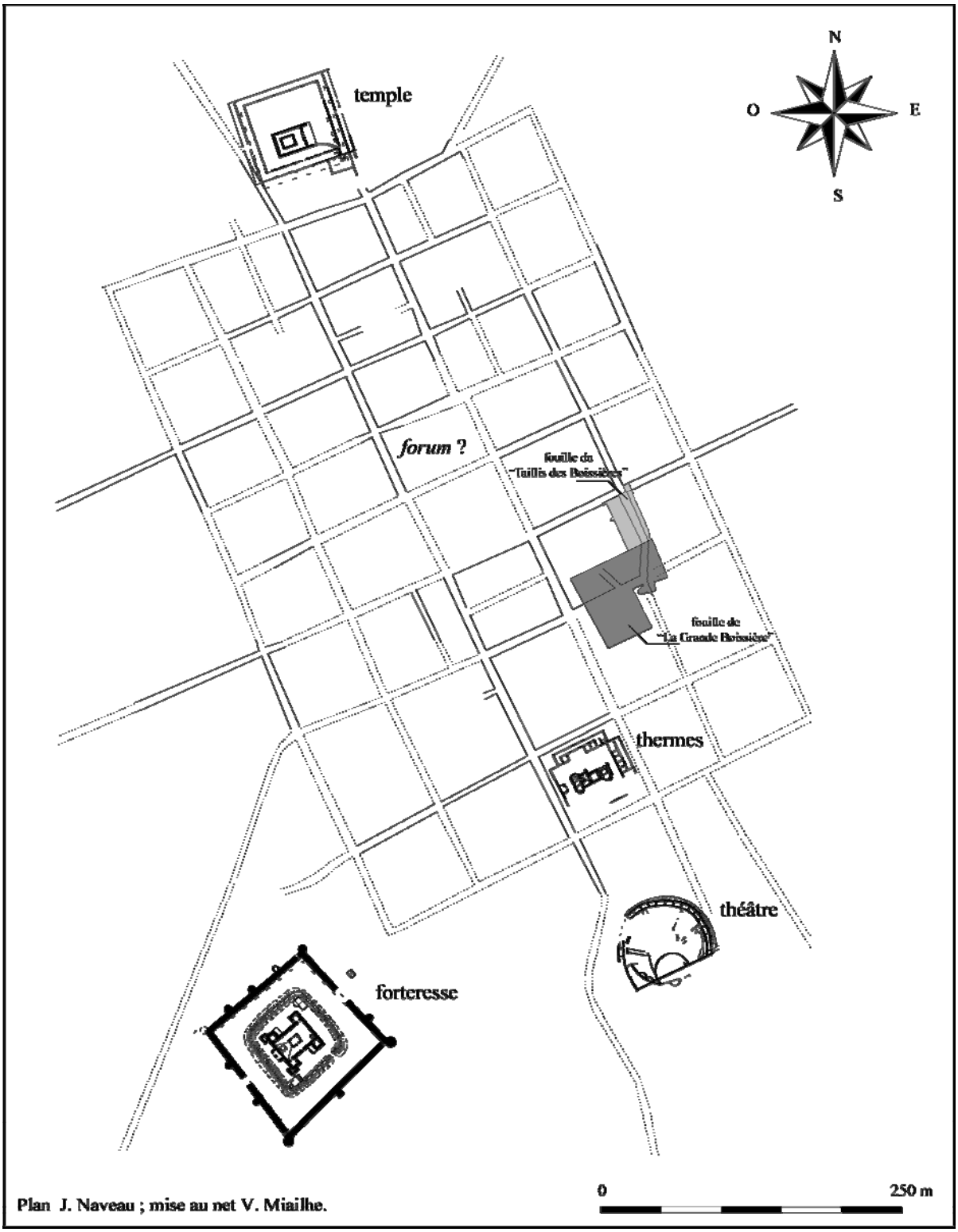


Fig. 15 : plan de la ville antique de Jublains (service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne).

Fig. 16 : plan général de la fouille de "La Grande Boissière", état de la première moitié du IIe s. ap. J.-C. (BOCQUET *et al.* 2004 : Fig. 13).

Toutefois, jusqu'aux années 1990, aucune opération n'avait permis d'approcher l'habitat urbain. L'occasion en fut offerte, en 1996, par un projet de la municipalité de lotir la parcelle de "La Grande Boissière", située en limite sud-est de la réserve archéologique, le long d'un axe majeur de la ville romaine. Des sondages programmés furent réalisés sous la direction de J. Naveau et K. Chuniaud en 1996. L'accélération du projet communal obligea à achever cette opération dans l'urgence, l'année suivante. Cette seconde phase, dirigée par A. Bocquet, n'a pas été exhaustive et n'a porté que sur une partie de l'emprise de l'aménagement (BOCQUET *et al.* 2004).

Situé à moins de 150 m du *forum* supposé de la ville, l'îlot de "La Grande Boissière" permettait d'envisager, pour la première fois, l'étude de l'évolution de l'habitat urbain de la capitale diablinte. Cependant, la fouille ne livra aucun bâtiment résidentiel important, aucune *domus*, mais des constructions sur sablières basses ou solins, dont une partie au moins semblait consacrée aux activités artisanales (fig. 16). Cette situation posait de nombreux problèmes quant à la réalisation réelle du plan d'urbanisation de la ville antique. C'est dans cette optique qu'a été effectuée, entre 1998 et 2004, une seconde fouille, sur la parcelle de la réserve archéologique située immédiatement au nord-ouest, appelée "Le Taillis des Boissières" (fouille A. Bocquet, archéologue départementale).

Les 1 000 m² dégagés lors de cette seconde opération se situent à l'angle d'un îlot. L'occupation de cet espace est la continuité directe de celle mise en évidence dans la parcelle contiguë. Une série de bâtiments s'organise autour d'une zone non lotie (jardin) (fig. 17). Les constructions sur solins ont livré un abondant mobilier lié aux activités artisanales (métallurgie du bronze et du fer, travail du cuir, du verre et rejets de boucherie), la plus visible étant, sans nul doute, la métallurgie du fer, qui nous occupe ici.

3.3.1.2. Présentation de la ville antique de Noviodunum des Diablintes

Dans sa *Géographie*, rédigée au IIe s. ap. J.-C., le géographe grec Ptolémée nous apprend le nom de la capitale des Diablintes : *Νοιοδουνον* (Ptolémée, *Géographie* ; II, 8, 7). On retrouve cette ville sur la table de Peutinger : le nom de la capitale, légèrement altéré, y apparaît sous la forme *Nu dionnum*, entre *Aregenua* (Vieux) et *Subdinum* (Le Mans) (DESJARDINS 1869 ; NAVEAU 1997 : 16). Certains ont vu dans cette dernière graphie une faute des copistes pour *Nouiodunum* ou *Nouiodionnum* dont l'identification à Jublains ne fait à présent plus aucun doute (NAVEAU 1997 : 16). On retrouve dans les recherches sur les Diablintes indifféremment *Neodunum* (ANGOT 1910, I), *Nouiodunum* (NAVEAU 1997) ou *Noviodunum*. C'est cette dernière version, la plus courante, qui sera utilisée ici[17].

Pourtant, contrairement à ce qu'indique ce nom, *Noviodunum* n'est pas une ville créée *ex nihilo*. La fouille du temple, menée par J. Naveau entre 1986 et 1991, a permis de mettre en évidence une occupation dès La Tène ancienne ou moyenne à cet endroit (NAVEAU 1997 : 115-202 ; 2004 : 283-284 ; 2006 : 34). La présence de céramiques datables des IVe-IIIe s. av. J.-C. et d'armes volontairement

[17] On peut signaler que les mêmes problèmes de graphie existent pour le *Noviodunum* de la *Colonia Iulia Equestris*, Nyon (FREI-STOLBA 2004).

pliées permet d'identifier ici un sanctuaire protohistorique dont l'importance et l'organisation restent encore inconnues.

Des fossés et des enclos, associés à de la céramique, indiquent la présence d'une occupation du second Âge du Fer dans la partie orientale de la ville romaine. Quelques éléments céramiques de La Tène finale mis au jour lors de la fouille de "La Grande Boissière" se rapprochent de ceux découverts lors de la fouille dite du "Terrain de Sport" (BOCQUET *et al*. 2004 : 134) L'abondance de céramiques dans le comblement de certaines parties des enclos découverts sur cette dernière fouille indique qu'il ne s'agit pas de simples limites parcellaires mais plus probablement de fossés liés à des habitats (*ibid*. : 135). Des fragments de creusets et de moule à flan prouvent qu'on y pratique l'orfèvrerie et la frappe monétaire (*ibid*.). Cependant, on ne sait pas s'il s'agit d'installations rurales ou d'une petite agglomération associée au lieu de culte, qui semble perdurer jusqu'à l'époque romaine.

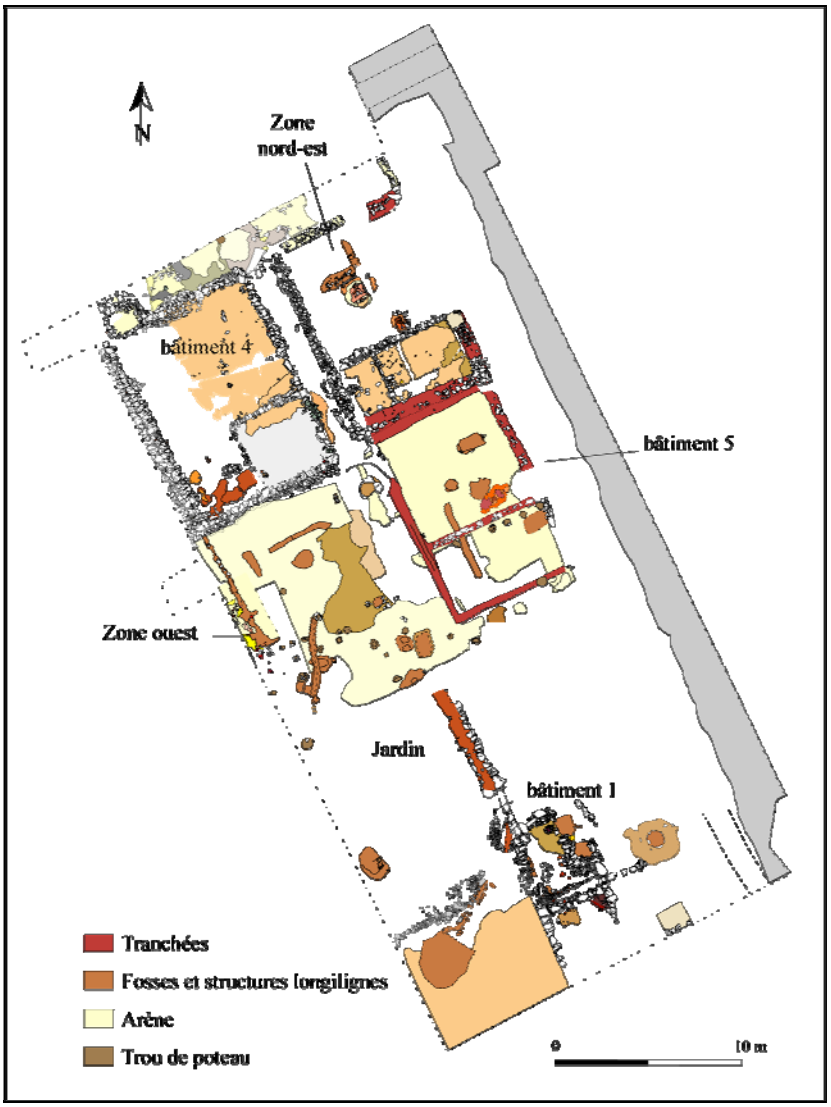


Fig. 17 : plan général de la fouille du "Taillis des Boissières, état des années 70-120/140 (service du patrimoine, Conseil Génréral de la Mayenne).

L'occupation de la ville avant le tournant de l'ère est encore mal connue. Sur la fouille du "Taillis des Boissières", des fossés parcellaires et un four de potier sont attribués à une première période d'occupation, immédiatement postérieure à la Conquête. Par ailleurs, de nombreuses découvertes de mobiliers épars (céramiques, monnaies, boucles de harnais) attestent une occupation de l'époque augustéenne, mais on ne peut pas pour autant en déduire la présence d'une véritable agglomération à cette période (*ibid.*). Les premiers habitats sont datables des années 15-20 ap. J.-C. Il s'agit de petites unités dispersées, sans structuration apparente, suivant toutefois une orientation commune (BOCQUET, NAVEAU 2004 : 176).

Le véritable plan d'urbanisme est installé dans la seconde moitié du Ier s. ap. J.-C. Le point de départ de ce renouvellement semble être le remplacement du sanctuaire gaulois en bois par un temple romain en pierre. Cette transformation est datée par un trésor monétaire, probable dépôt de fondation, des années 66-68 ap. J.-C. (*ibid.*). C'est le début d'un réaménagement complet de la ville et de la mise en place d'un réseau viaire dans lequel s'insère la parure urbaine classique d'une ville romaine. La fouille du secteur de "La Grande Boissière" témoigne d'un important remblaiement d'arène granitique intervenu dans les années 70-80 ap. J.-C. et visant à assainir et niveler le terrain (BOCQUET *et al.* 2004 : 139-141). Les voies sont implantées à cette période selon une orientation déjà perceptible dans les strucutures pré-existantes. La chronologie de mise en place des monuments concorde avec cette datation. Ainsi, l'insertion des thermes dans un îlot de la trame permet de placer leur construction après celle des rues. Le théâtre a, quant à lui, connu deux phases dont la première peut être attribuée à la deuxième moitié du Ier s. ap. J.-C. et la seconde datée entre la fin du Ier s. et le début du IIe s. ap. J.-C.

Le réseau viaire, restitué grâce à des prospections géophysiques, définit une quarantaine d'îlots quadrangulaires assez réguliers, d'environ 70 m de côté, et couvrant au total environ 25 ha (NAVEAU 1997 : 86-92 et 116-253) (fig. 15). Il s'agit d'une ville modeste par rapport à d'autres capitales qui peuvent être dix fois plus importantes en surface, telle *Samarobriva*/Amiens, qui occupe, dans son extension maximale, près de 200 ha. Les principaux monuments marquant la romanité de la ville – le temple, le *forum*, les thermes et le théâtre – se trouvent alignés selon un axe nord-sud long de 800 m. Au centre de ce dispositif a été dégagé en 1870 un ensemble de bâtiments dans le secteur du lieu-dit "La Tonnelle" (NAVEAU 1997 : 87-89). On ne connaît qu'un plan très réduit et une description sommaire des découvertes. Toutefois, la disposition des édifices autour d'une place bordée de portiques et la mise au jour d'un autel dédié à Auguste et à Jupiter, attestant le culte impérial, permettent de reconnaître ici le *forum* de la ville.

La modestie de la superficie, la disposition particulière des monuments publics et leur mise en place relativement tardive ont amené J. Naveau à émettre l'hypothèse de l'identification à Jublains d'une agglomération secondaire promue au rang de capitale de cité, probablement dans la deuxième moitié du Ier s. ap. J.-C. et plus précisément à la fin du règne de Néron (BOCQUET, NAVEAU 2004 : 176-177). Cette proposition pose toutefois problème et a été repoussée par Y. Maligorne (2006 : 168-169) dans le cadre de sa thèse sur *l'architecture romaine dans l'ouest de la Gaule*. En effet, ce dernier souligne qu'il serait étrange que Jublains prenne la configuration d'une agglomération secondaire au moment même où elle devient capitale. En outre, la liste de Pline l'Ancien, dont l'essentiel est fondé

sur des archives des années 22-14 av. J.-C. (CHASTAGNOL 1995 : 90 et note 2 p. 116), montre que les Diablintes sont constitués en *civitas* dès la fin du Ier s. av. J.-C (PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*, IV, 32). Or une seule ville peut prétendre a en être capitale : *Noviodunum*, identifiée depuis longtemps à Jublains (PTOLÉMÉE, *Géographie*, II, 8, 7 ; LEBEUF 1739). Ce n'est donc certainement pas dans l'accession à l'autonomie qu'il faut chercher les raisons de la réorganisation de Jublains (MALIGORNE 2006 : 169).

Le programme d'urbanisation a donné lieu à une seconde théorie : pour W. Van Andringa, la mise en place de cette parure urbaine – et particulièrement la transformation du sanctuaire – peut être interprétée comme une possible conséquence de l'accession de la cité des Diablintes au rang de municipe de droit latin (VAN ANDRINGA 2004 : 80 ; NAVEAU 2004a : 286-286 ; 2006 : 41). Cette hyptohèse a été reprise, avec plus de prudence, par Y. Maligorne (2006 : 168-169). Ce dernier souligne toute la difficulté d'interprétation des changements d'organisation intervenus dans plusieurs capitales des Gaules dans le courant du premier siècle de notre ère. En effet, ces travaux peuvent soit souligner l'obtention du droit latin par une monumentalisation de l'agglomération soit, au contraire, être réalisés en vue d'obtenir de l'autorité impériale le changement de statut de leur cité soit, enfin, être l'œuvre d'évergètes dont le seul but est d'obtenir des charges dans l'assemblée locale[18]. On ne peut donc pas toujours lier l'apparition de la parure urbaine à un changement de statut administratif. Y. Maligrone (2006 : 30-32) montre par ailleurs que le *forum* supposé de la capitale diablinte pourrait être antérieur à l'installation du réseau viaire, intervenu dans le dernier tiers du Ier s. ap. J.-C. et, qu'en outre, rien ne prouve que les édifices de Jublains font partie d'un unique programme (*ibid.*). Enfin, aucun document épigraphique n'atteste la présence de magistrature relevant du droit latin dans la cité diablinte. On ne peut donc trancher concernant un tel changement de statut. Je garde donc l'hypothèse que la cité diablinte a été créée en même temps que ces voisines, vers 16-13 av. J.-C., et que Jublains a reçu dès cette date le rôle de chef-lieu, mais qu'elle n'a connu un véritable plan d'urbanisation "à la romaine" que tardivement, en raison de la modestie de son territoire et de sa situation périphérique dans l'Empire romain.

Quoi qu'il en soit, les fouilles menées dans la capitale s'accordent sur le fait que l'occupation de la ville connaît son point d'orgue dans la première moitié du IIe s. ap. J.-C. C'est en tout cas à cette période qu'on connaît une densité maximale de structures dans le secteur de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières". C'est également à cette époque que les thermes publics semblent être réaménagés et que le théâtre est reconstruit.

Toutefois, le projet urbain resta inachevé. Les fouilles des îlots périphériques de "La Grande Boissière" et du "Taillis Boissières" ont montré que ces secteurs n'ont jamais fait l'objet d'un aménagement urbain. Les trottoirs comme les égouts ne sont pas aménagés partout. Les voies et les bâtiments ne suivent plus l'orientation générale de la trame urbaine. Ce secteur est majoritairement occupé par des artisans et semble montrer des faiblesses dès la seconde moitié du IIe s. (BOCQUET *et al*. 2004 : 159). L'occupation s'y resserre nettement à partir du IIIe s. et semble se terminer à la fin de

[18] C'est peut-être le cas à Jublains où l'evergète qui offre le théâtre à la ville a un nom pérégrin, Orgetorix, fils d'A[--]srus : *AE*, 1991, 1238.

celui-ci, avec l'installation de sépultures isolées (BOCQUET, MADIGAND, NAVEAU 2002). La construction de la forteresse témoigne très probablement de cette ambiance de crise.

Située à la périphérie du bourg, cette "forteresse" quadrangulaire couvre plus d'un hectare. Elle est connue depuis le XVIIIe s. et a été acquise par le département de la Mayenne dès 1839, grâce aux efforts de Prosper Mérimée. Il s'agit d'une construction monumentale réalisée en trois phases dans le courant du IIIe s. (REBUFFAT, BROUQUIER, CROGIEZ 1997). Elle comprend un bâtiment central en forme de H, organisé autour d'une cour intérieure, une première ligne de fortification en terre, ou "*vallum*", et un rempart massif en petit appareil. À l'intérieur du *vallum* se trouvent deux petits bâtiments balnéaires. Cet édifice a été établi au-delà de la nécropole marquant la limite ouest de la ville et ne respecte pas la trame urbaine. Cette situation extérieure a été traduite comme le signe de l'appartenance de ce monument au pouvoir public et plus particulièrement à l'administration impériale. J. Napoli a proposé d'y voir un relais dans les terres du *litus saxonicus* (ligne de fortification construite sur les côtes de la Manche et de la mer du Nord pour défendre les Gaules contre les raids Saxons) (NAPOLI 2003). En fait, la fonction précise de ce complexe reste obscure. Son origine semble bien antérieure aux troubles de la deuxième moitié du IIIe s. (peut-être au début du règne de Septime Sévère, 197-211) et il n'entre pas dans la typologie des forteresses militaires. R. Rebuffat, qui a fouillé l'édifice de 1983 à 1986, l'interprète comme un grand entrepôt qui aurait pu servir de relais au service de *cursus publicus* et/ou de l'annone (REBUFFAT, BROUQUIER, CROGIEZ 1997 : 287). Mais il est difficile de savoir quelle denrée pouvait justifier la construction de mur en grand appareil de granite et des portes de 20 cm d'épaisseur. J. Naveau évoque la possibilité d'un stock d'or dont la production est connue dans la région dès la Protohistoire (NAVEAU 2006 : 45 ; CAUUET 2005 : 242-243 ; MEURET 1993 : 229-249). Ce monument ne connaît, en fait, aucun parallèle et fait de Jublains un cas unique.

À partir du IVe s., on assiste, comme dans d'autres capitales, au démantèlement des monuments publics dont les blocs servent à la construction de la forteresse (BOCQUET, NAVEAU 2004 : 181). Une partie de ces destructions traduit sans doute l'implantation du christianisme et la désaffectation des temples païens mais aussi l'abandon d'un équipement peut être trop ambitieux (*ibid.*). Concurremment, des sépultures à inhumation s'installent dans ce qui était le cœur de la ville antique, entre le *forum* et les thermes. L'abandon de la ville se fait de façon progressive et ne semble jamais avoir été complet : une petite population reste sur place comme en témoigne l'installation de l'église dans les termes, peut-être dans le courant du Ve s. et bien sûr les sépultures.

La *civitas Diablintum* apparaît pour la dernière fois dans les textes dans la *Notitia Galliarum*, document administratif daté entre 386 et 450, qui inclut la cité diablinte et ses voisines dans le diocèse des Gaules, et plus particulièrement à la Lyonnaise troisième, qui a pour chef-lieu Tours (FERDIÈRE 2005a : 315-317). Par la suite, l'agglomération de Jublains perd son statut de capitale et est intégrée, avec son territoire, à l'évêché du Mans, qui préfigure l'ancienne province du Maine (BOCQUET, NAVEAU 2004 ; NAVEAU 2004a). Les textes postérieurs au VIIe s. n'évoquent plus qu'un *vicus Diablinticus* (*Actus…* 126, 139 ; NAVEAU 1997 : 15-16 ; 2006 : 48).

Les raisons de cette rétrogradation sont sûrement multiples mais on peut en souligner plusieurs : il semble que la ville tire son statut politique de sa situation de carrefour routier sur de nombreuses voies menant de la côte atlantique jusqu'à Lyon ou du Cotentin vers le sud-ouest. L'arrêt des échanges commerciaux avec la province de Bretagne, les raids saxons et la piraterie ont probablement entraîné une forte diminution du trafic et la perte du rôle stratégique de la ville dans le courant du Bas-Empire. Le territoire qui entoure la ville n'offre que des terrains de mauvaises qualités, essentiellement du granite, peu favorables à l'agriculture et à l'entretien d'une grande ville. Les troubles du IIIe s. ont donc du être particulièrement sensibles dans la région. Enfin, *Noviodunum* des Diablintes est l'une de ces rares capitales de cité qui ne se trouvent pas le long d'un cours d'eau important. Le seul qui s'écoule à proximité est le Bias, qui est à l'heure actuelle un ruisseau intermittent, affluent de l'Aron. L'absence d'axe d'échange fluvial a probablement desservi la capitale diablinte par rapport à ses voisines Le Mans, Rennes et Angers, toutes situées sur une rivière majeure.

Il ne faut cependant pas rester sur ce constat d'échec. La ville de *Noviodunum* est durant le Haut-Empire une capitale, certes modeste, mais possédant tout l'appareil monumental d'une ville romaine, image de la bien lointaine *Urbs*.

3.3.2. Les données historiques sur le territoire

Pour cette région, les documents écrits antérieurs à la deuxième moitié du XIe s. sont rares. Les textes les plus anciens nous ont transmis essentiellement des noms de peuples, qui ont déjà largement été évoqués : Diablintes, Cénomans, Andes *etc*. Mais ces noms ne sont valables, dans leur localisation, que pour les dernières décennies avant la conquête romaine. Le géographe grec Ptolémée, qui écrit dans le courant du IIe s., nous apprend que les peuples diablinte et cénoman appartiennent à un ensemble plus vaste, celui des Aulerques (*Αυλιρκοι* [ou *Αυλιργιοι*] *οι Δαβλιται*), dont font également partis les Éburovices (région d'Évreux) (Ptolémée, *Géographie* : II, 8, 7 ; II, 8, 9).

Le nom des Aulerques apparaît dans le récit de Tite-Live, qui écrit vers la fin du Ier s. av. J.-C. Ce dernier évoque, dans un passage devenu célèbre, les invasions celtiques du nord de l'Italie (Tite-Live, *Histoire romaine* : V, 34). Dans un temps que l'auteur latin situe sous le règne de Tarquin l'Ancien (616-579 av. J.-C.), une partie des populations celtes des Gaules aurait été envoyée vers la forêt hercynienne et l'Italie pour soulager une pression démographique devenue trop importante. La chronologie de ce mouvement de population est discutée, certains le rattachant à des événements connus du IVe s. av. J.-C. (sac de Rome vers 386 av. J.-C.) (ROMAN, ROMAN 1997 : 207 *sqq.* ; CUNLIFFE 2001 : 75-86). Sans entrer plus loin dans ce débat, on constate la présence d'un peuple celte, les Aulerques, participant à l'invasion du nord de l'Italie. Il est cependant difficile d'affirmer que ces Aulerques sont les mêmes que ceux évoqués plus de cinq siècles après les faits par César. Toutefois, les Cénomans, homonymes de ceux du Maine, qui occupent dans le courant du IVe s. av. J.-C. une partie de la vallée du Pô, pourraient être de ces Aulerques (Polybe, *Histoires* : II, 17, 4). La situation géographique de ce peuple – ou plutôt de ces peuples ? – en Gaule n'est pas établie. Placés dans sous le contrôle du roi biturige Ambigat, les Aulerques sont cités par Tite-Live aux côtés des Bituriges, Arvernes, Sénons, Eduens et Carnutes (Tite-Live, *Histoire romaine* : V, 34). Si l'on se réfère à la carte

des peuples telle qu'on peut l'établir à l'époque de la Conquête, ces peuples forment un bloc dont les Aulerques formeraient l'extrémité occidentale (FICHTL 2004 : 54). La localisation des Aulerques à une date haute (dès le VIe s. av. J.-C. ?) dans le Maine est donc plausible, même si elle ne peut être fermement étayée.

Hormis l'épisode des invasions celtes rapporté plus haut, les textes antiques n'apportent aucune autre information sur ces populations avant la conquête romaine. Cette région est conquise par les troupes de César en plusieurs étapes. Durant l'année 57 av. J.-C., César envoie le légat Publius Crassus (le fils du "triumvir") vers l'Armorique. À la fin de cette année, ce dernier informe César que les "peuples marins riverains de l'Océan"[19], dont font partie les Aulerques, ont été soumis à Rome (CÉSAR, *Guerre des Gaules*, II, 34). Des légions stationnèrent même durant l'hiver dans la région, chez les Andes, les Turons et peut-être chez d'autres peuples dont le texte de César ne donne pas la liste (*ibid*., II, 35). Toutefois, dès l'année 56, ces peuples, parmi lesquels apparaissent, pour la seule fois du récit de César, les Diablintes, se soulèvent contre l'occupation romaine et demandent de l'aide à la Bretagne (La Grande-Bretagne actuelle) (*ibid*., III, 9). Une bonne partie de la troisième année de guerre est occupée à mâter cette révolte et la victoire n'échoit aux Romains qu'au terme d'une longue et difficile bataille navale contre la flotte vénète (*ibid*., III, 7 à 15). Une partie des troupes romaines passe l'hiver 56-55 chez les Aulerques, sans que l'on puisse savoir s'il s'agit des Diablintes, des Cénomans ou des Éburovices (*ibid*., III, 29). Le récit de César n'apporte ensuite aucune information sur la région avant la fin de l'année 54 av. J.-C. Durant l'hiver 54-53 av. J.-C., l'agitation règne en Gaule à la suite du massacre des troupes de Sabinus par les Éburons (*ibid*., IV, 53). Les peuples armoricains semblent avoir projetté une attaque mais fuirent en apprenant la victoire de César contre les Nerviens (*ibid*.). En 52 av. J.-C., les Aulerques Cénomans, cités nommément à cette unique occasion, ainsi qu'une majeure partie des peuples de l'Ouest, participent à la constitution de l'"armée de secours" venue délivrer Alésia (*ibid*., VII, 75). Malgré la défaite d'Alésia, l'agitation ne cesse pas dans l'Ouest : les peuples armoricains et ceux de la vallée de la Loire, dont peut-être les peuples de la région étudiée ici, se soulèvent à nouveau, sous le commandement d'un certain Dumnacos, chef des Andes, et assiègent Poitiers (*ibid*., VIII, 26). Toutefois, cette armée se dérobe devant l'arrivée des troupes romaines, tente de traverser la Loire en vain et se fait massacrer (*ibid*., VIII, 27-29). Les peuples armoricains font alors soumission (*ibid*., VIII, 31).

Les cités diablinte, cénomane et ande, probablement créées sous le règne d'Auguste (lors de ses voyages de 16 ou 13 av. J.-C. ?), sont intégrées à la province de Lyonnaise (Pline l'Ancien, *Histoire Naturelle* : IV, 32 ; BOUVET 2001a : 81 ; NAVEAU 2006 : 35). Ces trois cités, vraisemblablement pérégrines à leur création, apparaissent dans le recensement des cités de l'Empire réalisé par le géographe grec Ptolémée au IIe s (Ptolémée, *Géographie*, II, 8, 7).

La première attestation de la cité diablinte provient de la dédicace du théâtre de *Noviodunum*, datée de la seconde moitié du I^e^ s. ap. J ;-C. (*AE* 1991 : 326, n°1238 ; NAVEAU 1991c). Cette inscription, découverte en 1989 lors de travaux de restauration, se trouvait en remploi dans le mur de scène du deuxième théâtre. Elle nous apprend que c'est un notable de la ville, nommé Orgetorix, qui a offert le

[19] Le texte mentionnent les peuples suivant : Vénètes, Unelles, Osismes, Coriosolites, Esuvii, Aulerques et Riédons.

théâtre, dans son premier état, à sa *civitas*. On a déjà vu que cette construction s'inscrit dans un programme d'urbanisation interprété par W. Van Andringa comme la marque de l'accession de la cité des Diablintes au rang de municipe de droit latin. Malheureusement, le terme de *civitas*, présent sur la dédicace du théâtre, est "juridiquement neutre", pour reprendre l'expression de M. Dondin-Payre, et n'apporte donc rien à cette question (DONDIN-PAYRE 1999 : 129, 137). Pour les cités ande et namnète, qui s'étendraient dans le sud de la Mayenne, on ne possède aucune attestation de *civitas* (DONDIN-PAYRE 1999 : 133). En revanche, une inscription provenant du sanctuaire d'Allonnes mentionne un magistrat ayant suivi un cursus complet : [*…omnibus*] *hon*(*oribus*)… | [*…fun*]*cto* ; probablement dans la ville voisine du Mans (WUILLEUMIER 1963 : 141, n°348bis). Cette inscription témoigne de l'acquisition du droit latin par la cité cénomane sans doute durant le Haut-Empire (DONDIN-PAYRE 1999 : 157).

Les documents épigraphiques connus pour le territoire considéré par cette étude sont par ailleurs assez rares, comme dans tout l'ouest des Gaules (WOOLF 1998 : 87 ; FERDIÈRE 2005a : 13). En dehors des inscriptions découvertes à Jublains, les quelques bornes milliaires recensées n'apportent aucune information complémentaire sur le statut de la cité où son organisation interne. Soulignons ici le fait qu'aucun document épigraphique ou iconographique datant de l'Antiquité n'évoque la métallurgie du fer dans cette région.

Comme on l'a vu, Jublains perd son statut de chef-lieu à la fin du IVe ou au début du Ve s. et son territoire est alors rattaché à la cité des Cénomans. Après la disparition de l'empire romain d'Occident en 476, l'influence romaine est encore effective durant une dizaine d'année dans la région qui appartient au royaume du général romain Syagrius. Clovis s'empare toutefois de ce territoire en 486. L'évêché du Mans entre dans la période mérovingienne.

La relative richesse de la documentation écrite du haut Moyen Âge, notamment les textes liés aux évêques du Mans (*Actus*… ; *Gesta Aldrici*…), apporte des détails qui nous échappaient jusqu'ici (PICHOT 1995 : 45-57). Les dynasties mérovingienne et carolingienne accordent au Maine une attention particulière, avec notamment la création d'un commandement militaire réunissant une douzaine de comtés. La rive droite de la Mayenne serait, selon D. Pichot, une zone "tampon" avec la Bretagne. On retrouverait une frontière semblable au nord avec la future Normandie. Ce contrôle semble être une préoccupation majeure du pouvoir jusqu'à la moitié du Xe s. En effet, à partir du IXe s., les invasions normandes et les conquêtes bretonnes perturbent fortement l'organisation de la région. Malgré la consolidation de la Marche de Bretagne, les Bretons avancent jusqu'à la Mayenne. Tout l'ouest de la province échappe à l'autorité franque. Les avancées normandes mettent un frein aux ambitions bretonnes. Ces derniers reculent jusqu'à la limite traditionnelle des *pagi* établie au Xe s. Aucun texte ne témoigne directement des pillages vikings qui n'ont peut-être pas eu lieu dans cette région.

Les textes de la seconde moitié du IXe s. indiquent une influence affirmée du pouvoir comtal et épiscopal. Les comtes sont alors des membres de l'administration royale. La mise en place d'une dynastie comtale indépendante n'intervient que dans le courant du Xe s. Toutefois, cette période d'indépendance est de courte durée. Le Maine est durement soumis par Guillaume-le-Bâtard (futur Guillaume-le-Conquérant) dans la seconde moitié du XIe s mais l'occupation normande ne dure pas

au-delà de la fin de ce siècle. Le Maine échoit à la fin du XIIe s. à Henri II Plantagenêt, comte d'Anjou et également roi d'Angleterre. À partir de cette date, le Maine ne sort plus de l'influence angevine. Au début XIIIe s. l'ensemble des propriétés Plantagenêt (Anjou, Maine, Normandie, Touraine) tombe aux mains de Philippe Auguste.

Le Maine, situé entre la Bretagne et la Normandie se trouve aux carrefours des intérêts français et anglais durant la Guerre de Cent Ans. Plusieurs vagues d'invasions marquent profondément le territoire durant cette période. À la suite d'une campagne méthodique menée entre 1424 et 1425, les Anglais prennent le contrôle du Maine pour une période de 25 ans. La dernière place tenue par les Anglais, celle de Fresnay-sur-Sarthe, est libérée par Charles VII en 1450. À partir de là, Louis XI installe son autorité face aux ducs. En 1481, le Maine entre définitivement dans le domaine royal. C'est dans ce contexte politique que les grands seigneurs de la région, placés dans l'orbite royale, commencent à mettre en valeur leurs terres, notamment par l'exploitation des forêts pour la métallurgie. Le premier texte évoquant une "forge à fer" mettant en œuvre un étang date de 1495 et concerne Chemiré dans la baronnie de Sainte-Suzanne, au cœur du Maine (BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 60-61).

3.3.3. État des connaissances archéologiques sur le territoire

3.3.3.1. Les temps de la recherche

Le Bas Maine, comme la plupart des régions de France, a connu plusieurs temps dans la recherche archéologique. Jusqu'au XVIIIe s. les découvertes ne font l'objet que de quelques mentions, à l'instar de la mosaïque mise au jour à Jublains en 1776. Il faut attendre le début du XIXe s. pour voir les érudits porter un intérêt grandissant pour les vestiges matériels du passé. C'est à eux qu'on doit l'enregistrement des premiers vestiges (PESCHE 1829-1842 ; MAULNY 1806). Dans la seconde moitié du XIXe s., le développement des sociétés savantes a amené une explosion des recherches sur les gisements de toutes périodes. La longue liste de comptes-rendus de découvertes fournis par les *Bulletins de la Commission Historique et Archéologique de la Mayenne* en est le témoignage direct. Les premières fouilles sont menées à Jublains dès 1834. La découverte du "Gué de Saint-Léonard" (à Mayenne, Mayenne) motive un véritable programme de recherche sur les voies romaines dès 1865 (LAMBERT 1865). À la même date, H. Barbe édite la première synthèse sur trente années de recherches sur la capitale diablinte (BARBE 1865). À partir du dernier quart du XIXe s., l'attention se porte sur les vestiges de la Préhistoire (BOUILLON 1984 : 19). Malheureusement, il ne reste de ces travaux que bien peu de choses, peu de plans, des découvertes mal localisées, une stratigraphie inexistante ou hasardeuse. Ces quelques données sont pourtant essentielles. Les travaux de dépouillement et de recension – et même les premières prospections – réalisés par ces érudits restent à la base de nos recherches (LEDRU 1911). C'est à cette époque qu'interviennent quelques-uns des chercheurs qui nous renseignent sur la sidérurgie ancienne. Il s'agit pour la plupart de géologues, de maîtres de forge ou de religieux (M. Hédin, H. Roquet, L. Davy, A. Angot). La saignée de la première guerre mondiale emporte une bonne partie de ces érudits locaux et scelle le destin de cette recherche.

L'archéologie nationale renaît à partir des années 1960. L'absence de centre institutionnel (université ou CNRS) a cependant limité la portée des recherches dans le Bas Maine. Les bulletins produits par les sociétés savantes témoignent des travaux entrepris sur certains grands sites, mais aussi de découvertes ponctuelles effectuées par les groupes archéologiques locaux. Ces archéologues, tous amateurs, au sens le plus noble du terme, intègrent les méthodes développées dans le monde anglo-saxon. La systématisation des recherches porte rapidement ses fruits. La découverte des grottes ornées de la vallée de l'Erve (Saulges) intervient à cette époque. Les premières fouilles de sauvetage, nées au début des années 1970, permettent de faire quelques découvertes notables (fouilles du rempart de l'*oppidum* de Moulay, découverte de la "*villa*" de "La Boissière" à Jublains).

Le département de la Mayenne, et plus largement le Bas Maine, n'a pas encore bénéficié d'opérations archéologiques préventives de grande ampleur. L'attention est restée focalisée sur certains sites, au premier rang desquels Jublains. La situation est en train de changer. La découverte des thermes d'Entrammes dans les années 1980, la restauration des châteaux de Mayenne et de Sainte-Suzanne, et les premières opérations préventives sur le tracé de la RN 162 ont apporté des données nombreuses et riches. En outre, les prospections aériennes réalisées par G. Leroux depuis les années 1980 ont renouvelé les connaissances sur l'occupation du territoire. Des programmes de recherches centrés sur les occupations préhistoriques de la vallée de l'Erve et de la Vègre ont permis d'apporter des données nouvelles pour cette période, dépassant la simple cartographie des monuments mégalithiques. Nos connaissances sur l'occupation des campagnes diablintes restent cependant encore largement à acquérir.

3.3.3.2. De l'Âge du Bronze à celui du Fer

L'apparition de la métallurgie des alliages cuivreux se produit dans cette région vers 1800 ou 1700 av. J.-C. (BOUILLON 1984 : 35). Elle a probablement été précédée par l'exploitation des métaux natifs, comme l'or, et peut-être par une métallurgie du cuivre (Chalcolithique) qui n'a pas encore été détectée dans le Maine. C'est durant l'Âge du Bronze que la mise en valeur des ressources minières, notamment en cassitérite, permet la naissance d'un "grand complexe techno-économique atlantique" (BRUN 1987 : 53). Toutefois, comme pour le développement de la révolution néolithique, on ne connaît pratiquement rien des populations maîtrisant cette métallurgie. En 1984, R. Bouillon soulignait la carence de données archéologiques sur cette période en Mayenne (BOUILLON 1984 : 37) (fig. 18). La situation n'a guère changé depuis. L'essentiel des pièces rattachables à cette période a été découvert dans des dépôts ou "cachettes". Il s'agit majoritairement de haches, le plus souvent datables de l'Âge du Bronze final (*ibid.* : 40-41). Une forteresse de hauteur pourrait être attribuée à cette période : il s'agit du site de "Narbonne", situé au confluent de la Sarthe et de la "vallée de Misère", à Saint-Léonard-des-Bois (Sarthe). Un double système défensif constitué d'un mur de pierres sèches et d'un rempart de terre barre l'éperon et enserre une surface d'environ 7,5 ha (BOUVET 2001a : 422). La découverte d'une cachette d'objets attribuables à l'Âge du Bronze final atteste l'occupation du site à cette époque mais ne permet pas d'affirmer que la fortification date de cette période. Par ailleurs, la découverte de niveaux archéologiques associés à un mobilier céramique abondant, daté du Ve s. av. J.-C., lors d'une fouillé réalisée en 2006 au pied du logis du château de Sainte-Suzanne (Mayenne) indiquent que cet

éperon, dominant l'Erve, était occupé dès la fin du premier Âge du Fer (BOCQUET *et al*. 2007). L'éperon était d'ailleurs probablement entouré d'un rempart vitrifié.

Un des points les plus intéressants pour ce propos est la transition entre l'Âge du Bronze et la période de Hallstatt. En effet, dans l'Ouest de la France, les dépôts de haches en bronze se poursuivent jusque dans le courant du VIe s. av. J.-C., donc durant le premier Âge du Fer (BOUVET 2001a : 55). En outre, les objets découverts contiennent, pour la plupart, une forte proportion de plomb les rendant non fonctionnels. Ces dépôts ont été vus comme des "trésors" contenant ce qui serait une proto-monnaie. Ce phénomène a été interprété comme une résistance opposée par la civilisation du Bronze armoricain à l'introduction du nouveau métal venu de l'est (BRUN 1987 : 57). Pourtant la découverte de statuettes italo-étrusques datant du VIIe-VIe s. à Thorigné-en-Charnie (Mayenne) atteste les contacts entre la région et le monde méditerranéen à une période où la métallurgie du fer est déjà active.

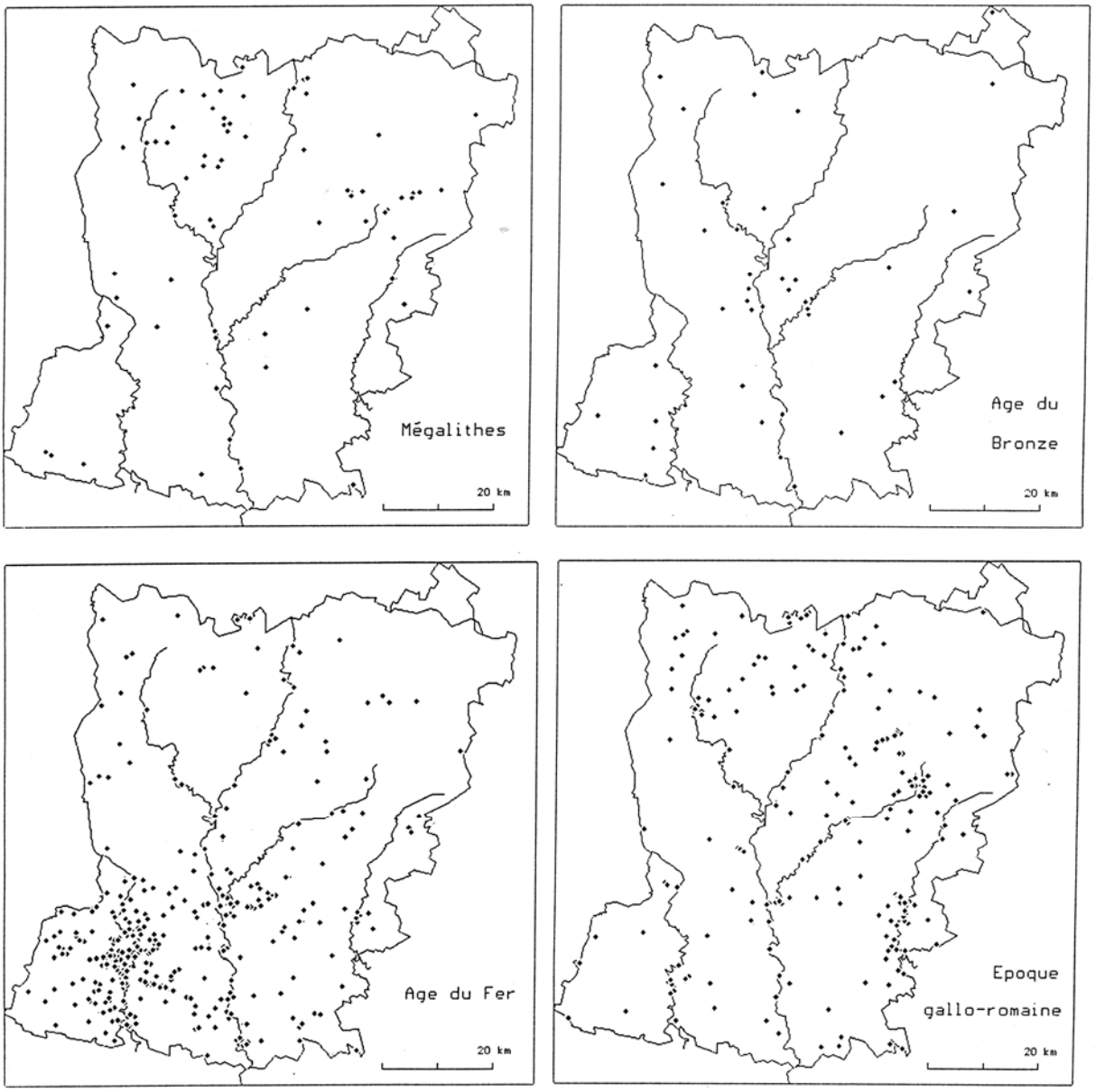


Fig. 18 : cartes archéologiques du département de la Mayenne pour différentes périodes anciennes (d'après NAVEAU 1997 : 36).

Ce décalage peut, semble-t-il, être expliqué par les données récemment acquises par la palynologie. Les diagrammes polliniques couvrant les VIIIe-VIe s. av. J.-C. montrent la diminution des activités agro-pastorales, voire leur disparition dans certains secteurs (BARBIER, VISSET, BURNOUF 2002 : 146). La forêt reprend ses droits. Les premiers temps de l'Âge du Fer se traduiraient donc par une "récession anthropique" (*ibid.*) dans le Bas Maine, marquée par un retard pris sur le développement de la métallurgie du fer (ou serait-ce l'inverse ?).

Par contraste, le second Âge du Fer est une période de forte expansion démographique. C'est à cette période qu'a lieu la majeure partie des défrichements (*ibid.* : 147). Les prospections aériennes menées dans la région de Craon (sud-ouest de la Mayenne) ont mis en évidence une extraordinaire densité des sites à enclos (LEROUX *et al*. 1999 ; MEURET 2000) (fig. 18). Dans cette région le substrat est particulièrement favorable à la découverte de ce type de site, ce qui explique sans doute la très forte densité enregistrée (effet de source). En outre, peu de ces sites ont été contrôlés au sol, on ne sait donc pas quelle proportion est réellement attribuable à l'Âge du Fer. Toutefois, les sondages menés par J.-C. Meuret dans les années 1990 sur 18 sites fossoyés situés entre les rivières du Blavet (Morbihan) et de l'Oudon (Mayenne) ont démontré que les trois quarts de ces sites ont été créés durant la période de La Tène (MEURET 2003). Seuls quatre sites de cette époque ont fait l'objet de fouille ou de sondage en Mayenne : l'enclos à triples fossés à "La Mazure" à Azé (Mayenne) et trois sur la commune d'Athée, "La Glannerie", "Le Gros Chêne" et "Le Grand Vendon" (LAMBERT, RIOUFREYT 1976 ; LEROUX *et al*. 1999: 35-49 ; MEURET 2000).

Plusieurs sites fortifiés apparaissent sur le cours de la Mayenne dans le courant des IIe-Ier s. av. J.-C., au "Port-du-Salut" à Entrammes, à "La Petite Frézellière" à Loigné-sur-Mayenne et à Moulay (NAVEAU 1974 ; 1982 ; 1992a : 87, 122-124, 136-137). Sur ce dernier site, un rempart, mesurant par endroit encore près de 6 m de hauteur, enserre une superficie de 12 ha qui correspond au village actuel de Moulay. L'importance du site a été réévaluée en 2004 à la suite de travaux préventifs menés dans le cadre du contournement de la ville de Mayenne (VALAIS 2004a ; 2007). Les diagnostics dirigés par A. Valais (INRAP) ont mis en évidence la présence d'un second rempart entourant 135 ha. Les tranchées réalisées ont permis de reconnaître une occupation dense, autorisant l'indentification ici de l'*oppidum* principal du peuple diablinte durant le siècle précédant la conquête romaine. L'*oppidum*, dans sa nouvelle extension, englobe l'atelier le site du "Grand Mesnil" où ont été découverts environ 200 exemplaires de meules rotatives (NAVEAU 1974 : 18-22 et 25-27 ; 1992a : 137).

Le mobilier exhumé des sites de cette période se rattache à un faciès armoricain. Ce terme est évoqué deux fois par César, lors des opérations de Crassus, en 57 av. J.-C., et à l'occasion de la coalition autour des Vénètes, l'année suivante (CÉSAR, *Guerre des Gaules* : II, 34 et III, 9). La notion d'une Armorique constituant une entité géographique et culturelle a été défendue par A. Duval (1990), mais M. Vaginay a rappelé la fragilité des preuves historiques évoquant une quelconque unité des peuples de cette région (VAGINAY 2003). Le fait est que de nombreux mobiliers traduisent une influence occidentale en Mayenne, notamment le monnayage, mais également la céramique (NAVEAU 1997 : 31-32). Un groupe de monolithes localisé dans la partie nord du territoire diablinte pourrait également marquer l'influence "armoricaine". Il s'agit de stèles linguiformes, plus ou moins hautes, attribuées à l'Âge du Fer par comparaison avec des pierres semblables de Bretagne (NAVEAU,

JARDIN, MARE 1987 ; NAVEAU 1993 ; BOCQUET MADIGAND, NAVEAU 2002). Leur distribution a servi d'argument pour la localisation du territoire diablinte (NAVEAU 1995). La découverte récente d'une nouvelle stèle à l'est de la forêt de Sillé (Sarthe) remet quelque peu en cause cette hypothèse (SARRESTE, NAVEAU 2005).

C'est aussi à l'époque laténienne que doivent être très probablement rapportés les aurières de la ligne des Miaules (CAUUET 2005 : 242-243 ; MEURET 1993 : 229-249). Le paysage se structure fortement, sous l'impulsion des défrichements et de la mise en culture des terres, de façon plus systématisée qu'auparavant. Les premières routes, dont certains reprennent peut-être des itinéraires plus anciens, deviennent perceptibles (MEURET 1993 : 199-228).

3.3.3.3. L'époque romaine

La conquête romaine n'est pas immédiatement sensible dans la structuration du territoire. Le chef-lieu du peuple diablinte est probablement transféré de l'*oppidum* principal de Moulay à Jublains. Mais le développement de la ville ne débute réellement qu'à partir du deuxième quart du Ier s. ap. J.-C. Il semble qu'il en aille de même dans les campagnes bien que nos connaissances soient encore très limitées, en l'absence de fouilles récentes d'établissements ruraux datables de cette période dans le Bas Maine. Toutefois, sur l'échantillon de 18 sites étudiés par J.-C. Meuret entre Morbihan et Mayenne, un quart des enclos repérés d'avion est créé au Ier s. av. J.-C. et près de la moitié de ceux fondés durant La Tène perdure durant les Ier et IIe s. ap. J.-C. (MEURET 2003). On ne peut aborder cette question sans évoquer le débat sur la "romanisation" des Trois Gaules dont on a déjà présenté les grandes lignes ci-dessus (cf. 2.4.2.3.).

A. Guéguen a proposé d'utiliser l'anthroponymie pour esquisser une carte de l'occupation du sol antique en Mayenne (GUÉGUEN 1986). Je n'adhère pas à cette méthode. La toponymie, et encore plus l'anthroponymie, ne peut servir à restituer un état de l'occupation du sol (ZADORA-RIO 2001). On verra plus loin que la manipulation des noms de lieu nécessite d'infinies précautions et qu'en aucun cas un semis de toponymes, quelle que soit leur origine ou leur racine, ne comblera les lacunes de la carte archéologique. Il est à mon avis préférable de partir de cette dernière (fig. 18 et 19). J. Naveau s'appuie, cependant, sur ces deux cartographies et propose de distinguer deux groupes de sites, l'un au nord, de Landivy à Voutré et passant par Jublains, l'autre au centre du département de la Mayenne, autour d'Entrammes (NAVEAU 1997 : . 61-64). Ces ensembles ne sont pas très clairs et sont, en fait, formés par de petits groupes de sites. Comme le signale J. Naveau certaines de ces concentrations sont dues à l'attention particulière portée par un érudit à sa commune ou à l'environnement d'un site. C'est d'ailleurs le cas pour l'ensemble de sites connus à Sainte-Gemmes-le-Robert (Mayenne), autour de la forteresse romaine du Rubricaire. Lors de la fouille d'un petit bâtiment thermal situé à proximité du camp militaire, l'Abbé Angot s'est intéressé à l'environnement du site et a recherché les traces d'occupation à proximité. Cela a débouché sur la découverte de douze sites ruraux, distants de moins d'un kilomètre les uns des autres (ANGOT 1909).

Fig. 19 : carte archéologique simplifiée de la cité diablinte pour l'époque romaine (d'après NAVEAU 2006 : 49).

Juchée sur les pentes du Mont Rochard, la forteresse du Rubricaire n'est située qu'à 11 km de Jublains à vol d'oiseau (NAVEAU 1992a : 110-111). Elle a été en partie dégagée dans le courant du XIXe s. lors de fouilles et également lors de la construction la route toute proche pour tirer des matériaux. Son plan a été rapproché d'un *quadriburgium* par J. Napoli (1992) : il s'agit d'un petit camp militaire carré de 40 m de côté, flanqué de tours d'angle, daté dans l'attente de fouille complémentaire des IIIe-IVe s. À l'intérieur des casernements sont discernables. La fonction de ce camp n'est pas clairement établie, et sa réutilisation à l'époque médiévale gêne la compréhension du monument romain.

Un autre ensemble de sites est connu au nord d'Ernée, à l'ouest de la Mayenne. Dix sites, dont un atelier de tuilier, se concentrent dans un rayon de 800 m et s'alignent pour trois d'entre eux le long d'une voie romaine. Cette disposition a amené J. Naveau à émettre l'hypothèse d'une agglomération secondaire (NAVEAU 1997 : 62). De même, la forte concentration dans la vallée de l'Erve paraît s'organiser autour de Saulges (Mayenne). Sur cette commune, le site du "Plateau de la Cité", fouillé au XIXe s. pourrait abriter une agglomération secondaire (*ibid*.).

Certains auteurs ont signalé l'existence de parcellaires antiques en deux points de notre zone d'étude : autour d'Épinay-le-Comte (Orne) et de Soulgé-sur-Ouette (Mayenne) (NAVEAU 1997 : 63). Dans cette dernière commune, des parcellaires carrés orientés en fonction de la voie romaine du Mans à Corseul ont été perçus, sans pouvoir être datés de manière précise. Ce secteur se trouve au cœur d'une concentration de sites localisés entre la voie romaine évoquée à l'instant et celle qui va du Mans à Rennes à proximité du gué d'Entrammes. Il faut toutefois rester prudent sur ce sujet.

Il est également intéressant de noter les vides. Le plus important est celui du nord-est, qui correspond aux reliefs des massifs de Pail et de Multonne et est probablement dû aux mauvaises conditions de visibilité au sol (forêts, prairies) et à la persistance de sols humides qui ne permettent pas de faire ressortir des anomalies dans les herbages en prospection aérienne. Un autre blanc peut être noté dans le sud-ouest de la Mayenne. Cette lacune est peut-être due à l'attribution arbitraire des enclos repérés d'avion par G. Leroux à l'époque gauloise, alors qu'une bonne part est en fait – on l'a vu – occupée à l'époque romaine.

Le tissu d'occupation du sol à l'époque romaine dans le Bas Maine est donc encore mal connu (NAVEAU 1984). Ce qui est sûr est qu'il est fortement structuré par un réseau de voies dont le bocage mayennais a conservé les traces sur plusieurs dizaines de kilomètres, jalonnés par une série de bornes milliaires. Ces tracés reprennent, pour partie, des voies préexistantes et certains ont été utilisés sur une très longue période, parfois jusqu'au percement des routes royales dans la seconde moitié du XVIIIe s., voire jusqu'à nos jours.

Ce territoire est administré par Jublains ; cette ville tient une situation de carrefour routier, mais on ne sait pas si c'est cette position a entraîné le choix de ce site comme capitale ou si c'est la capitale qui a attiré les voies à elle. Qui est la poule, qui est l'œuf ? Ailleurs, on suppose l'existence d'agglomérations secondaires (Ernée, Saulges, Loré et Entrammes), dont seule celle d'Entrammes est réellement attestée par l'archéologie. Plusieurs sanctuaires ont été reconnus, à Juvigné, Bourgon,

Courcité, Bouère, Entrammes, Craon et Auvers-le-Hamon (NAVEAU 1992a : 84, 99, 115-116, 124-125, 154 ; BOUVET 2001a : 166). Certaines exploitations agricoles montrent l'adoption des principes architecturaux romains (*villa* de Parné-sur-Roc, par exemple) (LAMBERT, RIOUFREYT 1986).

L'évolution de ce tissu au cours de la période romaine, et notamment le passage du Haut au Bas-Empire, est évidemment peu perceptible en l'absence de fouille. La riche tombe du "Rocher", découverte en 1884, dans une carrière d'Argentré (Mayenne), atteste la présence d'une aristocratie foncière dans la région dans le courant du IVe-Ve s. (NAVEAU 1992a : 37). Toutefois, la crise que traverse l'Empire durant le dernier quart du IIIe s., ainsi que les difficultés économiques, semblent avoir été particulièrement sensibles pour la capitale de la cité diablinte.

La construction de l'enceinte monumentale de la forteresse n'a pas été achevée, ce qui traduit peut-être l'abandon du projet vers la fin du IIIe s. ou au début du IVe s. Ce renoncement marque sûrement un changement dans la situation politique de la région ou dans la gestion du territoire par l'Empire. En tout cas, cet événement a dû peser dans l'avenir du territoire diablinte et n'est probablement pas étranger à son intégration à la cité des Cénomans à la fin du IVe s. ou dans le courant du Ve s.

3.3.3.4. La période médiévale

Comme pour l'Antiquité, l'occupation du sol durant les premiers temps du Moyen Âge nous échappe presque totalement. Les cartes établies par J. Naveau et D. Pichot pour la Mayenne à partir des nécropoles, sarcophages et sites de frappe monétaire du haut Moyen Âge ne sont pas suffisantes pour établir la densité de l'habitat (fig. 20 et 21).

On peut, toutefois, supposer que la plupart des centres de peuplement de l'Antiquité tardive survivent. C'est le cas de Jublains. Malgré la perte du statut de capitale, une église s'installe dans les thermes de la ville antique, déjà à l'abandon depuis un certain temps (NAVEAU 2006 : 48). Autour de cet édifice se concentrent les sépultures en sarcophages trapézoïdaux. Dans les faubourgs de la ville antique, une pièce de la *villa* de "La Boissière" est réoccupée à cette époque et un des bâtiments du quartier artisanal est réinvesti durant l'époque carolingienne (NAVEAU 1987 ; BOCQUET, MADIGAND, NAVEAU 2002). Il en va de même à Entrammes, où la conversion des bâtiments thermaux antiques en lieu de culte a permis leur préservation sur une élévation de plus de 8 m de hauteur (NAVEAU 1991a ; 1992b). En revanche, on ne connaît rien, ou presque, de la survivance des habitats ruraux, *villa* ou fermes. La découverte d'une cinquantaine de squelettes dans les décombres d'un bâtiment maçonné découvert en 1844 au lieu-dit "Roullée" (Mont-Saint-Jean, Sarthe), à quelque distance de la forêt de Sillé, a été interprétée comme les traces des massacres réalisés durant les invasions "barbares" du IIIe s. (BOUTON 1962 : 52). On doit plutôt y voir là aussi la réutilisation en lieu de sépulture d'une résidence aristocratique rural durant l'Antiquité tardive et/ou le haut Moyen Âge comme le propose déjà E. Hucher en 1856 (DROUET, HUCHER 1856 : 242, note 1). On aura l'occasion de revenir plus longuement sur ce site.

L'implantation humaine à l'époque mérovingienne. *(D'après F. Lot, « Pouillés de la province de Tours », contribution de J. Naveau dans Collections mérovingiennes du musée de Laval, Laval, 1977).*

Fig. 20 : carte des sites mérovingiens dans le département de la Mayenne (d'après PICHOT 1984 : 105).

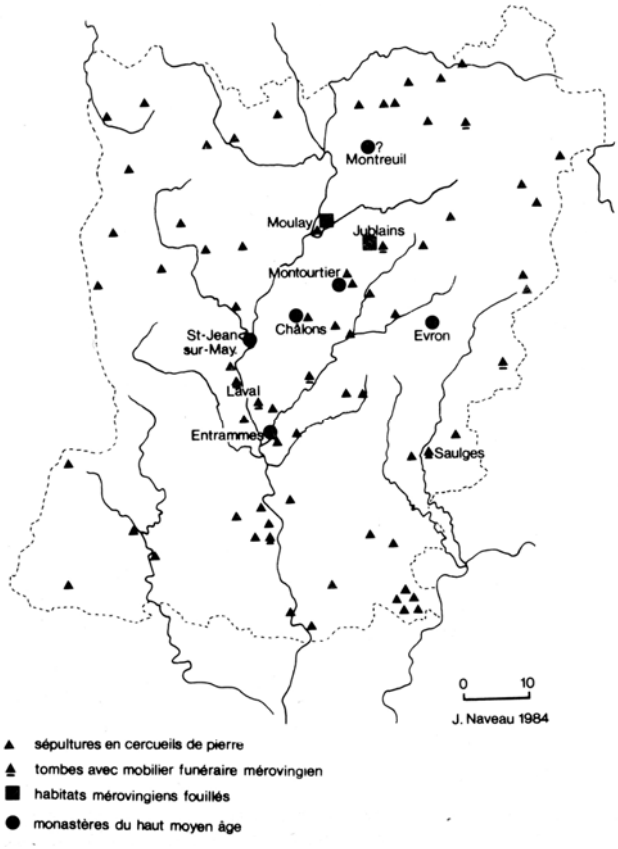


Fig. 21 : carte archéologique de la Mayenne à l'époque mérovingienne (d'après NAVEAU 1987 : 88).

En fait, de l'époque mérovingienne, ce que l'on connaît le mieux sont les morts et non les vivants, bien que les premiers indiquent inévitablement la présence des seconds. L'étude menée par R. Colleter sur les lieux de sépultures du Haut Moyen Âge en Mayenne fournit ainsi un tableau de cette occupation (fig. 22). Pour cet auteur, "l'étude des cimetières du Haut Moyen Âge en Mayenne a permis de mettre en évidence une trame de peuplement persistante depuis l'Antiquité" (COLLETER 2003 : 148). Toutefois, en l'absence de fouille d'occupation de ces périodes, on ne peut réellement conclure sur cette continuité supposée.

Les habitats ruraux du Bas Maine du début de l'époque médiévale sont encore mal connus. En 1984, les habitats mérovingiens fouillés étaient au nombre de deux (NAVEAU 1987 : 88). La situation n'a guère évolué depuis. Toutefois, il est possible qu'une partie des sites repérés d'avion par G. Leroux dans le sud-ouest de la Mayenne, attribués à l'Âge du Fer faute de vérification au sol, soit en fait de cette période. Ainsi, l'enclos quadrangulaire à angles arrondis repéré à "La Motte-Vauvert" à Château-Gontier s'est révélé être des VIIe-IXe s. (MEURET 2003). J.-C. Meuret estime, qu'à l'instar de ce dernier, 10 à 15 % des sites fossoyés détectés par prospection aérienne dans ce secteur pourraient être médiévaux (*ibid.*). Ces chiffres restent cependant totalement empiriques.

Le contexte politique du Bas Maine durant l'époque médiévale, aussi bien lors des raids vikings et bretons que durant la Guerre de Cent Ans, a justifié la construction de très nombreux châteaux de toutes périodes (*Les châteaux…* 2004). De nombreuses mottes castrales sont encore

visibles en Mayenne. Malheureusement, aucune n'a encore fait l'objet d'investigations archéologiques. La situation est en train de changer pour les fortifications maçonnées. Les récents travaux de restauration menés sur les places fortes de la région ont apporté des résultats surprenants. C'est au XIe s. que sont mentionnés pour la première fois dans les textes des châteaux sur le cours de la Mayenne : Château-Gontier, Mayenne, Laval. Les fouilles menées à Mayenne dans le courant des années 1990 ont montré l'existence d'une phase antérieure et notamment la conservation d'une salle datant de l'époque carolingienne (EARLY 2001). À Sainte-Suzanne (Mayenne), les recherches menées depuis 1998 ont permis de mettre en évidence une occupation mérovingienne et l'existence probable d'une forteresse en bois préalable à la construction du donjon visible aujourd'hui (A. Bocquet *in* : *Les châteaux*… 2004).

Pour le Bas Moyen Âge, on connaît peu de chose, hormis l'existence de production céramique spécifique (céramique à "oeil de perdrix") (DUFOURNIER *et al*. 1984).

*
* *

Le Bas Maine reste, malgré un potentiel archéologique exceptionnel, une *terra incognita* pour les périodes anciennes. Paradoxalement, à l'issue de la présente étude, les sites liés à la métallurgie du fer sont en passe de devenir les mieux connus de la région, loin devant les habitats ruraux ou les autres établissements humains. C'est un obstacle majeur à la compréhension de la répartition de nos sites par rapport à leur environnement archéologique et à l'occupation du sol en général. Cette lacune s'explique, en partie, par les conditions offertes par le milieu naturel.

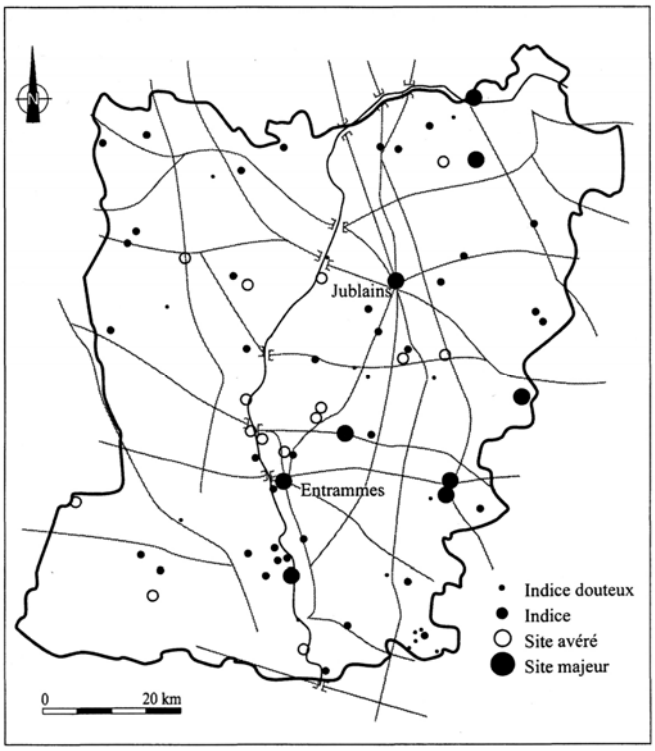


Fig. 22 : répartition géographique des indices et sites funéraires du haut Moyen âge sur la trame des voies antiques de la Mayenne (d'après COLLETER 2003 : 148).

Chapitre 4
Choix et définition d'un corpus

La définition de la problématique instaure d'emblée deux échelles d'analyse, celle du site et celle du territoire. Peu de régions offre des données à ces deux niveaux : le Bas Maine est l'une d'elles. Ce chapitre a pour but de présenter les raisons qui ont amené à choisir cette région pour une telle étude et les conditions de la réunion d'un corpus de données adéquates à l'application des méthodes de terrain et de laboratoire développées par les programmes de recherches menés depuis le début des années 1980.

4.1. Le choix du Bas Maine

4.1.1. Une zone de fort potentiel

La présente étude a été devancée par les travaux encore inédits de M. Hubert, ancien vendeur d'outils agricoles. Celui-ci a commencé, vers 1999, l'enregistrement des sites à scories de façon extensive, au gré de ses déplacements professionnels (HUBERT 2000). En 2004, son inventaire comptait plus de 250 entrées. Il ne s'agissait, pour la plupart, que de points sur une carte mais certains sites, mieux documentés, avaient fait l'objet d'un cliché. Profitant de ses nombreux contacts, M. Hubert avait interrogé un grand nombre de fermiers et d'autres informateurs, notamment des agents forestiers. Il avait, de surcroît, commencé une étude toponymique, limitée à quelques communes, mais qui avait déjà largement porté ses fruits.

La cartographie de ces données, effectuée lors du DEA, montrait l'important potentiel de la région (SARRESTE 2004a). Les sites enregistrés s'étendaient sur cinq départements (Mayenne, Orne, Sarthe, Ille-et-Vilaine et Maine-et-Loire). Des groupes étaient déjà perceptibles et annonçaient, pour certains, les zones de production présentées plus loin. Grâce à ces travaux, le potentiel du Bas Maine pour une étude à venir était définitivement acquis.

On pouvait donc largement présumer la présence dans la région de nombreux sites de réduction directe permettant une étude régionale et l'application à ce corpus des questions posées ci-dessus. En outre, les fouilles menées à Jublains ont permis de mettre au jour des ateliers de post-réduction (BOCQUET *et al*. 2004) et des scories de traitement du minerai de fer, posant de façon aiguë la question de la place prise par cette ville dans la chaîne opératoire sidérurgique durant la période romaine.

4.1.2. Une région encore mal connue

Les départements de la Mayenne et de la Sarthe n'apparaissent sur la dernière version de la carte des zones sidérurgiques anciennes qu'au titre des découvertes de l'autoroute A28 et de l'inventaire dressé par L. Davy entre 1880 et 1913 (DAVY 1880 ; 1913 ; MANGIN 2004a : 12-13 et fig. 4, p. 53). La réalisation d'un inventaire systématique des sites sidérurgiques du Bas Maine constitue donc le point de départ de ce travail mais également un renouvellement important de nos connaissances sur la sidérurgie ancienne dans une région où la dernière étude synthétique remonte à près d'un siècle.

Les ateliers de La Bazoge (Sarthe), déjà largement évoqués, constituent une référence incontournable (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; BOUVET 2001b). Parallèlement, les recherches menées par J.-B. Vivet en Ille-et-Vilaine ont permis d'établir les grandes lignes de l'évolution de la production sidérurgique pour cette partie de la Bretagne (VIVET 1997 ; 2001 ; 2007 ; VIVET, CHAUVEL, NICOLLIN 2003). Le Bas Maine se situe entre ces deux secteurs. L'étude du développement de la métallurgie du fer dans ce territoire et la mise en évidence de similitudes ou de différences permettront donc de porter plus loin les modèles définis jusqu'ici.

4.1.3. Un terrain pour l'application des méthodes d'études spécifiques à la sidérurgie

Par leur important potentiel, le Bas Maine et la ville de Jublains sont un parfait terrain d'application des méthodes archéologiques et archéométriques mises au point au cours des trente dernières années en matière de paléo-sidérurgie. En effet, la base fournie par les travaux de M. Hubert permet d'envisager des travaux plus précis (fouilles, analyses), qui n'auraient pas été possibles sans cet apport. Il a été ainsi possible de mener, dans le cadre limité de l'exercice de thèse, la fouille d'un atelier de réduction directe qui a procuré des informations ponctuelles mais inestimables pour la compréhension de la sidérurgie ancienne régionale. En outre, des analyses chimiques, des examens métallographiques et minéralogiques, ont été pratiqués sur un corpus encore restreint mais significatif à l'échelle de la zone d'étude.

4.1.4. La constitution d'un triple corpus

Le corpus de données réuni est donc triple :

- le corpus des sites liés à la métallurgie du fer à l'échelle du territoire concerné ;
- un corpus d'études de cas : celle d'une zone de production (Sillé), d'un atelier de réduction ("Roche Brune") et d'un site de post-réduction (Jublains) ;
- enfin, un corpus d'analyses archéométriques.

La réunion de ces informations nécessite des méthodes de recherches particulières, spécifiques à chaque échelle : ce sont celles qui sont présentées ci-dessous.

4.2. Méthodes et techniques de recherche

Ce sous-chapitre présente les techniques mises en œuvre pour l'acquisition des informations à l'échelle du territoire, formant le premier des corpus évoqué ci-dessus.

4.2.1. Définition des sites recherchés

Les différentes étapes menant du minerai à l'objet fini en fer laissent des marques dans le paysage ou des résidus caractéristiques. Ce sont ces traces qui ont été recherchées. Toutefois, la polymorphie des vestiges sidérurgiques rend difficile la définition univoque d'un "site", comme dans d'autres domaines de l'archéologie (ZADORA-RIO 1986 : 12-13).

L'extraction du minerai est la première activité qui laisse des stigmates notables que l'on peut reconnaître sur le terrain malgré le temps. Toutefois, les secteurs miniers ont souvent été exploités durant une longue période. Les excavations forment, dans ces régions, un palimpseste où les tranchées et minières contemporaines cachent les phases anciennes de l'exploitation. Ailleurs, la présence conjointe de différentes ressources dans les mêmes formations géologiques gêne la distinction entre une dépression laissée par l'exploitation du minerai de fer d'une autre produite par celle du calcaire ou de l'argile. En outre, les techniques d'extraction ayant peu changé entre l'Antiquité et le début de l'époque contemporaine, la chronologie des traces est souvent délicate à établir. N'ont donc été pris en compte ici que les secteurs immédiatement rattachables à un site de réduction directe ou à une zone de production. L'enregistrement n'a pas été fait à l'échelle de la mine ou de la minière mais les traces ont été groupées au sein de "secteur minier" présentant une cohérence technique et géologique. Les autres traces d'extraction minière n'ont pas été intégrées au corpus mais ont servi à la reconnaissance des zones qui ont pu intéresser la sidérurgie ancienne.

Les étapes de charbonnage et de préparation du minerai ne sont reconnues que dans de très rares contextes de fouille. Aucune trace d'activité minéralurgique n'a été relevée à ce jour dans cette zone d'étude. Les charbonnières visibles dans les massifs boisés sont, pour la plupart, apparemment connectées à l'approvisionnement en charbon des hauts fourneaux et n'intéressent donc pas directement notre étude. En outre, leur nombre très important dans certains massifs boisés – jusqu'à trois ou quatre par hectare – empêche un recensement exhaustif à l'échelle de la zone étudiée. Ces "places" n'ont donc pas été intégrées au corpus.

Ce sont bien évidemment les résidus du traitement du minerai qui sont les plus visibles. Les scories de réduction, produites en grande quantité, sont restées les vestiges les plus prégnants de la métallurgie du fer ancienne. Les méthodes de recherches utilisées ici privilégient très nettement ce type de résidus au détriment de ceux issus des autres phases de la chaîne opératoire. Les ferriers sont caractéristiques de la présence d'un atelier de réduction directe du fer. Ces amas ne disparaissent que très rarement. Même après récupération des scories et des labours répétés, le sol conserve souvent la

couleur noire ou brun-rouge laissée par le charbon, l'argile cuite et les scories plus ou moins abondantes. L'enregistrement de ce type de site a été fait à l'échelle de l'amas, chaque ferrier pouvant correspondre à une phase d'occupation différente d'un même site ou à plusieurs ateliers distincts. La même précaution avait été prise par M. Leroy dans son étude sur la Lorraine (LEROY 1997 : 57).

Enfin, si la distinction est relativement aisée pour les résidus de traitement du minerai de fer, elle est plus délicate pour les activités de post-réduction (épuration et forge d'élaboration), qui ont, de tout temps, laissé le même type de déchets. La chronologie des sites enregistrés à ce titre peut donc être étendue à la période contemporaine, même si aucune datation de cette époque n'est réellement attestée.

Je regroupe sous le terme de "sites liés à la métallurgie du fer" des gisements qui, quelles que soient leur surface, leur conservation ou leur chronologie, livrent des résidus ou des marques dans le sol susceptibles d'être liés à la filière directe d'obtention du fer. Toutefois, comme on l'a vu, l'enregistrement des sites a été modulé en fonction des différentes étapes de la chaîne opératoire.

4.2.2. Les méthodes de recherches documentaires

4.2.2.1. La bibliographie

La première étape de la constitution du corpus des sites liés à la métallurgie du fer est l'établissement d'un état des connaissances. Cet inventaire des données acquises regroupe trois aspects très différents : les données historiques déjà connues, les mentions anciennes de sites à scories et les découvertes récentes. L'ensemble de ces données est regroupé ici sous le terme de bibliographie.

Pour ce qui est des documents historiques, seuls ont été consultés ceux qui étaient connus par des recherches antérieures (HÉDIN 1913-1914 ; ROQUET 1915-1916 ; LAURAIN 1926-1927 ; 1938 ; ARNOUX 1993 ; PHILIPPE 1991 ; MEURET 1993 : 511). Ils concernent pour la plupart des textes d'exploitations minières modernes. Les fonds d'archives médiévales et modernes n'ont pas fait l'objet d'un dépouillement exhaustif.

L'état des connaissances archéologiques est fondé sur les volumes de la collection des Cartes Archéologiques de la Gaule (CAG) (Mayenne : NAVEAU 1992a ; Orne : BERNOUIS 1999 ; Sarthe : BOUVET 2001a). Ces ouvrages, rédigés à des dates différentes, ne sont pas comparables. Dans le cas de la Mayenne, ce premier inventaire a été complété par un dépouillement complémentaire du dictionnaire de l'abbé Angot[20] et de la revue archéologique locale[21].

[20] Dépouillement réalisé par M. Hubert avant le début de cette recherche.
[21] *Bulletin de la Commission Historique et Archéologique de la Mayenne*, devenu *La Mayenne : Archéologie, Histoire*.

La première constatation est l'éclatement de l'information. Les sites sidérurgiques anciens n'ont fait l'objet que de quelques notes et, hormis dans quelques secteurs situés à la marge de la zone étudiée, aucun article n'apporte d'informations synthétiques à ce sujet.

Certains fonds d'archives ont été consultés à la recherche d'informations ponctuelles de ce genre. L'attention a été portée sur les monographies communales rédigées par les instituteurs à la demande du ministère de l'éducation pour l'exposition universelle de 1900 (*La Mayenne*… 2002). Construites sur un plan imposé, ces présentations incluent un bref historique de la commune et des vestiges visibles du passé. Parfois, les instituteurs méticuleux ont rapporté dans ce chapitre l'existence d'amas de scories. Le dépouillement de ces archives est fastidieux et je me suis limité à un échantillon d'une trentaine de communes. Les résultats se sont avérés décevants et je n'ai pas poussé plus loin l'exercice.

En revanche, les archives de l'administration préfectorale des mines et carrières, conservées dans la série S des archives départementales, ont été consultées systématiquement, en collaboration avec M. Hubert, afin de cerner les secteurs d'exploitation minière contemporains. Ce dépouillement avait pour but de confronter la documentation écrite disponible avec les constatations de terrain et ainsi de tenter de dater une partie des vestiges repérés.

4.2.2.2. La toponymie

Certains toponymes sont réputés indiquer des sites anciens d'extraction du minerai ou de réduction directe. Les termes les plus souvent retenus sont "Forge", "Ferrière" et "Mine" ou "Minerai" (CORDIER 1983 ; AEBERARDT 1987 : 13 ; ARNAUD 1987). La signification de ces termes est toutefois changeante. Ils ont pu en effet être donnés à des dates diverses et leur sens a évolué. "Forge" vient du latin *fabrica* qui désigne l'atelier, mais en fonction des périodes, ce terme peut désigner un site de réduction directe (les textes du XIXe s. parlent encore de "forges à bras"), une usine à fer de l'époque moderne ou une forge de maréchalerie liée à une ferme ou un village. De même, "Minerai" désignait, jusqu'à la Révolution, l'endroit d'où on tirait la "mine", c'est-à-dire le minerai au sens actuel du terme. Le mot "mine" ne désigne une exploitation en puits ou galeries qu'à partir du début du XIXe s., époque à laquelle on la distingue de la minière, où l'extraction se fait à ciel ouvert (DARCET 1801). Au XIXe s., "Minerai" est également utilisé localement pour désigner des exploitations de calcaires pour les fours à chaux. Enfin, le toponyme "Ferrière", qu'on a voulu voir comme la survivance du latin *ferraria*, signifiant "mine de fer", ne peut être que très rarement daté. On ne peut suivre de façon certaine le glissement qui a amené ce terme à désigner un amas de scories de fer. Les mentions de *ferraria* dans les chartes médiévales le rapprochent encore d'une exploitation minière (LAUZANNE 1983).

En fait, la plupart des toponymes utilisés sont des désignations tardives, postérieures au XVIIe s., faites par les exploitants agricoles. Les vestiges sidérurgiques, notamment ceux associés à la réduction du minerai de fer, sont particulièrement visibles et constituent fréquemment un repère dans le paysage pour les agriculteurs. Ces derniers leur ont souvent donné un nom, issu de la sidérurgie

moderne, et parfois spécifique à une micro-région. L'étude toponymique menée sur le Berry a ainsi montré que le toponyme "Latté", dérivé du mot "laitier" apparu au XVIIe s. et désignant les résidus issus du haut fourneau, indique pourtant des sites de réduction directe (DIEUDONNÉ-GLAD 1991 : 75-77 ; *Agriculteurs…* 1993 : 37). Plus proches de nous, dans la région de Lavardin/La Bazoge, et plus généralement dans la Sarthe, les scories sont désignées sous le nom de "ferrimées" (BELHOSTE, BOUVET 2003 : 26). Ce terme, probablement oral à l'origine, a ensuite servi à indiquer des ferriers dans les registres du cadastre puis dans les publications locales (HÉDIN 1913-1914 : 295 ; PIOGER 1971-1972 : 10, note 15bis). Les recherches réalisées par M. Hubert ont montré que la corrélation entre ce toponyme, lorsqu'il est attaché à une parcelle, et la présence d'un site de réduction directe est très forte. Ce toponyme n'a pas traversé la frontière de la Mayenne et on n'en retrouve pas dans la zone d'étude. Ici, le toponyme le plus répandu est "Ferrière". Ce dernier présente toutefois un dérivé peu courant, mais comme on le verra très intéressant pour nous (cf. 4.3.2.2.), "Ferrette", qui n'apparaît que dans le sud-est du Bas-Maine. Les toponymes oraux attachés à ces vestiges ont dans certains cas été fossilisés dans la toponymie locale à différentes échelles (toponymes parcellaires, lieux-dits habités).

Les toponymes sont donc souvent polysémiques. En outre, les modalités d'attachement à un lieu ou une parcelle ne permettent pas toujours de savoir ce qu'ils désignent à l'origine. Ainsi la présence d'une préposition, par exemple le "Champ de La Ferrière", peut indiquer la présence d'un ferrier dans le champ ou plus simplement signifier que ce champ dépend de la ferme de "La Ferrière". Ces difficultés rendent la toponymie souvent délicate à utiliser et lui ont donné mauvaise presse (ZADORA-RIO 2001). Certains auteurs ont même souligné le faible intérêt à utiliser cette source pour la recherche des déchets paléo-sidérurgiques (BOUKEZZOULA *et al*. 1990 : 53 ; MANGIN *et al*. 1992 : 249-258 ; LEROY 1997 : 39-40).

Tout dépend en fait de l'échelle à laquelle l'enquête est menée. Les recherches antérieures ont pour la plupart été fondées sur l'étude des plans cadastraux dits napoléoniens (levés à partir de 1807) et sur les noms de lieux-dits reportés sur les cartes au 1/25 000 de l'IGN (CORDIER 1983 ; AEBERHARDT 1987 ; BOUKKEZZOULA *et al.* 1990 : 53 ; DIEUDONNÉ-GLAD 1991 : 42-46, 75-77 ; MANGIN *et al*. 1992 : 22 et 251-258 ; *Agriculteurs…* 1993 : 37 ; LEROY 1997 : 39). Les travaux menés sur le Morvan-Auxois et le Maine-et-Loire ont ajouté à ces documents le répertoire informatique des voies et lieux-dits, RIVOLI, du Ministère des Finances (ARNAUD 1987 ; MANGIN *et al*. 1992 : 251-258). Dans tous les cas, l'analyse est restée limitée aux toponymes attachés aux lieux-dits habités. Or les sites sidérurgiques n'ont habituellement marqué la dénomination que d'une ou plusieurs parcelles, les habitats devant plus souvent leur appellation à un nom propre ou une situation topographique. On s'est donc intéressé plus spécifiquement aux toponymes du parcellaire.

Contrairement aux noms de lieux-dits habités (fermes, hameaux *etc*.), les termes désignant des parcelles sont changeants en fonction des époques, du langage, des propriétaires ou de l'évolution du paysage. Par chance, la réalisation de levées cadastrales, entre 1807 et 1845 a permis de figer un état de la microtoponymie nationale. En effet, ce qu'on appelle couramment le cadastre napoléonien comporte en fait trois documents distincts :

- le plan cadastral lui-même, le plus connu ;

- la matrice cadastrale où les biens sont répertoriés par propriétaire ;

- et l'état de section dans lequel les informations de la matrice sont fournies par ordre des numéros de parcelle.

C'est ce dernier registre qui nous intéresse. Le formulaire utilisé pour la rédaction de ces états de section comporte une colonne "parcelles" dans laquelle l'ingénieur chargé de la levée a reporté le toponyme indiqué par un agriculteur de la commune, non indiqué sur le plan cadastral. Ces tables conservées par les archives départementales dans les fonds 3 P, ont été consultées de façon systématique. Les noms de toutes les parcelles de toutes les communes de la zone d'étude ont été lus à la recherche de toponymes pouvant indiquer un site sidérurgique (à l'exception de la commune de Saint-Victeur dans la Sarthe, dont l'état de section n'a pas été retrouvé aux archives). Pour ce travail long et fastidieux j'ai reçu l'aide de M. Hubert, qui avait dépouillé, avant moi, les états de section de quelques communes.

La qualité de cette documentation n'est toutefois pas égale. Les registres utilisés et le zèle des ingénieurs n'a pas toujours été le même partout. Les états de section des communes de l'Orne, dressés dans les années 1810, comportent ainsi très peu de toponymes parcellaires, le registre renvoyant systématiquement à la ferme. La vision offerte par la microtoponymie n'est donc pas uniforme et encore moins exhaustive.

La définition des termes indicatifs de vestiges sidérurgiques est une étape importante. Pour ceci un test a été mené dès le DEA (SARRESTE 2004a : 38). Limité à une zone de 20 km autour de Jublains, comptant 65 communes, cet exercice a permis de se familiariser avec la toponymie locale et de définir les micro-toponymes pertinents. Ce test a démontré que les toponymes "Forge(s)", très nombreux, correspondent généralement à des forges de villages ou de fermes et dans certains cas à des grandes forges modernes et contemporaines (haut fourneau). La correspondance avec des sites de réduction directe existe toutefois mais, en proportion du nombre de parcelles portant ce nom, elle est négligeable. Ils n'ont donc pas été retenus par la suite. Il en va de même des toponymes : "Fosse", "Fossé", "Creux", "Butte" *etc*. Leur corrélation avec des sites d'extraction étant exceptionnel et non significative (MANGIN *et al.* 1992).

Les toponymes de couleur tels que "Terres Noires" ou "Champ Rouge" n'ont pas été notés. Ces derniers relèvent en effet plutôt d'anomalies géologiques ou pédologiques amenant à des colorations particulières de terres et ne désignent pas forcément un site archéologique. En outre, ils sont peu nombreux et les corrélations avec des sites sidérurgiques dans d'autres régions se sont avérées rares (trois en Lorraine : LEROY 1997 : 39 ; MANGIN *et al.* 1992 : 255). De même "Fourneau" n'a pas été pris en compte : l'enquête toponymique réalisée par J.-P. Arnaud sur le département du Maine-et-Loire a prouvé que ces "Fourneaux" sont en général des fours à chaux, nombreux dans la région (ARNAUD 1987 : 45-46).

Outre l'aspect purement étymologique, deux difficultés supplémentaires doivent être signalées : la graphie et la déformation de nom de personne. Lors de la levée des cadastres, la graphie des "F" est très proche de celle des "P". Les confusions entre "Ferrière" et "Perrière" ont été constatées à plusieurs reprises. D'autre part, il existe plusieurs toponymes issus de nom propre et ayant intégré un terme sidérurgique. On peut ainsi évoquer les "Godferrières", dérivés de "Godfrière", qui vient de Godefroy ou encore les "Mâcheferrières", nom porté par plusieurs petits seigneurs de l'époque médiévale (ANGOT 1910, t.2 : 740, 741 et t. 4 : 579).

Parmi les toponymes retenus, trois grandes familles peuvent être distinguées :

- les toponymes fondés sur la racine "fer", parmi lesquels j'inclus, quelle que soit leur orthographe : Ferrière(s), Ferette(s), Mâchefer, Mer de Fer (ou Merde de Fer), Ferrimée ou Ferrinée, Ferrier, Ferré (comme adjectif ou substantif), Ferrant et certains plus douteux : Feroit, Feronnay, Ferrere, Ferreux (adj.), Ferriereau (?), Ferrioches, Feurière (peut-être dérivé de Fourière et non de Ferrière) ;

- les toponymes fondés sur "mine", "minerai" ou "minière" ou assimilés, sans tenir compte de l'orthographe : Mine, Miné, Minière, Minier, Minerie, Minérale et Minereau.

- et les toponymes issus du vocabulaire lié aux déchets sidérurgiques contemporains : "Scories", "Sorne" et "Laitier".

Cependant, même parmi ces groupes, le potentiel informatif de chacun des termes est très variable. Ainsi "minée" (et variantes de graphie : "minet", "minaie" *etc*.) désigne une unité de surface, c'est-à-dire la surface que l'on peut semer avec une émine de grains, soit un demi-setier (ARNAUD 1987 : 47 ; TOUATI 1997 : 183). Les parcelles "Mâchefer" ou "Ferré" ne contiennent que très rarement des scories, mais sont plus généralement pierreuses.

La toponymie est donc une méthode inégale qui souffre de nombreuses limites. Elle est, en outre, longue et fastidieuse à mettre en oeuvre et nécessite des vérifications de terrain systématiques pour s'assurer de la validité des informations recueillies. Pourtant, elle mérite une attention particulière car il s'agit de la seule méthode susceptible de fournir des indications sur des secteurs où la végétation empêche toute visibilité au sol et qui ne sont, le plus souvent, pas renseignés par les autres méthodes de recherches documentaires. En outre, les indices toponymiques sont généralement bien localisés (à l'échelle de la parcelle). On verra plus loin que l'apport de la toponymie à notre corpus est loin d'être négligeable (cf. 4.3.2.2.).

4.2.2.3. La photo-interprétation des clichés aériens verticaux

Les ferriers sont bien visibles dans les champs labourés. Ils apparaissent sous la forme de tâches brun-rouges à noires, bien tranchées du sol qui les entoure, de forme plus ou moins circulaire ou elliptique. Ces amas, d'une surface rarement inférieure à 100 m², sont donc visibles du ciel. La

confusion avec des colorations dues à des brûlis d'essartage est possible mais ces taches, généralement plus grises, sont habituellement beaucoup plus petites (5 à 6 m de diamètre). Cependant, la prospection aérienne n'a été que très rarement exploitée pour la recherche des sites de réduction directe. Pourtant, l'exemple du Berry montre qu'un œil expérimenté peut reconnaître très facilement ce type de site même sur les photographies ariennes verticales de l'IGN prises à moyennes altitudes (DIEUDONNÉ-GLAD 1991 : 46-50 ; *Agriculteurs*… 1993 : 37-38 ; SARRESTE 2003 : 30-32).

La validité de cette méthode est bien évidemment liée à la surface de terre cultivée dans la région étudiée et à la couverture végétale (cultures) présente lors des prises de vue. Si les grandes plaines céréalières de la champagne berrichonne fournissent des indices nombreux et le plus souvent explicites (après vérification, neuf indices sur dix se sont révélés être des ferriers : *Agriculteurs*… 1993 : 38), ce n'est pas le cas des zones d'élevage du nord de la Mayenne et du bocage ornais. En outre, les ferriers sont visibles sur sol nu, c'est-à-dire après labour, d'où l'intérêt de consulter des missions réalisées en mars ou en octobre. Aucun vol à basse altitude n'a été effectué pour cette étude, seuls les clichés de l'IGN ont donc été mis en œuvre. Malheureusement, les missions de prises de vue sont le plus souvent réalisées en été pour bénéficier de meilleures conditions climatiques.

Malgré ces difficultés, le choix a été fait d'appliquer cette méthode acquise lors de ma Maîtrise (SARRESTE 2003 : 30-32). L'ensemble des photographies aériennes verticales de l'IGN couvrant notre zone d'étude a été examiné. Il s'agit de 22 missions datées de 1949 à 2001, effectuées le plus souvent au début de l'été ou à la fin du printemps. Toutes ne couvrent pas l'ensemble de la zone d'étude. Certaines missions ponctuelles, réalisées pour l'Inventaire des Forêts Nationales (IFN) ou pour des levées cartographiques, ont également été examinées. Les photographies se chevauchant, seule une sur deux a été observée. Ces consultations ont été menées dans les locaux de la photothèque de l'IGN à Saint-Mandé. Quatorze jours ont été consacrés à cet examen.

La consultation des tirages papiers a été utilement complétée par l'utilisation des photographies aériennes numérisées mises à disposition par un logiciel grand public nommé Photoexploreur®. Ce dernier offre la possibilité de visualiser la dernière couverture en date réalisée par l'IGN, d'effectuer des zooms et de superposer les vues aériennes à la carte au 1/25 000, permettant ainsi une localisation précise des indices. En outre, ces données sont géo-référencées et permettent donc de fournir des coordonnées géographiques.

Ces vues aériennes présentent de nombreux avantages :

- elles indiquent un lieu précis ;

- elles permettent de repérer des sites dans des parcelles labourées lors de la prise de vue et mises, depuis, en herbage ;

- elles donnent une vision précise de l'emprise des sites ;

- elles signalent des sites dans des secteurs difficiles d'accès.

4.2.2.4. Enquête orale et écrite

Les ferriers sont, par leur taille, leur relief ou leur couleur, des éléments notables. Les exploitants agricoles en ont souvent noté l'existence sur leurs terres. Ainsi, lorsque cela a été possible, la vérification des indices sur le terrain a été accompagnée d'une enquête orale auprès des agriculteurs. Cette démarche a permis de localiser des sites de petites tailles ou des ferriers entièrement couverts par la végétation et dont la localisation aurait été impossible sans indication. Les conversations avec les exploitants agricoles sont donc précieuses, surtout dans un secteur où près de la moitié des terres est occupée par une végétation permanente (pré, bois). Le rôle joué par M. Hubert pour cette démarche a été important. En effet, les relations entretenues par ce dernier avec les agriculteurs dans le cadre de ses activités professionnelles l'ont amené à découvrir plusieurs ferriers.

La région de Jublains a en outre fait l'objet d'une tentative d'enquête écrite. Un courrier a été envoyé aux mairies des communes situées dans un périmètre de 10 km autour de la capitale de cité. Cette démarche avait pour but de vérifier l'existence de ferriers dans les environs immédiats de Jublains, sites qui auraient pu être à l'origine des scories découvertes en ville. Le résultat de cette enquête a été très limité. Seules deux communes ont répondu et ont indiqué l'existence de sites sidérurgiques modernes ou contemporains (haut fourneau d'Aron et d'Hermet).

4.2.3. Les travaux de terrain

4.2.3.1. Vérification des indices

Les indications fournies par les méthodes d'acquisition de données évoquées ci-dessus ne suffisent pas à cerner de manière précise les sites sidérurgiques. Leur localisation, leur caractérisation et leur datation passent par une vérification de terrain qui est la caution d'une cartographie fiable et permet une relative homogénéisation des données.

Il ne s'agit pas à proprement parler de prospection, puisque les visites de terrain sont guidées par un indice. On parlera de "prospection ponctuelle".

La vérification au sol dépend donc en grande partie de la nature de l'indice. Chaque cas est particulier, en fonction du couvert végétal, de la situation de la parcelle concernée dans le quartier d'exploitation (proximité ou non d'une route ou d'un chemin) et de la présence d'une ferme. L'utilisation du logiciel Photoexploreur® est ici un outil précieux pour le prospecteur : les photographies aériennes fournissent un état récent du parcellaire, alors que les cartes au 1/25 000 n'ont parfois pas été remises à jour depuis les remembrements (1960-1970). La localisation est donc plus aisée sur les clichés aériens. En outre, ces photographies, identiques à celles reçues par les agriculteurs

dans le cadre de la PAC[22], permettent aux informateurs potentiels de pointer de manière précise les informations qu'ils ont à fournir.

Lorsque l'indice est issu de la microtoponymie, un extrait du plan cadastral a été imprimé pour permettre de localiser les anciennes limites parcellaires, bien souvent disparues, et ainsi de prospecter la parcelle concernée par le toponyme.

Les vérifications au sol ont été effectuées par une équipe de deux à six personnes entre octobre 2004 et mars 2006, pour une durée totale d'environ 100 jours[23]. M. Hubert a poursuivi les travaux, essentiellement en dehors de notre zone d'étude (région de Lavardin/La Bazoge et Cérans-Foulletourte) jusqu'en octobre 2007. L'attention a été portée exclusivement sur les vestiges sidérurgiques. Les parcelles n'ont pas été couvertes de façon systématique, en rangées parallèles, comme c'est le cas pour une prospection systématique sur sol nu (FERDIÈRE 2006). En fonction de la visibilité, la vérification a porté sur l'ensemble du terrain, ou sur des zones où la visibilité était meilleure (pour le cas des chaumes ou des semis notamment). La part importante prise par les prairies dans cette région a nécessité l'adaptation des méthodes de prospection. Dans les prés, l'attention a été portée sur les taupinières, les talus et les tas d'épierrement. En cas de doute, des petits sondages carrés de 20 cm de côté ont été ouverts à la truelle pour vérifier la présence de scories sous l'herbe (en accord avec le propriétaire du terrain).

Ces vérifications de terrain avaient plusieurs objectifs :

- vérifier la présence réelle d'un site lié à la métallurgie du fer et le localiser de manière précise ;

- le caractériser (extraction, réduction, post-réduction) ;

- ramasser du mobilier en surface pour permettre une datation ;

- collecter scories et minerai en vue d'analyses chimiques ;

Pour faciliter l'enregistrement de ces informations sur le terrain, un bordereau a été élaboré. Ce document devait permettre d'enregistrer les informations essentielles tout en laissant une certaine latitude pour l'intégration de site dont les caractéristiques n'avaient pas été envisagées lors du travail préparatoire. Une fiche de ce type a été complétée pour chaque indice visité. Les données recueillies ont fait l'objet de bilans annuels prenant la forme de rapports, accompagnés de fiches de déclarations de sites détaillées, auprès des SRA des Pays de la Loire et de Basse Normandie (SARRESTE 2004b ; 2005 ; 2006b ; 2007b).

[22] Politique Agricole Commune de l'Union Européenne.

[23] Ces vérifications ont été réalisées dans le cadre d'une opération tri-annuelle de prospection thématique des SRA de Pays de la Loire et de Basse Normandie et avec le soutien financier du Ministère de la Culture et des Conseils Généraux de la Mayenne, de l'Orne et de la Sarthe.

4.2.3.2. Prospection en milieu forestier

Les forêts occupent une part importante de la zone d'étude. Certains de ces massifs étaient connus, avant le début de cette étude, pour receler des amas de scories (forêt de Sillé : TERMEAU 1954 : 92-93). Une attention toute particulière a donc été portée aux forêts de notre région. Les méthodes de prospection en milieu forestier diffèrent sensiblement de celles appliquées en terrain découvert, sur sol nu (FERDIÈRE 2006 : 21-96). Pourtant, le principe est le même : couvrir de manière la plus systématique possible les parcelles boisées afin d'y localiser d'éventuels sites archéologiques. Seuls les critères de repérage des sites changent. En sous-bois, on ne peut repérer des concentrations de mobiliers en surface. L'attention se porte donc sur les reliefs, les anomalies de végétation, la présence de substruction ou d'une zone où la neige fond plus vite (MEURET 2001) et des visions partielles du sol (FERDIÈRE 2006 : 74-78).

Toutefois, l'exhaustivité de la prospection est conditionnée par la pratique d'un "ratissage" systématique en bandes parallèles par l'équipe de prospection. C'est là que réside toute la difficulté : en l'absence de point de repère, suivre une ligne droite en forêt est très compliqué pour une personne et encore plus pour un groupe. Pour pallier ces difficultés, les prospecteurs doivent pouvoir s'orienter grâce à des repères matérialisés sur le terrain (chemin) ou grâce à une boussole.

La forêt domaniale de Sillé, gérée par l'Office National des Forêts, a servi de terrain d'essai. Elle présente l'avantage d'être découpée en pièces rectangulaires séparées les unes des autres par des sentiers bien marqués. En outre, de nombreuses mentions anciennes indiquaient la présence d'amas de scories dans la forêt (TERMEAU 1954 : 92-93). Plusieurs sites avaient d'ailleurs été repérés par M. Hubert et B. Mege, agent de l'ONF.

Ainsi, l'équipe de prospection, composée de cinq personnes au maximum, définit avant de partir l'orientation à suivre grâce à une boussole, parallèle au chemin limitant la parcelle. À une des extrémités, celui qui est concerné par la première ligne de la bande de prospection se place à une vingtaine de mètres du chemin et veille à le suivre tout au long du parcours. Son rôle est très important car tous les autres se fixent sur lui. La personne au centre du groupe (en général le responsable) et celle placée à l'autre extrémité s'orientent grâce à des boussoles, les deux restants se repérant sur leurs camarades. Pour permettre une meilleure visibilité et ainsi respecter les écartements et l'orientation, chaque prospecteur est équipé d'un gilet de sécurité à bandes réfléchissantes. Il dispose également d'un sifflet, d'une longueur de bande de couleur et d'une truelle ou d'un râteau pour écarter les feuilles.

L'évolution se fait en ligne. L'éloignement entre les prospecteurs peut varier de 20 à 50 m en fonction des conditions de visibilité (en revanche une fois qu'il est fixé il doit être respecté pour toute la parcelle). Lorsqu'un membre de l'équipe a localisé un site, il le signale. Chacun marque alors l'arbre le plus proche de son parcours grâce à une bande de couleur et se rend sur place pour explorer le site.

Cette méthode, appliquée à la recherche des sites de réduction directe du fer permet de couvrir jusqu'à 80 ha par jour pour une équipe de 5 personnes. Une dizaine de jours de prospection a été réalisée en forêt de Sillé, du 15 janvier au 20 février 2005, couvrant un échantillonnage de parcelle sur la partie est du massif forestier, pour une surface totale d'environ 500 ha (soit environ 15 % du massif boisé).

Les forêts de Grande Charnie, Petite Charnie, des Andaines et de Bellebranche ont fait l'objet de visites, mais les méthodes développées en forêt de Sillé n'ont pu être appliquées à ces domaines boisés, faute de temps.

4.3. Présentation du corpus

Le corpus, comme la problématique, est constitué d'informations à deux échelles distinctes mais non indépendantes. Le premier niveau est celui du territoire : ce sont tous les sites liés à la métallurgie du fer mis en évidence par les différents moyens de recherche documentaire et archéologiques dans l'emprise de la zone d'étude présentée ci-dessus. Le second niveau est celui du site. Il se scinde en fait en trois entités : celui de la zone de production – celle de Sillé en l'occurrence – le site de réduction directe – celui de "Roche Brune" – et d'un site de post-réduction – celui de Jublains –. Bien sûr, ces trois ensembles sont intégrés au premier niveau et les deux échelles d'analyse, loin d'être séparées, apportent des informations complémentaires dans le but d'établir la vision la plus exhaustive possible de l'évolution technique et de l'impact économique et social de la sidérurgie dans le Bas Maine, but vers lequel tend le présent travail. Ces niveaux d'informations font l'objet de plusieurs approches méthodologiques et de différentes techniques d'analyses, qui font elles aussi parties d'une sorte de corpus parallèle au même titre que les éléments de comparaisons.

Ce paragraphe ne présente qu'un panorama critique des éléments constituant le premier niveau d'informations du corpus, celui qui correspond aux données acquises par l'étude documentaire et les prospections de terrain. Les informations spécifiques aux sites seront présentées dans les études de cas qui sont consacrées à ceux-ci (3e partie). Il en va de même des données chimiques et minéralogiques qui seront présentées en même temps que les techniques d'analyses qui les ont produites.

4.3.1. Les données antérieures à la présente étude

4.3.1.1. Les documents historiques

Il s'agit ici des textes qui auraient pu être contemporains des activités métallurgiques depuis l'entrée de notre région dans la Protohistoire, c'est-à-dire à partir du moment où ces régions sont en contact avec des populations maîtrisant l'écriture, jusqu'au XVe s. ap. J.-C. Par extension, nous pouvons également inclure les quelques textes mentionnant des extractions de minerai liées à l'approvisionnement des hauts fourneaux de la région. Ces derniers documents peuvent en effet apporter des informations précieuses sur la localisation des gisements de minerai ou sur les techniques minières en cours durant l'époque moderne.

Aucun texte littéraire, épistolaire, juridique ou épigraphique datant de l'Antiquité, ne mentionne la métallurgie du fer dans cette région. On peut signaler les "chevilles" et les chaînes de fer des bateaux vénètes (de la région de Vannes) dont César évoque l'existence lors de la bataille navale qui oppose la flotte romaine à ce peuple au cours de l'année 56 av. J.-C.[24] (César, *Guerre des Gaules* : III, 13). Ce passage, qui ne concerne pas directement notre secteur, atteste toutefois une production

[24] "[…] *les traverses avaient un pied d'épaisseur, et étaient assujetties par des chevilles de fer de la grosseur d'un pouce ; les ancres étaient retenues non par des cordes mais par des chaînes de fer* ; […]" (CÉSAR, *Guerre des Gaules*, III, 13, ici trad. L.-A. Constans, Folio Classique, Paris, réédition 2002, p.134).

sidérurgique antérieure à la Conquête. Le fameux marbre de Thorigny découvert à Vieux (Calvados) mentionne la charge de *judex ferrarium* remplie par le Viducasse Titus Solemnis, mais cette fonction remplie dans le cadre du Conseil des Gaules ne concernait pas sa cité d'origine ou, en tout cas, pas seulement (*CIL*, XIII, 3162 ; PFLAUM 1948). Rappelons, toutefois, que ce genre d'indication est très rare pour les Gaules. Seules quelques régions bénéficient de mentions textuelles ou épigraphiques de mines de fer. Les textes concernent essentiellement le Berry, le Périgord et, par extension, quelques villes mentionnées comme fabriques d'armes dans la *Notitia Dignitatum*, parmi lesquelles *Argentomagus*/Saint-Marcel (Indre), Autun, Mâcon ou Strasbourg (DUMASY 1994 ; DIEUDONNÉ-GLAD, DUMASY 1995 ; PELET 1970 ; JAMES 1988). Les quelques documents épigraphiques comportant le terme *ferraria* sont en général des mentions de charges administratives liées à l'exploitation des mines de fer ou à la collecte de l'impôt sur les productions de fer, à différents niveaux de l'administration impériale ou provinciale (SABLAYROLLES 1989).

Un seul argument historique, très ténu, pourrait permettre d'évoquer la présence d'activités métallurgiques dans la cité diablinte, et encore ne s'agit-il pas forcément de l'exploitation du fer. En 1864 et 1865, les travaux d'élargissement du lit de la Mayenne, en amont de la ville du même nom, ont mis au jour un important trésor monétaire au niveau du gué de la voie antique de Jublains à Avranches, près du lieu-dit "Gué de Saint-Léonard" (NAVEAU 1992a : 136). La fouille de quelques mètres carrés du radier de ce gué a permis la découverte d'une borne milliaire et de plus de 26 000 monnaies. L'étude récente de 22 438 de celles-ci a permis de mettre en évidence une série de marques particulières (BESOMBES 2004). Certaines monnaies portent ainsi des X, XI ou X barré qui sembleraient être des contremarques légionnaires. L'une d'elles, frappée, serait la contremarque officielle de la *Legio X Gemina* (GARCÍA-BELLIDO, PETAC 1998). Les autres marques, gravées ou poinçonnées, pourraient être des adaptations locales (BESOMBES 2004 : 59). Ces monnaies indiqueraient, selon l'auteur, une présence militaire dans la région, et plus spécifiquement celle de la *Legio X*. Les travaux de M. P. García-Bellido tendent à montrer que cette légion, basée en Tarraconaise jusqu'en 63 ap. J.-C. puis en Pannonie, semble s'être spécialisée dans la gestion des zones minières (or, plomb, étain) (GARCÍA-BELLIDO 2000). Rien ne permet toutefois d'affirmer que ces monnaies n'aient pas circulé et ne soient donc pas liées à la présence de cette légion dans la cité diablinte. Et même si c'était le cas, on ne peut dire s'il s'agit de la production du fer ou de l'exploitation de l'or dont on connaît des traces d'extraction dans la région, notamment dans le secteur dit "des Miaules" (sud-est de la Mayenne) (CAUUET 2005 : 242-243 ; MEURET 1993 : 229-249).

Je n'ai pas mené moi-même un dépouillement exhaustif des archives médiévales de la région. En effet, plusieurs thèses de doctorat ont déjà largement exploité ces sources (ARNOUX 1993 ; MEURET 1993 ; PICHOT 1995). Je me suis donc appuyé sur ces travaux, ainsi que sur ceux réalisés pour la rédaction du Cahier du Patrimoine sur le Maine (BELHOSTE, ROBINEAU 2003). Ces études réunies couvrent l'ensemble de la zone d'étude. Le bilan de ces recherches est le même : les textes mentionnant les activités sidérurgiques sont rares. Dans son étude du Bas Maine du Xe au XIIIe s., D. Pichot précise même que, pour cette période, "l'exploitation du fer n'est jamais signalée" (PICHOT 1995 : 372). Les mentions explicites d'activités sidérurgiques antérieures au XVIe s. sont, en l'état des recherches, au nombre de cinq dans la zone d'étude.

La première concerne deux actes de donation à l'abbaye de La Roë rédigés entre 1148 et 1170 (*Cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de la Roë* : acte 121 et 122 ; BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869 ; MEURET 1993 : 511 ; BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 51 ; MEURET 2007 ; annexe 3, document 1). Par ces documents, Renaud, seigneur du Bourg d'Iré, cède aux moines la coutume du fer (*cosduma ferri*) fabriqué dans les ateliers qu'ils exploitaient sur la terre d'Écrennes. On verra plus loin que ce secteur est exploité peut-être dès l'époque romaine.

La partie ornaise de notre zone d'étude est plus riche. La présence en Normandie de métiers de férons, très indépendants des seigneurs laïcs et religieux, a entraîné la production d'une grande masse de textes qui ont été brillamment étudiés par M. Arnoux (ARNOUX 1993). Ces producteurs indépendants sont essentiellement connus par leurs relations avec l'autorité pour l'approvisionnement en minerai et en bois. C'est à ce titre que sont mentionnées les forêts de La Ferrière-aux-Étangs et de Halouze (Orne), situées juste au nord de la zone d'étude. On possède pour ce secteur quatre textes datés entre le milieu du XIIIe s. et le dernier quart du XVe s (SURVILLE 1920 : 39-40 ; HUBERT 1956 ; ARNOUX 1993 : 130-132, 140, 592-593 ; AN P 1921, n° 45987, copie P 302, n° II^{c} LXVI). Plus au nord dans le Bocage, les textes laissent entrevoir une sidérurgie plus ancienne attestée dès le XIIe s. dans la région de Tinchebray (ARNOUX 1993 : 333-334).

Se fondant sur une copie du XVIIIe s. de deux chartes de l'abbaye cistercienne de Champagne, près de Sillé-le-Guillaume (Sarthe), datées du XIVe s., M. Philippe a indiqué l'existence de forges médiévales dans ce secteur, forges qu'il lie à la présence de l'abbaye (ADS H 830, actes n°177 et 233 ; PHILIPPE 1991). Toutefois, à la consultation de ces archives, on constate que "La Forge" citée est très clairement un toponyme et n'indique en rien la présence d'une installation sidérurgique contemporaine de la rédaction de ces chartes (Annexe 1.4 et 1.5). L'article de M. Philippe mentionne également une série des toponymes présents sur la carte au 1/25 000 et liés, selon l'auteur, à l'activité minière et métallurgique. Une partie de ceux-ci a été visitée lors des prospections. Certains correspondent à des lieux attestés d'extraction, notamment à Rouessé-Vassé, mais aussi sur le site de la mine d'or de Rouez (GUIOLLARD 1993). La chronologie de ces activités est très diverse et ne peut être liée de façon certaine à l'abbaye. On ne peut, à partir de ces informations, attester une activité sidérurgique médiévale connectée à la présence d'une communauté cistercienne dans la région. Le lien entre moines blancs et sidérurgie mis en évidence en Bourgogne (BENOÎT, CAILLEAUX 1991) ne doit pas être projeté partout. L'étude de M. Arnoux sur la Normandie montre bien qu'il faut chercher en dehors du monde seigneurial l'origine du dynamisme de la sidérurgie médiévale dans cette région (ARNOUX 1993).

Les documents postérieurs à 1500 n'ont pas été consultés systématiquement car ils concernent, pour l'essentiel, la filière indirecte. En outre, ils ont fait l'objet d'une synthèse récente dans la collection des Cahiers du Patrimoine (BELHOSTE, ROBINEAU 2003). Quelques minutes de notaires, datées des XVIIe et XVIIIe s. apportent des informations intéressantes sur l'exploitation du minerai de fer pour les hauts fourneaux de la région. Ces documents, publiés par E. Laurain (1926-1927 ; 1938) seront utilisés en complément des archives minières des XIXe et XXe s. pour établir une carte du potentiel minier de la zone étudiée (archives départementales série S).

Les documents écrits mentionnant la métallurgie du fer ancienne dans le Bas Maine sont donc peu nombreux et tardifs. Ils concernent seulement deux régions, le Bocage ornais et le sud-ouest de la Mayenne.

4.3.1.2. La bibliographie ancienne : le temps des érudits

Le premier texte mentionnant des amas de scories dans notre région est un manuscrit d'un naturaliste manceau, L.-J.-C. de Maulny (1806). Ce dernier retrace, dans une série de lettres réunies sous la forme d'un cahier, son voyage du Mans à Sainte-Suzanne (Mayenne). Il mentionne, dès les premières pages, l'activité d'ouvriers occupés à extraire des scories d'importants ferriers situés le long de la route d'Aigné (Sarthe) (*ibid*. : 6). Toutefois, contrairement à la lecture erronée qui en a été faite, ces mentions ne concernent que la région de Lavardin / Aigné, et non la forêt de Sillé (BOUVET 2001a : 439-440).

L'existence d'importantes quantités de déchets issus de la réduction directe dans l'ouest du Maine est connue très tôt. À la suite de son enquête, A. Daubrée évoque rapidement la présence de scories aux alentours du Mans et dans la structure de voies romaines du département de la Mayenne, plus précisément entre Ballée et Épineux-le-Seguin (DAUBRÉE 1868 : 307-309). Les indications restent cependant floues.

L'enquête menée par R. de Tryon-Montalembert entre 1908 et la Première Guerre Mondiale n'apporte que peu de nouveauté (publiée après sa mort : TRYON-MONTALEMBERT 1955 et 1956). Ce dernier se fonde sur les écrits de L. Davy, parus en 1913, et les allusions d'A. Daubrée. Il mentionne seulement des ferriers sarthois hors de notre zone d'étude (à Précigné).

Contrairement à d'autres régions, comme le Berry (VALLOIS 1884), l'Yonne (HURE 1919) ou le Jura suisse (QUIQUEREZ 1855 ; 1866), ce secteur n'a pas fait l'objet d'un inventaire des vestiges sidérurgiques anciens dans le courant du XIXe ou au début du XXe s. Les informations bibliographiques sont dispersées dans de nombreux manuscrits ou publications, d'une valeur et d'une précision inégales. Trois sources se distinguent nettement :

- le dictionnaire de J.-R. Pesche (1829-1842) pour la Sarthe ;

- le dictionnaire de l'abbé Angot (1910) pour la Mayenne ;

- et l'inventaire de L. Davy (1913), centré sur la région de Segré et Châteaubriant (Maine-et-Loire et Loire-Atlantique) et reprenant pour notre zone d'étude les informations des deux textes précédents, mais avec quelques indications inédites.

Les informations fournies par ces trois documents sont fiables et, dans la plupart des cas, les sites décrits ont pu être retrouvés sur le terrain. Pour le reste, les informations recueillies sont le plus souvent anecdotiques et ne concernent qu'un site ou une zone géographique très restreinte (BODARD

DE LA JACOPIERE 1871 ; GUILLER 1882 ; LAMBERT 1865 ; BARBE 1865 ; LEGUICHEUX 1877 ; JOUBERT 1883 ; JOUBERT 1900 ; DAGNET 1907 ; HÉDIN 1913-1914). On peut signaler toutefois l'intérêt d'un manuscrit inédit confié à Michel Hubert par un de ses clients : il s'agit d'une monographie de la commune de Saint-Denis-d'Orques (Sarthe) rédigée par V. Gomer au milieu des années 1930 (GOMER 1935). Ce dernier indique la présence d'une série de ferriers très importants situés sur sa commune et en donne une description précise, ainsi que leur situation (fournissant parfois le numéro de parcelle du cadastre de l'époque). Ce précieux document fait figure d'exception (annexe 1.6).

Il existe toutefois une différence sensible entre les données disponibles pour les départements de la zone d'étudiée. Les archéologues sarthois semblent ainsi avoir de tout temps accordé plus d'attention aux résidus sidérurgiques de leur département. L'attention portée sur ce sujet à la suite des découvertes des sites sidérurgiques exceptionnels sur le tracé de l'autoroute A28 a permis de révéler ce potentiel. Le remarquable dépouillement effectué pour la rédaction de la C.A.G. de la Sarthe met ainsi en évidence la richesse de la documentation pour cette région (BOUVET 2001a ; 2001b).

Les archives minières conservées par les archives départementales constituent également une source intéressante (série S). Elles réunissent toutes les demandes d'exploitation depuis les années 1810 environ. Elles permettent donc de cerner les zones d'extraction minière contemporaines, et de donner parfois une date aux vestiges visibles en surface. En outre, les lettres de plaintes et déclarations d'incidents entraînent souvent une description des travaux.

4.3.1.3. De la Seconde Guerre Mondiale à aujourd'hui

Le Bas Maine s'est trouvé à l'écart de la reprise de la recherche sur la sidérurgie ancienne intervenue au début des années 1970. Les quelques synthèses historiques réalisées alors se bornent à reprendre les données du siècle passé (TERMEAU 1954 : 92-93) en y ajoutant parfois inexactitude et confusion (BOUTON 1962 : 54-55).

Eloigné des grands centres de recherches constitués autour de Toulouse et Besançon, le Maine, comme tout l'ouest de la France, n'a pas fait l'objet d'études approfondies sur la métallurgie du fer avant la fin des années 1990. Les informations antérieures à cette date et postérieures aux années 50 sont donc rares et ponctuelles. En outre, le désintérêt porté aux résidus sidérurgiques durant cette période a fait qu'ils ne sont que rarement mentionnés et pratiquement jamais spécifiés, les fouilleurs se contentant de noter "scories" au terme de la liste du matériel mis au jour.

Les bilans dressés pour la Mayenne et l'Orne pour la collection des Cartes Archéologiques de la Gaule (C.A.G.) reflètent bien ce constat (NAVEAU 1992a ; BERNOUIS 1999). Les données anciennes sur la sidérurgie (Abbé Angot, L. Davy *etc*.) en sont absentes et les quelques mentions de scories sont dues aux découvertes de prospecteurs ou à des données de seconde main, parfois totalement inexploitables, à l'instar de celles de J. R. Maréchal (MARÉCHAL 1975a ; 1975b).

Au cours de ces soixante dernières années, quelques découvertes ponctuelles ou mentions bibliographiques sont venues s'ajouter au corpus. Elles ne sont jamais le fruit de recherches concertées, mais seulement de travaux menés par des groupes isolés. On peut citer à telle enseigne les travaux de synthèse d'H. Verdier et H. Véron (1984, à prendre toutefois avec précaution), la localisation de ferriers par des géologues chargés de la levée des cartes du BRGM (CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27), les prospections ou surveillances de travaux menées par des archéologues locaux tels que A. Guéguen (1985 : 47-48 ; NAVEAU 1992a : 139), C. Lambert, J. Rioufreyt (BOUVET 2001a : 139) et Y. Nevoux (2004).

Ces différents travaux n'ont pas entraîné de révolution dans la carte des sites sidérurgiques. On note une fois de plus le déséquilibre entre Mayenne et Sarthe, au profit de ce dernier département.

4.3.1.4. Les données inédites du Service Régional de l'Archéologie et de l'archéologie préventive

Les fiches de déclaration de sites du SRA apportent quelques éléments supplémentaires pour les découvertes postérieures à la publication des CAG. Une vérification des dossiers du SRA a permis d'enregistrer quelques nouveaux sites, principalement dans la partie sarthoise de la zone d'étude. Ces découvertes sont essentiellement dues aux travaux de l'Association Culture Archéologie (ACA) basée à Oisseau-le-Petit (Sarthe).

La Mayenne, comme le reste de la zone d'étude, n'a pas encore bénéficié d'importants travaux d'archéologie préventive. Seules quatre opérations ont été relevées à ce titre : il s'agit de trois diagnostics et d'une fouille. Trois de ces quatre chantiers se sont déroulés dans le cadre du réaménagement de la RN 162, en deux endroits, au niveau d'Entrammes et de Mayenne.

À Entrammes, l'élargissement de la route a permis de reconnaître une partie de l'agglomération secondaire gallo-romaine dont les thermes avaient été repérés dans l'église du village au milieu des années 1980 (VALAIS 2004b ; 2004c). Le rapport de fouille n'est pas encore disponible, mais les rapports de diagnostics ne signalent pas de scories sur le site. Leur présence dans le reste de l'agglomération est cependant fort probable.

La seconde opération entre dans le cadre du contournement de la ville de Mayenne. Ce tracé passe largement à l'est de la ville et à proximité de l'*oppidum* de Moulay situé au confluent de la Mayenne et de l'Aron. À l'intérieur, les tranchées de diagnostics ont mis en évidence une forte densité de structures datables de La Tène finale, dont certaines ont livré des résidus d'activités sidérurgiques (VALAIS 2004a ; 2007 ; VALAIS *et al*. 2004).

Enfin, la dernière opération est un diagnostic préalable à la construction d'un lotissement à Meslay-du-Maine, au lieu-dit "La Maison de Paille". Les tranchées menées dans la partie occidentale du terrain ont permis de découvrir des fosses datables des XIe-XIIe s. emplies de rejet de scories de

réduction et de post-réduction. L'ensemble de ces structures s'organise autour d'un petit chemin (LETHO DUCLOS 2005).

4.3.2. Les recherches de terrain 2004-2007

4.3.2.1. Sites et indices de sites : l'enregistrement

- Les indices

Pour permettre un enregistrement précis, deux niveaux d'informations ont été distingués. Le premier est celui de l'indice. Il regroupe l'ensemble des informations recueillies par chacune des méthodes présentées ci-dessus (bibliographie, toponymie, photographies aériennes verticales, enquêtes orale et écrite, données du SRA et de l'archéologie préventive) auxquelles il faut ajouter les découvertes fortuites réalisées par M. Hubert. Ces indices ont été distingués et enregistrés séparément dans la base de données informatique. Chacun a reçu un numéro propre constitué de la façon suivante : numéro INSEE de la commune + "." + une lettre. Le premier indice de la commune de Jublains a donc reçu le numéro 53 122.a, le second 53 122.b et ainsi de suite. L'enregistrement des indices dans la base est chronologique. La place de l'indice dans la liste n'a donc pas de valeur hiérarchique. Pour chaque indice, une fiche a été enregistrée. Ce formulaire comprend l'ensemble des informations nécessaires à la vérification de l'indice (localisation, nature de l'indice, référence, précision de localisation et niveau de certitude) et un certain nombre d'informations sur la vérification (indice visité ? prospecté ? date de prospection, nombre de prospecteurs, conditions de visibilité, couvert végétal, existence d'un site).

La base de données compte 863 fiches d'indice dans la zone d'étude. Parmi elles doivent être distinguées les découvertes fortuites réalisées au cours des vérifications ou celles, plus nombreuses, fournies par les travaux de M. Hubert antérieurs à cette étude (2000-2004). L'étude documentaire a fourni 685 indices. Dans de nombreux cas, les indices ne proviennent pas d'une seule méthode : il y a de nombreux recoupements.

La valeur de ces informations est très inégale. La crédibilité et la précision de localisation de l'indice varient en fonction de la méthode qui l'a fourni. La bibliographie donne ainsi des indications attachées à un lieu-dit. Seule une information orale et une enquête sur place permettent de localiser le site. La toponymie est plus précise. Elle permet de limiter la vérification à une ou plusieurs parcelles. Enfin, la photographie aérienne localise de façon juste une zone à couvrir, correspondant en général exactement au site. Toutefois, la précision de localisation des indices n'est pas corrélée à leur crédibilité. Ainsi, la méthode la plus inégale est la toponymie. En fonction du microtoponyme, les chances de découvrir un site ne sont pas les mêmes. Remarquons qu'il en va de même pour la bibliographie, en fonction des auteurs, ou pour les photographies aériennes en fonction de la qualité de lecture sur le cliché. Cette notion de crédibilité, comme celle de localisation, ont été notées lors de l'enregistrement des indices.

- Les sites

Un site a été enregistré seulement si l'indice a pu être vérifié sur le terrain ou si l'information a été considérée comme suffisamment sûre et bien localisée. La subjectivité entre donc en ligne de compte dans l'intégration d'un site au corpus. Doivent être distingués les sites provenant de la bibliographie de ceux issus des travaux de terrain.

Un indice positif peut amener à la découverte d'un ou plusieurs sites. C'est pourquoi dès l'origine du travail l'enregistrement de ces deux niveaux a été séparé. La fiche de site comprend tous les éléments descriptifs propres à son identification et à son interprétation fonctionnelle et chronologique. Toutefois, la nature des sites enregistrés est diverse, d'une scorie piégée isolée découverte sur un talus jusqu'à un ferrier de plusieurs milliers de tonnes en passant par un ensemble de puits de mine. Les critères d'enregistrement des sites ont dû être adaptés à la réalité du terrain.

Les sites les plus nombreux étant des sites à scories, la fiche prend essentiellement en compte les informations sur ce type de déchets (scories coulées, piégées, faciès dominant, présence de scories hétérogènes pouvant trahir la présence sur le site d'activités de post-réduction, laitier). Ces premiers paramètres permettent de déterminer à quel stade de la chaîne opératoire se trouve le site : réduction directe ou indirecte, post-réduction. La conservation des sites apporte des informations sur la présence ou non d'ateliers de réduction ou de forges sur place. Trois niveaux sont donc distingués : scorie isolée, dispersion ou ferrier. Pour les deux dernières catégories, l'emprise du site a fait l'objet d'un schéma positionnant le site par rapport aux limites parcellaires et fournissant les dimensions de l'emprise du site.

4.3.2.2. Bilan des méthodes de recherche

En fonction de la méthode qui l'a fourni, un indice n'offre pas les mêmes chances de découvrir un site. Cette notion, que l'on pourrait rapprocher d'un rendement, est importante car elle permet de distinguer les techniques de recherches documentaires les plus efficaces, qui pourraient être appliquées en priorité dans d'autres régions.

Pour évaluer ce rendement il suffit de comparer le nombre d'indices de chaque méthode qui a été prospecté et le nombre de sites qui a été enregistré grâce à eux. L'histogramme suivant fournit ainsi une vision synthétique des chiffres pour cinq catégories : bibliographie, toponymie, photographie aérienne verticale, les indices pour lesquels s'additionnent des informations bibliographique et toponymique et, enfin, les indices issus du croisement de plusieurs méthodes (fig. 23). Trois paliers distincts ont été retenus pour établir la situation de chaque indice à travers les filtres de la vérification de terrain. Les indices sont dits "visités", lorsque M. Hubert ou moi-même nous sommes rendus sur le terrain sans pouvoir prospecter l'endroit exact indiqué (parcelle inaccessible, refus du propriétaire, présence d'animaux). Les indices sont dits prospectés lorsque le lieu précis pointé par les informations documentaires a été vu. La dernière colonne ne correspond pas au nombre réel de sites, mais au nombre d'indices ayant livré un ou plusieurs sites : il s'agit, en fait, du nombre d'indices positifs.

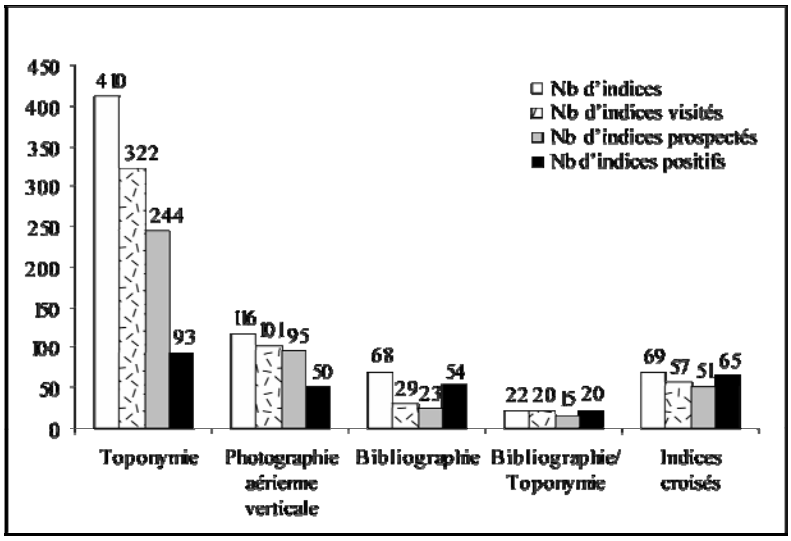


Fig. 23 : histogramme représentant les résultats relatifs des différentes méthodes de recherches documentaires.

Notons que certaines mentions de scories n'ont pas pu être vérifiées, soit parce que le site était détruit, soit parce que le gisement était inaccessible (fouilles anciennes). Malgré cela, quand l'information a été jugée fiable et qu'on pouvait caractériser l'activité métallurgique, ces sites ont été retenus. Cela explique pourquoi le nombre de sites enregistrés grâce à une information bibliographique est supérieur à celui des indices prospectés pour cette méthode.

On a déjà remarqué que la microtoponymie est la méthode qui fournit le plus d'indices sur notre zone d'étude. Le rendement de cette méthode est très faible, puisque le nombre d'indices positifs représente à peine plus de 38 % des indices prospectés pour cette méthode. Toutefois, proportionnellement, c'est la microtoponymie qui a occasionné le plus de découverte (si l'on ne tient pas compte des découvertes fortuites). La compréhension de la valeur réelle de chaque terme est ici intéressante. Le tableau de la figure 24 montre que certaines racines toponymiques retenues n'indiquent jamais un site sidérurgique dans notre zone d'étude. C'est le cas de "ferré" comme substantif ou de "mâchefer". D'autres ont un rendement très faible malgré leur intérêt, comme "minière" ou "fer". En fait, seuls les toponymes fondés sur la racine "ferrière" ou son dérivé local, "ferrette" sont vraiment intéressants et s'avèrent payants dans plus de deux tiers des cas. Les noms de lieux contenant "minerai" sont également à prendre en compte. Leur pouvoir indicatif est ici sous-estimé, les sites d'extraction n'ayant pas été systématiquement enregistrés.

Racine toponymique	Nb total d'indices issus uniquement de la toponymie	Nombre d'indices toponymiques prospectés	Nombre total de sites fournis par la toponymie	Rapport entre le nb total d'indices toponymiques et le nb total de sites enregistrés pour cette méthode (en %)	Rapport entre le nb d'indices toponymiques prospectés et le nb total de sites enregistrés pour cette méthode (en %)
fer	21	10	2	10	20
ferré	25	15	0	0	0
ferré (adj.)	21	13	3	14	23
ferrette	9	6	5	56	83
ferrière	105	67	46	44	69
machefer	8	5	0	0	0
minerai	97	57	18	19	32
minière	24	15	2	8	13
Autres	100	56	17	17	30
Total	410	244	93	23	38

Fig. 24 : tableau comparatif des "rendements" de plusieurs racines toponymiques pour la découverte de site lié à la métallurgie du fer dans le Bas Maine.

L'apport de la photographie aérienne au corpus n'est pas négligeable non plus. Dans près de 50 % des cas, la prospection d'un indice signalé uniquement par une vue aérienne permet l'enregistrement d'un ou plusieurs sites. C'est un rendement tout à fait correct dans une région où une majeure partie des terres est couverte par une végétation permanente. L'examen des clichés aériens verticaux de l'IGN, rendu plus accessible grâce à l'édition de logiciels de consultation grand public (Photoexploreur© de Bayo® et le Géoportail© de l'IGN), est donc un moyen précieux pour la recherche de sites sidérurgiques. Précisons également que certains ferriers sont visibles sur des images satellitaires, lorsque celles-ci ont une résolution suffisante (imagerie des satellites Ikonos ou Quickbird). Cette documentation a été diffusée par le portail Google Earth® dans le courant de ce travail et n'a pas été exploitée de manière systématique. Notons donc seulement que plusieurs ferriers du Bas Maine sont visibles de l'espace. Le dépouillement de cette documentation, gratuite et facile d'accès, pourrait peut-être permettre l'identification rapide de sites dans des régions encore inexplorées.

Enfin, lorsque plusieurs sources documentaires différentes se recoupent pour indiquer l'existence d'un site sidérurgique, le rendement de l'indice augmente en conséquence. Ainsi, sur 69 indices "croisés", 65 se sont avérés positifs.

4.3.2.3. Les limites de l'information : le problème de la récupération des scories

Le processus de réduction directe est imparfait. Les scories produites par ce procédé contiennent encore en général plus de 50 % de fer. Ces déchets ont, en conséquence, attiré très tôt l'intérêt des industriels de l'époque moderne pour l'approvisionnement des hauts fourneaux. Les scories étaient plus riches que certains minerais extraits dans la région et présentaient l'avantage de ne nécessiter aucun travail de profondeur, les ferriers étant immédiatement accessibles en surface. Les

premiers témoignages de récupération de scories apparaissent dans notre région au début du XIXe s. dans le récit du naturaliste manceau L.-J.-C. de Maulny (1806). Voici ce qu'il dit :

"*Je traversai ensuite la forêt de Lavardin* […] (p. 25) *on rencontre de distance en distance une grande quantité de scories de fer qui proviennent de ces forges exploitées par les Romains.* [en note dans la marge : *il y a des monceaux énormes de ces scories dans la forêt de Lavardin à peu de distance de la grande route, les ouvriers qui sont occupés à les tirer de la terre y ont trouvé des médailles d'argent et de bronze. Elles sont toutes d'Antonin Pie* [Le Pieux], *de Marc-Aurelle* [Marc-Aurèle]. *J'y ai trouvé* […] *des fragments de vases de terre rouge ornés de bas reliefs semblables à ceux que l'on découvre en abondance au Mans.*] *Il est facile de voir que les mines ont toutes été traitées très imparfaitement à la fonte car les scories contiennent encore beaucoup de fer. Il y en a en si grande abondance que on s'en est servi pour encaisser la grande route depuis Domfront jusqu'au Mans (?). Il paraît qu'il y* (p. 26) *aurait de l'avantage à les remettre aux fourneaux* [en note de bas de page : *M. Sage* [ou Fage ?] *a fait l'essai de pareilles scories. Elles lui ont donné 40 livres de fer au quintal. Il pense qu'elles résultent de la scorification et de la vitrification que les anciens faisaient éprouver au fer pour en extraire l'or (description du cabinet de l'école des Mines par M. Sage p. 321)*]. *Ce moyen a été employé avec de pareilles scories dans plusieurs forges d'Angleterre. Le fer qu'on en a obtenu s'est trouvé de meilleure qualité que celui qu'avait donné les minerais dont elles étaient les produits et elles ont fournies à peu près la même quantité* [note de bas de page *: Delaunay, minéralogie des anciens, tom. 2, page 130* [ou 150 ou 190 ?]]."

L'ouvrage auquel se réfère l'auteur en dernier lieu est daté de 1803 et montre que l'utilisation des scories comme minerai dans les hauts fourneaux a déjà commencé (DE LAUNAY 1803). Dans les années qui suivent, plusieurs textes mentionnent cette récupération, notamment dans les écrits de M. Hédin (1913-1914 : 297-298 ; ADS 8S6). Comme dans d'autres régions de production ancienne du fer, les récupérations semblent s'accentuer à partir des années 1870, époque à laquelle la France a perdu le bassin minier lorrain et cherche partout des ressources en minerai. Elles atteignent leur apogée dans la première décennie du XXe s.

On possède un témoignage iconographique de ces récupérations. Il s'agit d'une carte postale représentant une "*carrière de minerai de fer*" sur la commune de Lignières (Mayenne) (fig. 25). On y voit clairement les ouvriers munis de fourche et posant devant la coupe d'un ferrier. Au second plan se trouve un wagonnet servant au transport des scories. La date d'émission du timbre indique que cette vue est antérieure à 1907. Ce type de document n'est pas exceptionnel en France. On en connaît au moins trois autres pour la région de la Puysaie (BOUTHIER 1982 : 141 ; BOUTHIER, DUPERON, VELDE 1987 : 253, fig. 1 ; MANGIN 2004 : 187, fig. 5). Pour cette région on possède également des photographies montrant des chantiers, notamment celles publiées par F. Chapat (1981 : 65 et 69). Enfin, on peut signaler le cliché du grand ferrier du "Domaine des Forges" (Les Martys, Aude), dont les scories ont été récupérées pour servir de fondants dans le traitement du minerai aurifère de la mine de Salsigne (DOMERGUE 1993 : 22).

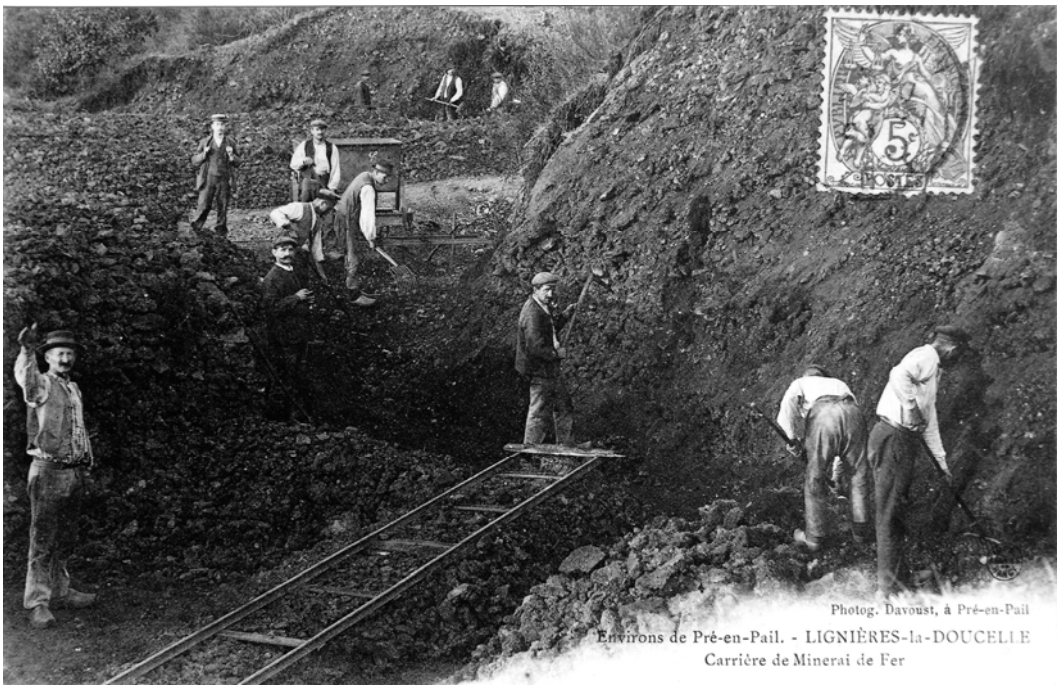


Fig. 25 : carte postale datée de 1905 environ montrant la récupération d'un ferrier situé sur la commune de Lignières-Orgères (Mayenne) (ADM 5 Fi 123\23).

Fig. 26 : carte postale datant de mars 1907 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert). On remarque au premier plan l'utilisation de machines à vapeur.

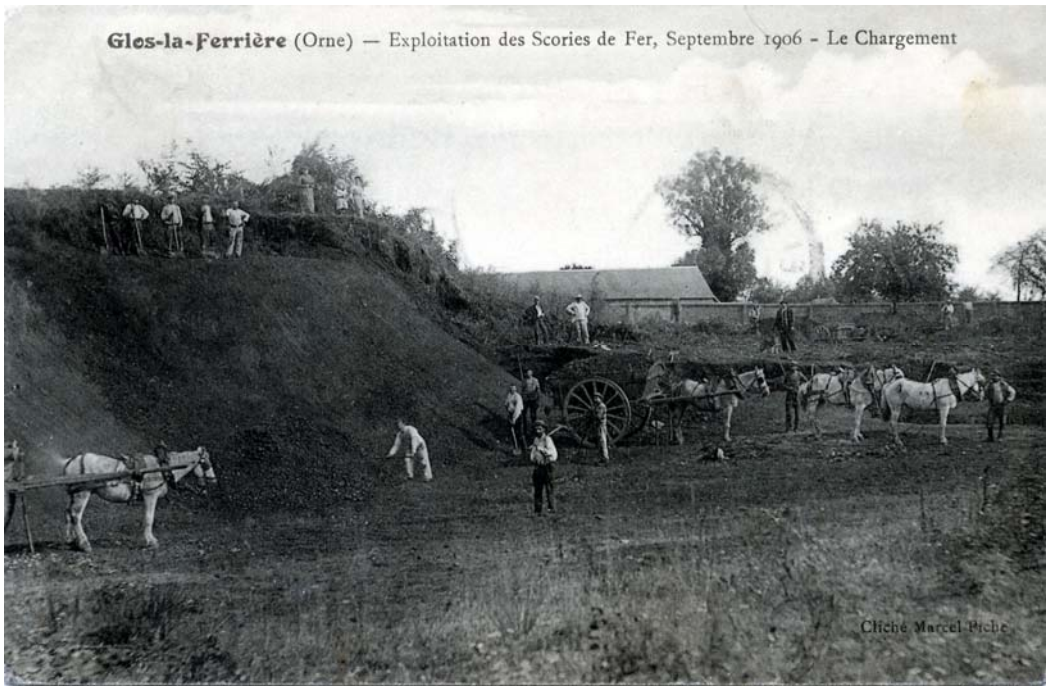


Fig. 27 : carte postale datant de septembre 1906 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert).

Fig. 28 : carte postale datant de décembre 1907 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert). On remarque l'utilisation de machines à vapeur.

Cette carte postale s'inscrit dans une courte série de documents du même type mise en évidence par M. Hubert dans le département de l'Orne. En effet, trois autres cartes concernant la seule commune de Glos-la-Ferrière (Orne) représentent la récupération de scories (fig. 26 à 27). Cette dernière localité est connue pour être le siège du métier des ferrons durant tout le Moyen Âge (ARNOUX 1993). Il serait tentant de lier les très importants ferriers visibles sur ces cartes postales à cette activité. Malheureusement, les données archéologiques font encore défaut.

Plusieurs documents témoignent des conditions de la récupération de ces scories (DORNIC 1984 : 234-236). Plusieurs pointent une personne : Jos de Poorter, un industriel hollandais, propriétaire d'un quart des bassins miniers de l'ouest de la France et armateur basé à Rotterdam (HÉDIN 1913-1914 : 313 ; BRUNEAU 1914). Le marquis de Tryon-Montalembert cite, sur les indications de D. Oelhert, un Müller de Poorter pour la récupération des scories du département de la Mayenne (TRYON-MONTALEMBERT 1955-1956 : 167). Il s'agit toutefois probablement du même personnage, les deux mentions étant contemporaines. Celui-ci aurait entrepris la récupération de scories anciennes pour les usines Thyssen, en Allemagne, ce qui lui a valu assez mauvaise presse. M. Hédin nous apprend que le même entrepreneur faisait récupérer les sornes, déchets issus de l'affinage de la fonte, dans la région de Saint-Léonard-des-Bois (Sarthe) et Gesvres (Mayenne) (HÉDIN 1913-1914 : 313). De façon assez étonnante, c'est le nom de ce personnage qui figure au verso de la seconde carte postale présentée ici. Celle-ci a été postée de Glos-la-Ferrière en mars 1907 vers Rotterdam. V. Joly (1954), ingénieur des mines à Alençon dans les années 1950, évoque, quant à lui, un industriel allemand, nommé Hugo Stinnes. La récupération du ferrier de Lignières (Mayenne) est très probablement due à l'un de ces personnages. On sait par ailleurs que ces opérations ont duré jusqu'en 1913 et furent reprises dans l'entre-deux-guerres. Les archives départementales de l'Orne conservent ainsi plusieurs courriers mettant en évidence cette activité et citant de nombreuses localités de ce département où des amas ont été récupérés (ADO S1125). En se fondant sur ces documents et les quelques notes évoquées ci-dessus, on peut dresser une liste sommaire des communes mentionnées[25].

Les cartes postales et les documents présentés ici grâce aux travaux de M. Hubert montrent l'importance de la récupération des scories dans la région. En effet, ce type de documents était jusqu'ici connu uniquement pour les secteurs de grande production, comme la Puysaie. Les quatre cartes présentées ici montrent qu'il en existe également pour l'ouest de la France. Malheureusement, on ne possède pas de données chiffrées pour donner une évaluation du volume de déchets emportés.

Dans plusieurs régions, des rapports plus circonstanciés permettent d'estimer la part des scories qui a été emmenée et qui manque donc pour l'étude des vestiges. Pour la forêt d'Allogny, au nord de Bourges (Cher), les archives départementales conservent plusieurs actes d'adjudication de scories, dont le premier date de 1896 et le dernier de 1955, ainsi que des documents cartographiques de l'Office National des Forêts enregistrant la situation des ferriers et parfois le volume enlevé (LANDES, BORDELOUP 1985 : 47 ; BORDELOUP 1994 ; BORDELOUP 1995 : 150 ; DIEUDONNÉ-GLAD

[25] Ces communes sont réputées posséder des forges anciennes d'après un courrier de l'ingénieur des mines Vignon daté du 24 février 1924 (ADO S1125) : Bagnoles-de-l'Orne, Boucé, Carrouges, Le Cercueil, Champsecret (Varennes), Conches, Glos-la-Ferrière, Laigle, Longny-au-Perche, Moulins-sur-Orne, La Neuve-Lyre, Radon, Rânes, Le Renouard, La Roche-Mabile, Rugles, Saint-Ceneri-le-Genrei, (Saint-Claire-de-)Halouze, Saint-Denis-sur-Sarthon, Saint-Evroult-Notre-Dame-du-Bois, La Sauvagère, Sept-Forges.

1992 : 59). Ces documents permettent d'évaluer le volume de scories récupéré à 179 000 tonnes, seulement entre les années 1924 et 1939 (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 : 66). L'enlèvement des scories dans ce secteur est connu, par ailleurs, depuis les années 1870 (MÉLOIZES 1873-1874). Pour la plus grande région de production connue pour l'Antiquité en France, la Puysaie, un mémoire daté de 1936 nous fournit également des chiffres (GOUDARD 1936). À la suite d'une enquête, l'ingénieur A. Goudard a pu évaluer la quantité de scories exportées des ferriers du département de l'Yonne entre 1925 et 1929 à près de 490 000 tonnes (*ibid.* : 179-180). Si l'on considère que la récupération des ferriers a commencé dans ce secteur vers la moitié du XIXe s., ce sont plusieurs millions de tonnes qui ont disparu.

Un autre document permet de se rendre compte de l'ampleur de la disparition des scories. Dans sa monographie de la commune de Saint-Denis-d'Orques (Sarthe), V. Gomer signale l'existence d'un amas de scories de 7 ha de surface dans la parcelle dite de "La Minière des Chartreux" (GOMER 1935, voir annexe 3, document 1). Il situe précisément la parcelle concernée, immédiatement à l'ouest du Bourg. Il ne reste plus dans cette parcelle que des ferriers nivelés, au nombre de six (sites du "Domaine des Chartreux 1 à 6" : 72 278.09 et 17 à 21). La concentration des ferriers sur cette parcelle rend bien compte de l'importance de ce site pourtant quasiment disparu.

Malgré le silence des sources, on peut estimer l'importance de ces récupérations. Le ferrier en cours de démontage sur le cliché de la carte postale de Lignières est haut d'environ 4 m et semble constitué de plusieurs tas jointifs de même importance. Or ce site n'a pas été retrouvé sur la commune, malgré une enquête orale auprès des habitants. Certains sites, dont on peut évaluer le volume à plusieurs milliers de tonnes ont ainsi totalement disparu. À l'échelle de notre zone d'étude ce sont plusieurs milliers de tonnes qui manquent à l'évaluation de la production ancienne.

La part prise par l'industrie moderne et contemporaine s'ajoute bien évidemment à la réutilisation, dès l'origine de la métallurgie du fer, des scories de réduction pour l'empierrement des voies et chemins ou en remblai pour l'assainissement. Cette récupération n'a pas cessé, et certains ferriers sont toujours exploités par les agriculteurs pour l'empierrement des entrées de champs ou des cours de fermes.

4.3.2.4. La représentativité du corpus

Malgré la systématisation des recherches documentaires et la vérification au sol, on peut s'interroger sur la réelle signification du corpus réuni. Cette question présente en fait plusieurs facettes. Le nombre de sites enregistrés varie énormément en fonction des étapes de la chaîne opératoire. Les sites d'extraction du minerai de fer n'ont été notés que de façon très exceptionnelle en raison de leur grand nombre et de la difficulté de les définir sur le terrain. On verra dans le traitement des données que de grands secteurs miniers ont été définis pour pallier cette lacune. À l'autre extrémité de la chaîne, les sites de post-réduction sont souvent difficiles à cerner. Ils laissent le plus souvent peu de traces et ne peuvent être mis en évidence que lors de fouilles extensives d'habitat ou la réalisation de diagnostics sur de vaste surface. Ce genre d'opération n'a pas encore eu lieu dans la

zone d'étude et on ne peut pas encore réellement établir une cartographie de ce type de site. Les forges de Jublains restent le seul site de post-réduction pour lequel nous possédons suffisamment de données pour permettre une interprétation. En fait, ce sont les sites de réduction qui sont susceptibles d'être les mieux représentés. On a déjà vu que l'ensemble des méthodes de recherches documentaires les privilégie nettement. Leur volume, leur couleur, l'intérêt que leur ont porté industriels et agriculteurs depuis le début du XIXe s. sont autant d'éléments expliquant leur sur-représentation dans le corpus.

Toutefois, ce phénomène ne doit pas laisser imaginer que nous possédons un inventaire complet des sites de production ayant existé dans le Bas Maine. De nombreux sites ont disparu. On a déjà examiné le rôle des récupérations intervenues dès l'époque antique (au moins) et jusqu'à la période contemporaine. D'autres facteurs peuvent être avancés.

Comme nous l'avons vu, le Bas Maine est une région où la couverture végétale constitue un obstacle majeur à la perception des sites archéologiques. Si l'on se fie aux données fournies par la base Corine Land Cover établie par l'IFEN, on peut définir les principaux contextes de découvertes des sites sidérurgiques du Bas Maine. La projection des données obtenues montre que la découverte des sites n'est pas réellement influencée par le type d'occupation du territoire (fig. 29). On aurait pu s'attendre à ce que les sites découverts dans les terrains régulièrement labourés soient mieux représentés par rapport à la surface occupée par ces terres. Ce n'est pas le cas. Les terrains couverts de manière permanente ou semi-permanente sont même des terrains privilégiés pour la découverte de sites sidérurgiques. L'anomalie visible pour les forêts s'explique en partie par les opérations de prospections réalisées en forêt de Sillé. On constate, cependant, une bonne représentativité du corpus de site. La végétation ne peut donc pas être retenue comme un véritable critère pouvant gêner la perception de la répartition générale des sites sidérurgiques de la région. Toutefois, dans le détail, des sites couverts par des prairies ou des landes ont pu plus facilement échapper aux recherches et lorsqu'ils ont été repérés, leur caractérisation a été plus délicate (conservation, forme, dimension, datation).

La seconde difficulté pouvant entraîner une oblitération dans la perception de la répartition des sites anciens de production du fer est liée aux phénomènes géomorphologiques. Comme tous les sites archéologiques, les sites sidérurgiques ont pu être détruits par l'érosion ou recouverts par des sédiments emportés par celle-ci (colluvions) ou par un cours d'eau (alluvions). Nous possédons deux exemples de ce type sur la commune de Cossé-en-Champagne (Mayenne). Le site de "La Bésiguière 1" (53 076.09) a été découvert par M. Hubert dans la coupe d'un ruisseau aménagé. Des plaques de scories en cordons ont été localisées sur environ 50 cm d'épaisseur sous une couche de terre de 40 cm. Au lieu-dit "Bellevue / Le Petit Varenne" (53 076.11), M. Morand a découvert sur son terrain un important niveau de scories à plus de 80 cm de profondeur. Ce site se trouve dans le lit majeur de la rivière "Le Treulon", affluent de l'Erve. Ce cours d'eau est connu pour ses crues. Celles-ci ont recouvert le ferrier implanté sur la rive. Si ces deux sites ont pu être repérés, c'est grâce au hasard. Il est impossible de définir la part des sites localisés en bas de pente et qui sont actuellement invisibles. Pour ce qui est de l'érosion, le phénomène est sans doute moins sensible pour les sites de réduction que pour les autres gisements archéologiques. Même si les ferriers peuvent subir un étalement dû au glissement des sédiments (solifluxion), cela ne gênera pas leur identification. Toutefois, la

récupération des scories combinée à ce dernier phénomène peut sans doute rendre difficile la spécification du site (ferrier ou dispersion).

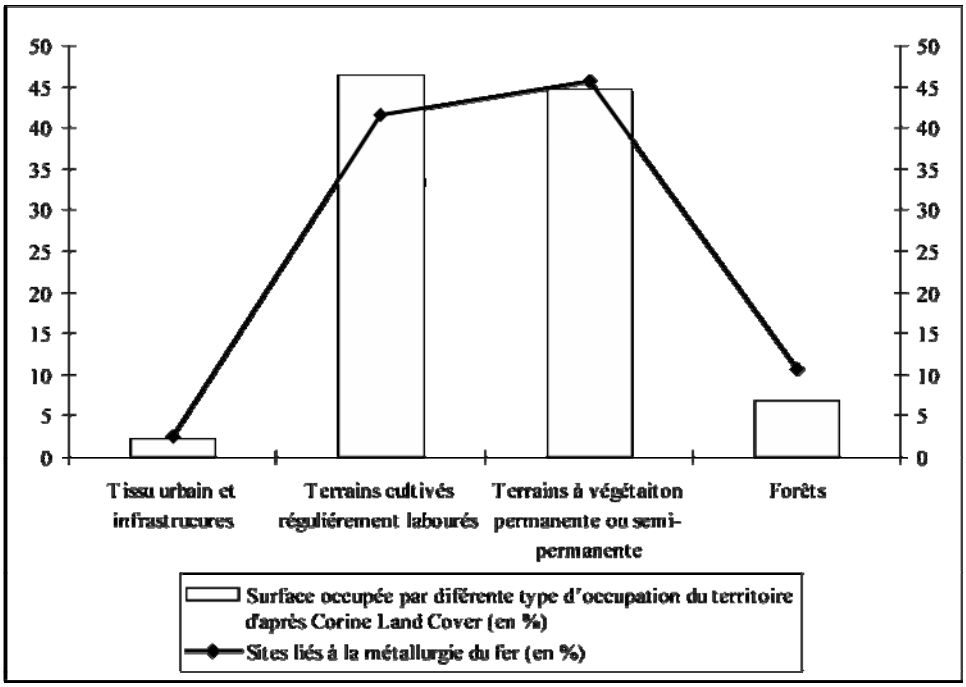


Fig. 29 : graphique montrant la répartition des sites sidérurgiques enregistrés en fonction du type d'occupation du sol (comparaison établie en fonction de la part de la surface de la zone d'étude occupée par les différentes catégories).

Les chances de découvertes sont également plus importantes pour les sites les plus grands. Il est évident qu'un ferrier n'a été noté dans la toponymie locale ou dans une monographie communale – ou tout autre recherche ancienne – que s'il était suffisamment important. De même, la photographie aérienne ne permet de percevoir que les sites dont le diamètre dépasse 10 m et la couleur sombre est encore marquée (certains ont pu être confondus avec des taches de brûlage). Ces "effets de source" amènent naturellement à la découverte et à l'enregistrement des plus grands sites au détriment des ferriers les plus modestes, plus sensibles à l'érosion et à la disparition.

Enfin, on peut s'interroger sur la précision topographique de l'enregistrement. Les sites qui ont été vérifiés sur le terrain ont été reportés sur la carte au 1/25 000 grâce aux croquis dressés sur le terrain. La précision de ce report est de l'ordre du millimètre sur la carte, soit de 25 m dans la réalité. Dans quelques cas, le site est visible sur les photographies aériennes de l'IGN, et l'on peut dessiner son contour au mètre près. Toutefois, pour cette étude, un tel niveau de précision n'était pas nécessaire. Les coordonnées des sites correspondent au centre approximatif des amas ou dispersion de scories, ou de l'emprise des fouilles. La précision varie en fonction de l'origine de l'information, mais on peut juger qu'elle est de l'ordre de 25 à 50 m.

La systématisation des recherches et la vérification sur le terrain de près des deux tiers des indices permettent de prétendre à une relative exhaustivité. On peut supposer que la plupart des sites visibles ou connus par les mentions anciennes a été inventoriée. En outre, la localisation des sites a été aussi précise que possible, ce qui autorise une étude fine de leur répartition. Toutefois, la cartographie

de ces sites n'est qu'une image déformée de ce qui a pu exister. Certains ont irrémédiablement disparu, d'autres sont cachés par la végétation ou ensevelis. Enfin, la distribution des sites donne l'impression – fausse ? – de groupes pouvant relever de la pérennité d'activités sidérurgiques sur près de 23 siècles dans certains secteurs offrant les ressources nécessaires.

4.3.2.5. Mobilier de surface et datation des sites à scories coulées : problèmes méthodologiques

La datation des sites liés à la réduction directe est souvent difficile. On peut distinguer d'emblée les scories piégées, souvent découvertes hors de tout contexte archéologique. Pour ces vestiges, la présence de charbon pris dans la scorie permet d'avoir recours à une datation radiocarbone[26]. En revanche, pour les sites à scories coulées, la datation se fonde le plus souvent sur le seul mobilier recueilli en surface, ce qui pose de nombreux problèmes méthodologiques. Les sites à scories dispersées ne sont ainsi que très rarement datables avec certitude en raison du mélange fréquent de ces résidus avec les autres artefacts venus avec les fumures. En outre, ces dispersions proviennent le plus souvent de la récupération d'un ferrier situé à proximité. Si l'amas qui a servi de carrière contient de la céramique, la récupération et l'épandage de scories entraînent indirectement la dispersion de ce mobilier et fait ainsi apparaître un nouveau site factice de cette période. De surcroît, plus un ferrier est volumineux, plus il peut faire l'objet de récupération et être ainsi à l'origine de nombreux sites à scories dispersées, entraînant la sur-représentation de sites de la période pour laquelle on possède les plus gros ferriers. Pour ces raisons, les sites à scories dispersées ne peuvent pas être pris en compte dans une approche chronologique de l'activité. Pour les ferriers, la datation butte sur plusieurs écueils matériels et méthodologiques. On peut en pointer cinq.

- Des conditions de visibilité très mauvaises

Les vérifications de terrain menées dans le Bas Maine ont souvent été limitées par la présence de végétation permanente dans les parcelles, notamment dans le nord de la zone étudiée. Le bocage gêne non seulement la découverte de site mais également leur caractérisation (ferrier ?) et encore plus leur datation. Les conditions de visibilité au sol ont été notées pour 526 indices prospectés. Sur ce nombre, la visibilité a été jugée bonne dans seulement 72 cas.

- L'indigence du mobilier céramique sur les ferriers

Les ferriers sont des amas de déchets qui ne correspondent pas, à proprement parler, à des occupations pouvant receler des quantités importantes de mobiliers. La rareté du matériel céramique sur ce type de site a déjà été soulignée. L'absence de mobilier n'est donc pas un caractère spécifique des ferriers du Bas Maine. On peut toutefois s'étonner du très faible nombre de ferriers ayant livré de la céramique : moins d'un sur deux a livré un tesson, à peine un sur six a pu être daté. Cette rareté s'explique bien sûr en grande partie par des problèmes matériels liés à la prospection (visibilité au sol,

[26] Trois datations ont été effectuées dans le cadre de cette étude (cf. 7.3.2).

couvert végétal permanent). Toutefois, on ne peut que souligner l'indigence des ferriers du Bas Maine. Il existe des exceptions : certains sites de la zone d'étude ont livré plusieurs dizaines de tessons en surface : ces anomalies doivent donc être expliquées.

- Le mélange du mobilier dû à une stratigraphie complexe

Contrairement à la plupart des sites archéologiques, l'accumulation des couches de scories ne se fait pas forcément de manière horizontale : des tas de scories provenant de phases différentes d'occupation d'un même site ou d'ateliers consécutifs peuvent être juxtaposés et livrer, à quelques mètres d'écart, des tessons de céramique de périodes différentes. Cet effet est renforcé par un deuxième caractère spécifique des ferriers : leur volume. Les tas qui ont conservé leur élévation d'origine atteignent parfois plus de 6 m de hauteur dans notre région, et bien plus ailleurs. Le mobilier déposé lors de la création de ces amas est donc totalement inaccessible lors de la prospection et peut entraîner l'oblitération des phases les plus anciennes des sites les mieux conservés. Lorsque les sites ont été détruits et aplanis, ce qui est le cas le plus courant, le mobilier est dispersé et on ne peut plus distinguer d'éventuelles phases d'occupation ou de hiatus.

- Une datation extrinsèque au site

Dans le cas de prospection de surface traditionnelle, le site archéologique se définit par une concentration de matériel, le plus souvent céramique, contemporain ou de tradition de fabrication semblable (FERDIÈRE 2006 : 21-96). La datation du site est donc un des premiers critères de sa définition : on parle d'une concentration de tessons protohistoriques. Ce n'est pas le cas pour les sites inventoriés dans la présente étude, où le site se définit avant tout par la concentration de déchets sidérurgiques, qui ne sont pas intrinsèquement datables (si l'on exclut bien sûr le ^{14}C pour les scories piégées et la méthode de datation par thermo-luminescence : HAUSTEIN *et al*. 2003). L'établissement de la datation des ferriers repose donc sur des éléments qui sont *a priori* étrangers à la définition du site. La première et la principale difficulté est donc de définir ce qui appartient au site de ce qui ne lui appartient pas. C'est bien sûr essentiellement le mobilier venu avec l'épandage des fumures dans les champs qui parasite dans ce cas notre approche.

La dispersion du fumier est connue depuis l'époque romaine mais a été systématisée à partir du bas Moyen Âge. Avec les déjections animales sont alors éparpillés dans les champs les déchets domestiques notamment la vaisselle brisée. On trouve ainsi dans la plupart des parcelles cultivées un "bruit de fond" de tessons datables de l'époque romaine au XXe s. La découverte de quelques tessons du bas Moyen Âge ou du début de l'époque moderne sur un ferrier régulièrement labouré ne peut donc être jugée comme significative, ce qui amène à repousser, peut-être à tort, une attribution du site à ces périodes. Il est ainsi fort probable que la part des sites de la fin de la période médiévale soit très largement sous-estimée.

- Tessons rouges sur fond noir

Un autre obstacle à la découverte de mobilier en surface est la couleur des sols des ferriers. La terre noire ou brun-rouge, mêlée de scories et de charbon, favorise la découverte de céramique claire, cuite en mode oxydant, par rapport aux tessons gris, issus de cuisson réductrice. Cela privilégie en particulier l'identification de poteries romaines, au détriment de celles de la Protohistoire ou du haut Moyen Âge. En outre, la quantité de rejet de céramique a fluctué d'une période à l'autre, en fonction de la part prise par la poterie dans le vaisselier ou des terres cuites architecturales dans la construction. La période romaine est connue pour livrer plus de matériel que les autres. L'abondance de cette céramique facilite d'autant plus son identification sur le terrain.

- La définition des fossiles directeurs

Enfin la dernière difficulté de la datation des sites tient à l'identification des fossiles directeurs de certaines périodes, au-delà de la question de leur couleur. Ainsi, si la caractérisation de la sigillée pour le Haut-Empire ou de la *terra nigra* pour la période augustéenne ne pose pas de problème dans la région, ce n'est pas le cas pour le Bas-Empire, pour lequel les fossiles directeurs sont ici bien moins connus. En effet, la région étudiée se trouve en marge de la zone de diffusion des dérivées de sigillée paléochrétiennes ou des productions d'Argonne et de celles de Jaulges-Villiers-Vineux. Peut-être quelques pots de ces productions sont arrivés jusqu'à la cité diablinte, mais sûrement en proportion faible. Ainsi la découverte d'un fond de Drag. 45 des ateliers d'Argonne sur le site de "La Grande Boissière" à Jublains est qualifiée d'exceptionnelle par M. Mortreau (BOCQUET *et al*. 2004 : annexe CD 20, 10). Les échantillons restreints dont on dispose pour la plupart des ferriers limitent donc statistiquement la découverte de ces importations. En outre, très peu de fouilles ont porté dans la région sur des sites de l'Antiquité tardive et on ne connaît pas ou que peu les productions céramiques locales de cette époque. Seul l'atelier sarthois de La Bosse a été reconnu ; sa production, débutée vers 150, se poursuit jusqu'à la fin du IIIe s. (GUILLIER 1997). On voit donc qu'on ne sait pas reconnaître la céramique des IVe - Ve s. dans la région. Cette ignorance conduit naturellement à un raisonnement pervers qui interdit l'identification de sites de cette période en l'absence de fossile directeur et, en corollaire, empêche l'identification des poteries de l'époque puisqu'on n'en connaît aucun site. On verra que cette lacune limite en grande partie l'interprétation des quelques datations obtenues dans notre région.

Un autre problème doit être évoqué à ce titre : celui des tuiles à rebord. Les fameuses *tegulae*, et les *imbrices* qui les complètent, sont généralement considérées comme un des fossiles directeurs de la période romaine et il est de tradition d'attribuer les sites en livrant à cette période. Pourtant, la situation n'est pas si simple. En premier lieu, la chronologie de la mise en oeuvre de ces tuiles est inégale en fonction des régions mais aussi du contexte (urbain, rural, *villa*, ferme, site artisanal). Ainsi, si les premières *tegulae* sont connues dès la période républicaine chez les Arvernes (site du Puy de Corent : POUX 2006 : 73-75), elle ne s'imposent ailleurs que dans la seconde moitié du Ier s. ap. J.-C. En outre, les recherches récentes ont démontré que ce type de tuiles a été produit jusque dans le courant du haut Moyen Âge. Si l'on considère de surcroît la réutilisation courante de ces terres cuites

architecturales dans de nombreuses installations du Moyen Âge, l'utilisation de la découverte de tuiles à rebord comme argument de datation devient très problématique. Pourtant, l'association des *tegulae* avec la période romaine est encore bien ancrée et j'ai moi-même cédé à cette facilité, tout en étant conscient des limites des datations fondées sur ce seul critère. On peut en effet considérer que, statistiquement, il y a plus de chance qu'un site livrant des tuiles à rebord soit gallo-romain plutôt que protohistorique ou médiéval.

4.3.3. Les sites liés à la métallurgie du fer

4.3.3.1. Classification et interprétation

Les scories peuvent être isolées, dispersées ou en amas. En fonction des phases concernées l'interprétation de la quantité des déchets peut varier. Si un ferrier correspond toujours à un atelier de réduction directe, la signification de déchets isolés ou dispersés dépend essentiellement du contexte. Une scorie de réduction coulée, seule dans une zone de production reconnue n'a pas d'importance, alors que la même scorie dans une région où aucun site de réduction n'a été repéré jusqu'ici est notée car elle pourrait indiquer la proximité d'un site. De même, la présence de scories de réduction coulées dans un tas d'épierrement ou dans l'encaissement d'un chemin ne sera pas systématiquement enregistrée alors que des fragments de scorie piégée dans la même situation feront l'objet d'une fiche de site, car ce type de vestiges, beaucoup plus rare, indique de manière certaine l'existence d'un bas fourneau sans écoulement de la scorie dans les parcelles alentours.

La notion de dispersion est également subjective. À partir de quel seuil de densité peut-on parler de scories dispersées ou de ferrier ? Cette question n'a pas de réponse univoque. Cela dépend en fait des conditions de visibilité. Bien sûr les tas de scories de plusieurs mètres de hauteur conservés dans la forêt de Sillé ou les ferriers possédant encore quelque relief dans les parcelles labourées ne posent guère de doute. Par contre dans un pré, la découverte d'une dizaine de scories dans un petit sondage ou dans des taupinières assortie d'un microrelief peut permettre de présumer la présence d'un amas de scories et donc d'un atelier. Dans un chaume de maïs ou un semis de blé, la présence d'une vingtaine de scories par mètre carré a été prise comme seuil minimal pour l'enregistrement d'un site à scories dispersées. Quand les scories étaient jointives sur au moins quelques mètres carrés et que la terre conservait une coloration plus foncée que le reste de la parcelle, même si aucun relief n'était visible, un ferrier a été enregistré.

L'interprétation de ces différents caractères est elle aussi sujette à discussion. Un site où ne subsistent que quelques scories dispersées ne peut être que le fruit de l'épandage de ces déchets en même temps que les fumures mais, dans certains cas, il pourrait s'agir d'un site de réduction modeste totalement détruit. La prospection ne permet pas de trancher. Quoi qu'il en soit, on peut supposer que ces scories proviennent d'un ferrier proche. L'interprétation de ces sites a donc été formulée de la façon suivante : "proximité d'un site de réduction directe du fer".

A l'opposé, les sites présentant une concentration de scories suffisante pour être jugés comme un ferrier, mais n'ayant conservé aucun relief, peuvent signaler la présence d'un atelier de réduction

sur place. Ils pourraient également s'agir de tas rapportés pour l'empierrement des entrées de champ ou être liés à la réutilisation plus ou moins ancienne des scories. Dans tous les cas, les sites enregistrés comme ferriers ont été interprétés comme "site de réduction directe du fer". On peut supposer que la part des sites interprétés ainsi de façon erronée compense celle des ateliers qui n'ont pas été pris en compte parmi les sites à scories dispersées (sans tenir compte ici de la localisation et d'éventuelle datation).

En dehors de ces deux interprétations, plusieurs autres niveaux d'interprétation ont été proposés en fonction de la conservation du site ou des informations livrées par la documentation ancienne :

- "site lié à la métallurgie" : c'est le niveau le plus bas ; il a été utilisé pour qualifier les mentions bibliographiques anciennes pour lesquelles on ne peut spécifier ni le métal travaillé, ni le contexte de découverte. On peut supposer qu'il s'agit le plus souvent de fer, c'est pourquoi ces sites ont été retenus. Dans de rares cas les résidus métallurgiques ont été mis au jour dans des installations permettant de préciser le contexte ("métallurgie en contexte d'occupation rurale") ;

- l'interprétation comme "site lié à la métallurgie du fer" a été avancée lorsque des scories de fer ont été indiquées, sans que l'on puisse préciser la position de ces déchets dans la chaîne opératoire ni le contexte. Quand ce dernier est connu, il est précisé dans l'interprétation ("métallurgie du fer en contexte d'occupation rurale") ;

- "site d'extraction du minerai de fer" ;

- "forge en contexte urbain" correspond uniquement à Jublains ;

Les étapes postérieures à la réduction n'ont été abordées dans ce travail qu'à travers l'exemple du site de Jublains. Ce n'est pas le fait ici d'un oubli mais bien d'une lacune de la documentation archéologique : 43 sites ayant livré des scories de fer indéterminées ont été enregistrés dans le Bas Maine. On ne peut pas spécifier leur place dans la chaîne opératoire et seulement dans de très rares cas leur chronologie. Ils ont été souvent inventoriés en se fondant sur des mentions anciennes de scories dont on ne connaît ni la quantité ni la position stratigraphique (rejet primaire, secondaire, remblai ?). Le plus souvent, l'identification de ces déchets comme résidus sidérurgiques relève déjà de l'interprétation, le métal n'étant que rarement spécifié dans les comptes-rendus de fouille. Ces quelques sites ne feront pas, par la suite, l'objet de commentaire particulier.

4.3.3.2. Les chiffres

En tout 484 sites ont été enregistrés. Les tableaux des figures 30 et 31, donnent la distribution de ces sites en fonction de leur conservation et de l'interprétation qui en a été faite. Le décalage entre les chiffres obtenus pour la conservation des sites et ceux de leur interprétation doit être expliqué.

Ainsi, le nombre de ferriesr enregistré est de 273, mais 282 sites ont été interprétés comme des sites de réduction directe. La différence s'explique par la découverte de gisements ne livrant en surface que quelques fragments de scorie piégée (gouttelettes, ou grappe caractéristiques de la partie inférieure des blocs de scorie piégée). Ce type de site a été enregistré comme une dispersion mais interprété comme la marque de la présence d'un atelier de réduction sur place.

Conservation	Nb de sites
Ferriers	273
Scories dispersées	131
Scorie isolée	23
Indéterminée	57
Total	484

Fig. 30 : tableau des sites liés à la métallurgie du fer par la filière directe enregistrés dans le Bas Maine en fonction de leur conservation.

Interprétation	Nb de sites
Site de réduction directe du fer	282
Proximité d'un site de réduction directe du fer	143
Site lié à la métallurgie du fer	40
Site d'extraction de minerai de fer	7
Site lié à la métallurgie	6
Métallurgie du fer en contexte d'occupation rurale	3
Forge en contexte urbain	2
Métallurgie en contexte d'occupation rurale	1
Total	484

Fig. 31 : tableau des sites liés à la métallurgie du fer par la filière directe dans le Bas Maine en fonction de leur interprétation.

De même, les scories piégées ont pu être enregistrées comme scorie isolée lorsqu'un seul individu a été repéré, entier ou fragmenté, mais aussi comme site à scories dispersées, quand plusieurs fragments ont été découverts seuls ou en présence de scorie coulée (cas très rares).

Enfin, pour les sites d'extraction ainsi qu'une partie des sites mentionnés dans la bibliographie ayant livré des scories, on ne peut spécifier la conservation dans les termes employés pour les autres sites. Ceux-ci apparaissent donc dans la ligne "indéterminée" du tableau des conservations, mais leur interprétation est détaillée.

Si l'on se réfère au tableau des interprétations, on constate que 425 des 484 sites retenus pour cette étude sont liés à la phase de réduction du minerai. Cette prédominance a déjà été expliquée. La production du métal sera donc au centre de cette étude, les données concernant les étapes antérieures et postérieures étant encore très rares.

Les données de M. Hubert, les découvertes fortuites réalisées au cours des prospections et les travaux effectués dans le cadre du PCR Sarthe ont amené à élargir le champ de recherches, soit pour compléter la vision d'une zone de production qui débordait de la zone étudiée ici (cas de la Ferrière-aux-Étangs ou du sud de la Mayenne), soit pour donner un contexte régional plus large aux découvertes faites dans le Bas Maine (zone de Lavardin / La Bazoge). La base de données informatique compte à l'heure actuelle plus de 700 sites sidérurgiques, essentiellement liés à la phase de réduction. Ces sites supplémentaires, moins bien connus, ne seront pas intégrés ici à l'analyse spatiale ou chronologique faute de données précises, mais pourront apparaître à titre indicatif pour certains sujets (faciès technique des scories, extension des zones de production) en complément des 484 sites pris en compte pour cette étude.

Chapitre 5
Méthodes d'analyse et outils de travail

5.1. Les outils de travail

5.1.1. Constitution d'une base de données informatisée

Le nombre important d'indices et de sites enregistrés dès le DEA a rapidement amené à la constitution d'une base de données informatisée. Celle-ci a été réalisée grâce au logiciel 4e Dimension, couramment utilisé au sein du Laboratoire Archéologie et Territoires. Cette base est, en fait, une version évoluée d'un prototype qui avait été mis au point lors de ma Maîtrise pour l'étude des sites sidérurgiques du nord-ouest du Berry (SARRESTE 2003).

La structuration de la base de données est très simple. Elle est découpée en quatre unités, appelées "tables", correspondant chacune à un niveau géographique ou informatif. Chacune de ces unités est définie en fonction de critères, appelés "champs". On trouve ainsi une table "département", une table "commune", une table "indices" et une table "sites". Ces tables sont reliées entre elles par des liens dynamiques permettant des automatisations dans le remplissage de certains champs mais également des requêtes croisant ces différents niveaux.

Les tables "communes" et "département" ne contiennent que des informations administratives (n°INSEE, nom de la commune *etc*.). Leur utilité est surtout d'éviter les redondances.

La table "indices" regroupe les informations issues de l'enquête documentaire et de la vérification de terrain. L'ensemble des critères enregistrés dans cette fiche a déjà été présenté plus haut.

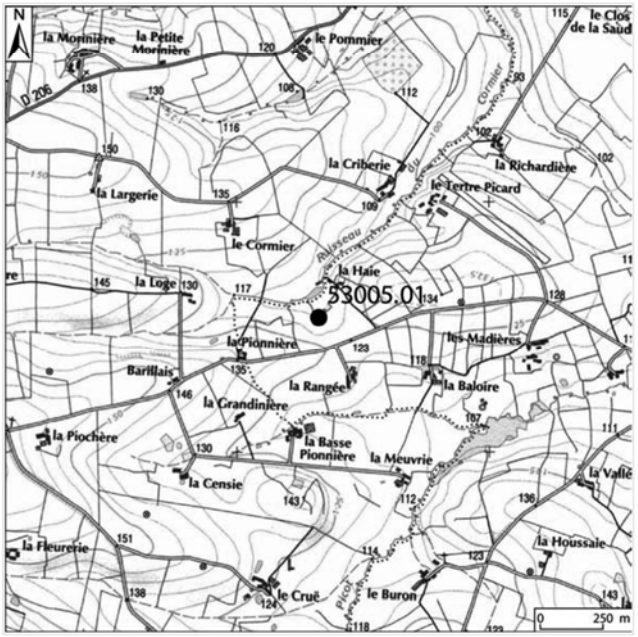
Chaque indice ne correspondant pas forcément à un site, ces deux niveaux ont été séparés au début de notre travail. Les informations propres aux sites sont reportées dans une table séparée liée à celle des indices. Y figurent les critères permettant l'interprétation fonctionnelle et la datation du site. Les fiches établies pour la déclaration des sites marquent bien la différence entre ces deux niveaux d'informations (indices et sites). Dans la partie supérieure figurent les informations relatives à l'indice et à la prospection avec son numéro d'indice. Si l'indice est positif, s'ajoutent dans la partie inférieure les renseignements sur le ou les sites découverts (fig. 32).

53005.01

Commune :	Andouillé	**Lieu-dit :**	La Haie
N° carte IGN :	1418 E	**Coordonnées X :**	362387 **Y :** 2357545
Localisation sur le cadastre ancien :		**Cadastre actuel :**	
Nature de l'indice :	Découverte fortuite	**Toponyme :**	
Source :	M. Hubert	**Niveau de fiabilité :**	Certain
Citation :			
Informations antérieures à la prospection :	Scories localisées par M. Hubert.		

Prospection possible :	(●) Oui ( ) Non	**Date de prospection :**	15/10/2005	**Nombre de prospecteurs :**	3
Occupation du sol :	labourée	**Visibilité :**	Moyenne	**Site :**	(●) Oui ( ) Non
Remarque / Observation :	La parcelle n'a pas été prospecté exhaustivement.				

Conservation :	Dispersion
Forme :	Indéterminée
L : 0 m. **l :** 0 m. **h :** 0 m. **S :** 0 m².	
Description :	Découverte de quelques scories en bordure d'une grande minière moderne. M. Hubert a pris en photo ici la trace d'une minière plus ancienne dans cette parcelle.
Scories de réduction :	(●) coulées ( ) piégées
Faciès dominants :	cordons
Interprétation :	Proximité d'un site de réduction directe du fer.
Mobilier datant :	Néant.
Datation proposée :	Indéterminée



Ci-contre : localisation du site 53005.01 sur un extrait de la carte IGN au 1/25000 n° 1418 E.

Fig. 32 : exemple de fiche de déclaration de site réalisée à partir de la base de données avec, dans la partie supérieure, les informations issues de la table "indices" et, dans la partie inférieure, celles provenant des champs de la table "sites".

Pour permettre d'homogénéiser l'enregistrement, les critères ont été consignés dans cette base sous forme d'énumération. Ceci évite les fautes de frappe et la multiplication des interprétations isolées, non opérantes. Cette standardisation rend possible la réalisation de requêtes sur des critères précis. C'est cette base qui a servi à la réalisation de l'ensemble des tableaux présentés dans ce travail.

5.1.2. De la cartographie au SIG

5.1.2.1. Cartographie et SIG

La cartographie des sites liés à la métallurgie du fer était un des objectifs principaux de ce travail. Il fallait, pour assurer une localisation la plus précise possible, disposer de fonds adaptés. Pour cela on ne dispose pas de données numériques, telle que la base Bd Carto© de l'IGN, trop coûteuse.

Deux logiciels grand public ont donc été utilisés. Ces deux programmes sont édités par la société Bayo® et mettent à disposition des versions bridées de documents établis par l'IGN. Cartoexploreur© permet de visualiser les cartes au 1/25 000, de naviguer d'une carte à l'autre, de créer des points et des itinéraires pour lesquels il est possible d'obtenir des coordonnées géographiques précises. Il s'agit en fait d'une version simplifiée des données du Scan 25© de l'IGN avec quelques fonctionnalités d'un SIG. Photoexploreur© fournit, quant à lui, les mêmes possibilités avec les fonds aériens habituellement diffusés sous le nom de Bd Ortho© par l'IGN. En outre, lorsqu'on possède les deux logiciels, il est possible de superposer et de passer de la couverture cartographique à la couverture aérienne et inversement. L'ouverture du portail en ligne Géoportail© de l'IGN, au cours de ce travail, a également été exploitée mais de façon complémentaire, les prospections étant, au moment du lancement de ce site, déjà bien avancées. Ces programmes ont permis d'assurer une cartographie précise des sites repérés sur le terrain ou connus par la bibliographie mais également le report des tracés des voies anciennes décrites par J. Naveau (1997 : 48-61).

Les données entrées dans les logiciels Cartoexploreur et Photexploreur restent cependant figées et ne laissent que peu de place à des requêtes spatiales. L'étude des relations des sites anciens de production du fer par rapport à leur environnement naturel et humain nécessitait de pouvoir maîtriser des fonds dynamiques et de les interroger. Cette possibilité est offerte par les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG, *GIS* en anglais). L'utilisation de ce type de logiciel est l'une des spécialités du Laboratoire Archéologie et Territoires (LAT), dans lequel la présente thèse a été préparée. C'est donc tout naturellement que j'ai profité des enseignements acquis au sein de cette équipe et que j'ai tenté de les appliquer, dans la mesure du possible, aux sites sidérurgiques du Bas Maine.

Le SIG utilisé est le logiciel ArcGIS© édité par ESRI®, mis à disposition sur les postes informatiques du LAT. Les SIG reposent sur la projection de données géographiques numériques (DENÈGRE, SALGÉ 1996). Il s'agit de données vectorielles pouvant prendre des formes ponctuelles, linéaires ou surfaciques. Ces formes correspondent chacune à une "entité" affichée selon un système de projection géographique propre. Pour cette étude, il s'agit du système Lambert II étendu. Grâce à cette projection on peut superposer de façon relativement exacte des informations très diverses, formant chacune une "couche" constituée de plusieurs entités. Les fonds mis en œuvre ici, formant les "couches" utilisées sont présentés dans le paragraphe suivant. L'intérêt des SIG est de pouvoir attribuer aux entités géographiques des attributs, appelés métadonnées, sur lesquels il est possible de réaliser des sélections diverses. Dans notre cas, chaque site ou indice correspond à un point défini par les coordonnées fournies grâce au logiciel Cartoexploreur. À chacune de ces entités est attaché l'ensemble des données enregistrées dans la base de données présentée ci-dessus. En outre, les entités géographiques de différentes "couches" de données peuvent être recoupées, autorisant des requêtes spatiales complexes. On peut ainsi interroger la répartition des entités au sein d'une même couche (calcul de densité pour des entités ponctuelles, de surface pour des entités polygonales *etc*.) ou de couches différentes (distance moyenne entre un point et une ligne *etc*.). Malheureusement, le manque de données chronologiques n'a pas permis ici de pousser très avant cette démarche d'analyse spatiale et l'étude a été limitée à des constats ou des calculs sommaires.

5.1.2.2. Les fonds numériques mis en oeuvre

Les fonds cartographiques utilisés pour l'étude de la répartition des sites enregistrés par cette étude sont de cinq ordres : administratif, hydrographique, orographique, environnemental et géologique. Les fonds documentaires établis par l'IGN, les plus précis, sont malheureusement très chers. Il nous a donc fallu travailler à partir de données à disposition au LAT ou accessibles gratuitement.

Le maillage communal et départemental est issu des données disponibles au LAT (Geofla). Sa précision est de l'ordre du 1/100 000. Les tracés ont été simplifiés, ce qui entraîne parfois des problèmes lorsque les sites se trouvent à proximité d'une limite communale. Ces données ont donc uniquement servi de fond de carte.

Le fond hydrographique est celui de la Bd Carthage© du Service d'Administration Nationale des Données et Référentiels sur l'Eau (SANDRE). Il s'agit d'un fond vectorisé des cours d'eau (ruisseaux, rivières et fleuves) établi à partir des cartes au 1/50 000. La précision de ces données est de la même échelle. La précision topographique est de l'ordre de 50 m et ne tient pas compte de la largeur des cours d'eau (il s'agit d'un réseau vectoriel de polylignes n'ayant pas d'"épaisseur"). Ces données sont accessibles gratuitement sur Internet.

Le fond orographique est celui du Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) téléchargeable sur le site de l'US Geological Survey (USGS). Il s'agit de levées réalisées depuis l'espace par la NASA. La précision topographique est de l'ordre d'un point tous les 90 m contre un point tous les 50 m pour la Bd Alti de l'IGN qui sert à l'extrapolation des courbes de niveau des cartes au 1/25 000. Les données du SRTM ne peuvent donc être utilisées de manière fiable en dessous du 1/50 000, ou, pour plus de sûreté, du 1/100 000. Cette imprécision ne permet pas de restituer des cartes des pentes suffisamment fines pour envisager l'utilisation de ce fond pour une analyse spatiale. La récupération des données du SRTM pour notre zone d'étude, leur projection et assemblage ont été réalisés sur le logiciel ERDAS de Leica dans le cadre d'un exercice du cours intensif Remote Sensing for Past Landscape qui s'est déroulé à Ljubljana (Slovénie) en janvier 2006.

Les données environnementales sont issues du fond CORINE Land Cover© établi par l'Institut Français de l'ENvironnement (IFEN), dans le cadre du programme européen de COoRdination des INformations sur l'Environnement (CORINE). Cette couverture européenne vise à connaître l'occupation du sol et son évolution. La cartographie des différents types d'utilisation du territoire a été réalisée au 1/100 000 à partir de la photo-interprétation d'imagerie satellitaire issue de Landsat et Spot datant de l'an 2000. Le seuil d'interprétation est de 25 ha. Aucune parcelle plus petite n'est enregistrée. Ces données nous ont été communiquées gratuitement dans le cadre de cette étude. Elles ne seront utilisées que pour donner un contexte général aux découvertes et permettre une critique de la représentativité du corpus en fonction de la couverture actuelle du territoire.

Les recherches sur le minerai nécessitaient de disposer de fonds géologiques précis. Les cartes établies par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM) ont donc été utilisées en

priorité. Trois échelles ont été utilisées. Le 1/1 000 000 permet de donner un cadre général de la zone d'étude. Les cartes au 1/50 000 permettent d'aborder en finesse la géologie locale et de repérer de manière assez précise les formations géologiques pouvant contenir du minerai. Malheureusement, la zone d'étude n'est pas encore complètement couverte par les cartes à cette échelle et il a fallu recourir aux anciennes levées au 1/80 000 dressées sur les fonds cartographiques d'état major à la fin du XIXe s. et peu remodelées depuis. L'ensemble de ces cartes a toutefois été numérisé puis projeté sur SIG. La précision de ce fond n'est toutefois pas aussi fine que l'échelle cartographique le laisse supposer. La déformation des cartes au 1/50 000 et l'imprécision topographique des cartes au 1/80 000 obligent à relativiser leur géoréférencement. L'erreur enregistrée lors du "calage" de la première série est de l'ordre de 2 mm soit 100 m dans la réalité. Pour les cartes anciennes cette imprécision est plus proche de 200 m. En outre, la levée des cartes géologiques est, à l'origine, peu précise, les géologues reliant le plus souvent les points d'observations (affleurements) entre eux. La cartographie des formations pouvant contenir du minerai est donc tributaire de ces difficultés.

Les données numériques utilisées dans ce travail sont de natures et d'origines diverses. Leur précision topographique est toutefois relativement uniforme, c'est celle du 1/100 000.

5.2. Archéométrie

Plusieurs des questions posées dans le cadre de la problématique reposent sur l'acquisition de données concernant la nature des minerais (teneur en fer, nature des minéraux ferreux, gangue), leur discrimination (éventuelle "signature" spécifique), leur lien avec les scories (filiation) ou sur le rendement d'opération de réduction et la quantité de métal produite. L'ensemble de ces informations ne peut être obtenu sans avoir recours à des analyses archéométriques. Heureusement, les analyses de laboratoire pour l'étude des vestiges paléo-métallurgiques ont fait de grands progrès depuis une vingtaine d'années (FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 ; FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004). Deux approches complémentaires peuvent être distinguées : les analyses chimiques (globales et ponctuelles) et les examens au microscope (métallographie, pétrographie, minéralogie).

5.2.1. Analyses chimiques

En dehors de la simple mesure de la composition chimique du minerai, des scories et des parois, les analyses chimiques ont été utilisées pour répondre à des questions à deux échelles :

- à l'échelle du site de production : peut-on établir un lien entre le minerai découvert sur le site et les scories ? Si oui peut-on définir le rendement de l'opération ? Le système minerai-scorie a-t-il une signature qui se distingue d'autres ateliers connus ou qui le rattache à une groupe ?

- à l'échelle du territoire : peut-on discriminer les différentes zones de production en fonction de la composition chimique de leurs résidus ? Peut-on mettre en relation ces faciès avec certains types de minerais provenant de la région ?

Chacune de ces interrogations s'appuie sur des principes et des travaux préexistants qui sont présentés dans un premier paragraphe (5.2.1.1.). Deux notions sont discutées en particulier :

- les notions d'héritage et de partage (5.2.1.2) qui serviront à la fois pour les calculs de rendement et pour l'établissement d'une filiation minerai-scorie.

- la notion de saturation en oxyde de fer (5.2.1.3.), proposée par V. Serneels (1993 : 29-30) suivant une démarche connue pour l'étude des roches volcaniques, et qui permet une appréciation de la qualité du processus de réduction ;

Le dernier paragraphe (5.2.1.4.) présente les analyses à disposition pour cette étude et les conditions de leur réalisation.

5.2.1.1. Présentation générale des analyses chimiques

L'obtention du fer est le fruit d'une opération chimique, la réduction. Ce processus peut être décrit comme un système clos (FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 : 114) où "rien ne se perd, rien ne se crée, tout se transforme". La définition des membres de ce système peut être résumée de façon simple sous la forme d'une équation chimique :

Minerai + combustible + comburant (air) + paroi
=
fer + scories + gaz

Ce bilan chimique est à la base de l'utilisation des analyses chimiques pour l'étude de la sidérurgie ancienne (PLOQUIN 1994a : 16). Toutefois, l'application de cette équation chimique aux données de terrain n'est pas évidente. En effet, les sites archéologiques ne conservent pas tous les éléments du système. Les produits ont été emportés, les déchets de minerai, quand il en reste, ne sont pas toujours représentatifs de celui utilisé, l'argile employée pour la construction des fours a pu changer au cours de l'occupation, les éléments sublimés ont été évacués sous forme de gaz et les scories ont pu être réutilisées et disparaître. Toutes ces difficultés compliquent considérablement la compréhension du système chimique. Le plus souvent, les analyses sont réalisées sur les résidus sidérurgiques, les scories, et lorsque cela est possible sur le minerai – ou du moins sur les déchets qui nous sont parvenus –, les parois et le charbon. Au-delà de l'étape de réduction, les travaux d'épuration et de forge entraînent des transformations physico-chimiques, notamment par l'ajout de décapant (argile, sable) qui modifie la composition de la scorie.

La réalisation d'analyses chimiques pour la caractérisation des déchets sidérurgiques n'est pas une idée nouvelle (BERTHIER 1822). Toutefois, l'interprétation des données obtenues a fait des progrès considérables dans les vingt dernières années grâce, notamment, aux travaux de V. Serneels et A. Ploquin (PLOQUIN 1992 ; 1994a ; 1994b ; 2001 ; ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 ; SERNEELS 1993 ; 1994 ; 1995 ; 2001 ; LEROY, PLOQUIN 1994 ; SERNEELS, FLUZIN 2001 ; FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 ; FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004). Il est maintenant possible de discriminer de façon relativement sûre les déchets des différentes phases de la chaîne opératoire, mais également d'estimer le rendement de l'opération de réduction et donc d'évaluer la production d'un atelier donné, ou de mettre en évidence l'utilisation de minerai spécifique ou d'ajout (SERNEELS 2001).

La plupart des analyses sont effectuées sur des échantillons de plusieurs dizaines de grammes : il s'agit d'analyses chimiques globales, censées représenter la composition générale d'un échantillon considéré comme représentatif de la scorie et, plus largement, d'un type de déchet. La sélection de l'échantillon est donc primordiale : il doit être représentatif de l'ensemble des déchets observés et donc ne pas présenter de particularité ; il ne doit pas non plus contenir d'impuretés qui pourraient fausser l'analyse ; sa taille doit être suffisante pour apprécier la composition générale et éviter une déformation due à la présence d'inclusions (effet de pépite) (PLOQUIN 2004).

Un autre type d'analyse chimique existe : l'analyse ponctuelle. Les progrès des moyens analytiques dans le courant des quinze dernières années permettent maintenant de réaliser des analyses sur quelques microns de surface, notamment sur les inclusions de scories dans les objets en fer. Ces analyses sont généralement effectuées sur des faces polies non recouvertes grâce à des microsondes couplées à un microscope électronique à balayage (MEB). Que ce soit pour les analyses globales ou ponctuelles, il existe plusieurs protocoles et moyens d'obtenir une composition. Il n'est pas lieu, ici, d'entrer dans le détail de ces méthodes.

Les résultats de ces analyses sont présentés sous forme de tableaux où les compositions chimiques des échantillons apparaissent en ligne en regard d'une brève description (laboratoire d'analyse, numéro de référence, site, nature de l'échantillon). Les éléments sont présentés en pourcentage masse, en ligne. Les éléments majeurs sont exprimés sous forme d'oxydes. Par commodité, le tableau général a été ici découpé avec les éléments majeurs en premier, puis les éléments en trace* en ppm, classés par ordre alphabétique (annexe 5).

Les scories sidérurgiques sont essentiellement composées de silice, de fer et d'alumine (SiO_2, FeO, Al_2O_3). Selon les minerais utilisés ou les ajouts, le calcium et le manganèse peuvent également être présents en plus ou moins grande proportion (CaO, MnO). De manière générale, la composition de la plupart des résidus sidérurgiques est comprise dans le tétraèdre SiO_2-FeO-Al_2O_3-CaO (SERNEELS 1993 : 14). Si le taux de calcium est peu élevé, la composition chimique peut être projetée dans le diagramme ternaire SiO_2-FeO-Al_2O_3 (il faut, bien sûr, que ces éléments représentent plus de 95% du total pour que cette projection ait une signification) (fig. 33). Le diagramme d'équilibre de ce système permet d'évaluer la structuration cristalline et de donner une idée de la température de formation. Toutefois, cette première approximation devra être confirmée par un examen au microscope (voir 5.2.2.). Pour les scories riches en calcium et les déchets issus du procédé indirect (laitier), c'est le diagramme FeO-SiO_2-CaO qui doit être utilisé (fig. 34).

Un diagramme permet de représenter les compositions des matières premières et produits sidérurgiques (adaptation par A. Ploquin d'un diagramme mis au point par A. de La Roche : PLOQUIN 1994a ; LAROCHE 1972). Il s'agit en fait d'une projection dans un repère orthonormé en prenant X = Al – (Na + K + 2Ca) et Y = Si – Fe (éléments exprimés en millimole[27] dans 100 g d'échantillon) (PLOQUIN 1994a ; FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 : 115). La figure obtenue permet de définir le domaine de composition chimique des différentes matières premières et déchets de la chaîne opératoire sidérurgique (fig. 35). Cette représentation ne permet cependant pas de discriminer des sous-groupes au sein des domaines de composition chimique.

[27] Plusieurs auteurs parlent de calcul de concentration en milliatomes dans 100 g d'échantillon (SERNEELS 1993 : 30 ; FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 : 115). Un atome-gramme est une expression ancienne pour exprimer le nombre de mole*. La conversion du poids d'oxyde en nombre de mole dans 100 g se fait en deux temps. En premier lieu, on normalise les analyses à 100. A cette étape on peut dire que les valeurs pour chaque élément ou oxyde correspondent à leur poids en gramme dans 100 g d'échantillon. Ensuite, pour obtenir le nombre de mole de chaque élément ou oxyde (molécule), il suffit de diviser ce poids par la masse molaire ou moléculaire de l'élément ou de l'oxyde concerné. On obtient alors le nombre d'atomes de chaque élément présents dans 100 g d'échantillon. Ces valeurs converties, parfois exprimées en millimole (millième de mole), sont utilisées notamment pour l'estimation de l'indice de saturation (cf. 5.1.2.3) et pour l'établissement du diagramme Fe-Si-Al-Ca.

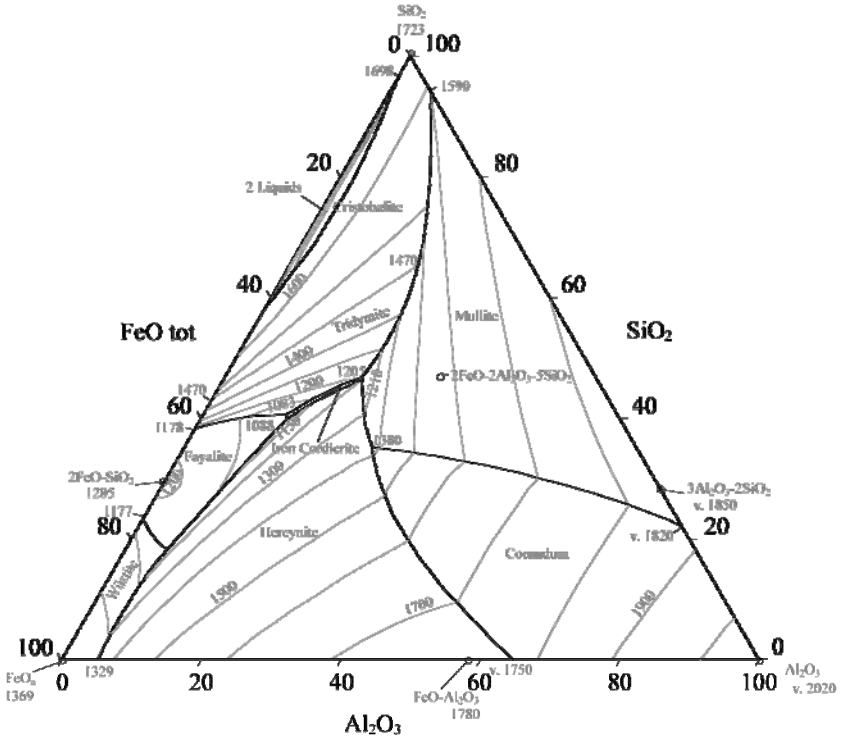


Fig. 33 : diagramme d'équilibre du système ternaire SiO_2-Al_2O_3-FeO_n (d'après SERNEELS 1993 : 15).

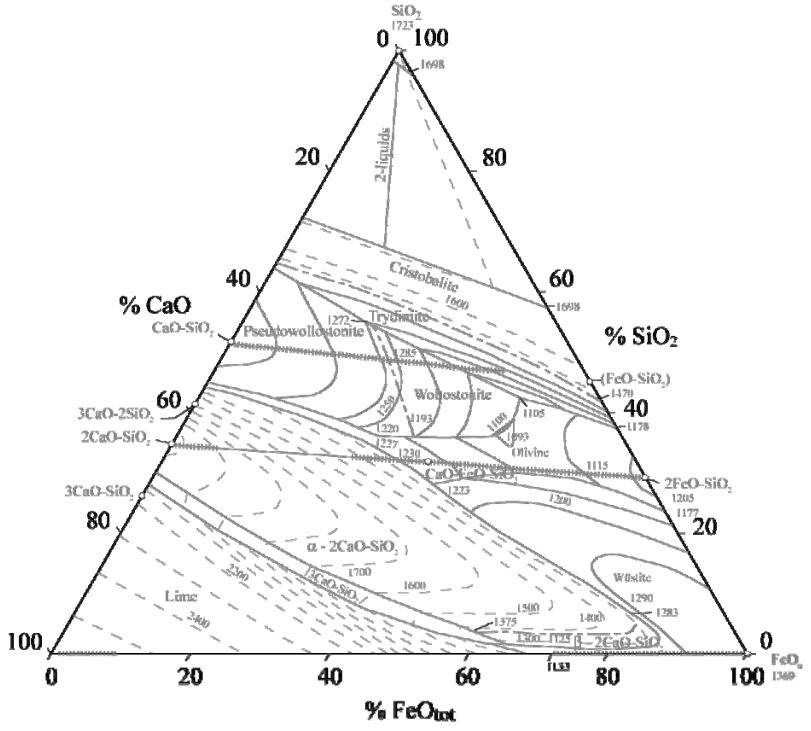


Fig. 34 : diagramme d'équilibre du système ternaire SiO_2-FeO_n-CaO (d'après SERNEELS 1993 : 15).

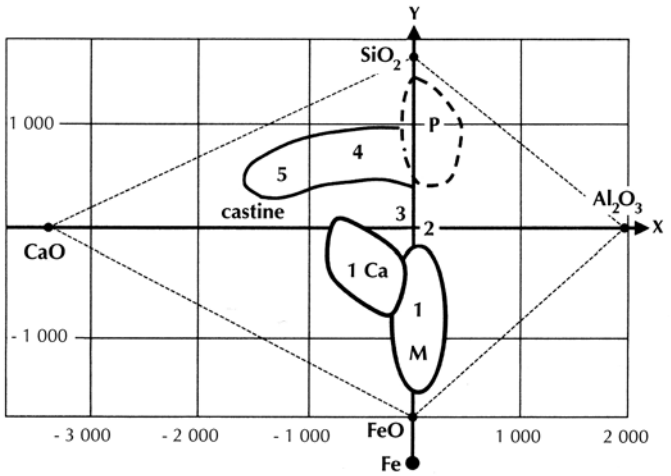


Fig. 35 : graphique représentant le système Fe-Si-Al-Ca, permettant l'identification des domaines de composition chimique des matières premières et déchets rencontrés en métallurgie du fer (d'après FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2001 : 115). P : zone de composition des revêtements internes de parois ; M : minerais (les minerais calciques sont en 1 Ca, partie gauche) ; 1 : scories denses fayalitiques (les faciès riches en wüstite et ou en/fer métallique sont en bas) ; 1 Ca : scories denses calciques ; 2 : scories mi-lourdes ; 3 : quasi-laitiers ; 4 : laitiers siliceux et silico-calciques des hauts fourneaux archaïques et anciens (charbon de bois) ; 5 : laitiers hypercalciques des hauts fourneaux récents.

Les analyses chimiques se prêtent aisément à des traitements statistiques simples (pourcentage, moyenne, écart-type). Ces méthodes ne seront pas développées ici (voir CHENORKIAN 1996 ; MINVIELLE, SOUIAH 2003). Précisons toutefois qu'à plusieurs reprises on utilisera la notion de régression linéaire. On peut définir le principe de la façon suivante : pour deux éléments dont les concentrations sont liées, l'une augmentant en fonction de l'autre, la distribution des individus dans un repère orthonormé se rapprochera d'une droite passant par l'origine. L'écart moyen des points (individus) par rapport à cette droite permet de définir le coefficient de détermination (r^2). Plus celui-ci est proche de 1, plus les éléments sont corrélés. r^2 est couramment exprimé en pourcentage. L'équation de la droite de corrélation linéaire fournit le facteur de la fonction qui lie les deux caractères (*i. e.* la pente : F(X) = aY + b, b étant nul puisque la droite passe par l'origine).

5.2.1.2. Les notions d'héritage et de partage

La définition de l'origine des scories de réduction découvertes dans les remblais de la ville romaine de Jublains dépend de l'identification de critères chimiques permettant le rapprochement (ou non) de ces résidus avec d'autres collectés à travers la zone d'étude. Cette démarche repose sur le fait qu'on peut discriminer les scories car celles-ci gardent des spécificités de leur minerai d'origine, lui-même différent en fonction de la formation géologique exploitée : c'est la notion d'héritage. Celle-ci est exprimée par le bilan-matière évoqué ci-dessus : l'ensemble des éléments présents dans les produits initiaux va se retrouver dans les produits finaux (PLOQUIN 1994a). En théorie, la distribution des éléments entre les différents produits se fait selon des coefficients fixes, c'est la notion de partage (*ibid.*). Toutefois, dans le cas de la réduction directe, les éléments ne suivent pas les lois de la thermodynamique (FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 149). Dans notre cas, les constituants du minerai, qui fournit l'essentiel des éléments, se trouveront donc partagés entre le métal et la scorie selon des comportements qui nous échappent encore en partie.

V. Serneels a proposé d'utiliser le diagramme d'Ellingham* pour prévoir le comportement des différents éléments au cours de l'opération de réduction (SERNEELS 1993 : 49). Il distingue ainsi trois cas en fonction de la température à laquelle les différents oxydes contenus dans le minerai sont réduits (Tr) :

- si Tr d'un oxyde est inférieure à la température maximale atteinte dans le fourneau, il est totalement réduit dans le fourneau et il est dissout dans la masse de fer. C'est le cas du cuivre, du plomb, du nickel et du cobalt (Cu, Pb, Ni, Co) ;

- si Tr est supérieure à la température maximale atteinte dans le fourneau, les oxydes ne sont pas réduits et entrent dans la scorie : Si, Al, Ca, Mg, Ti, Zr, Ba, Sr, Y, Rb *etc*. ainsi que les Terres Rares* ou lanthanides*. Ils ont récemment été désignés sous l'abréviation NRC ("*Non-Reduced Compounds*" : DILLMANN, L'HÉRITIER 2007 : 1813) ;

- si la Tr d'un oxyde est comprise entre les températures minimales et maximales atteintes dans le fourneau, le comportement varie. Ces "éléments intermédiaires" ne seront réduits que partiellement dans les points les plus chauds ou lorsqu'une marche à haute température est maintenue (SERNEELS 1993 : 49). Il s'agit du manganèse, du chrome et du vanadium (Mn, Cr, V).

Cependant, il ne s'agit que d'une approximation car les conditions de pression et de température (et donc de réduction) ne sont pas partout les mêmes dans le bas fourneau, comme en témoigne la production ponctuelle de fonte et de laitier. En outre, la réduction des oxydes n'est pas la seule à entrer en jeu dans cette redistribution. Certains éléments sont sublimés au cours de l'opération et sortent du système sous forme gazeuse (Zn, As) (FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 149). En outre, les différents éléments montrent des affinités plus ou moins fortes pour le fer ou la scorie. Ceux du premier groupe défini ci-dessus sont dits "sidérophiles*", c'est-à-dire qu'ils passent totalement dans le métal dans les conditions normales. À l'inverse, les composants non réduits, concentrés dans la scorie, sont "lithophiles*". Ces éléments constituent les marqueurs hérités du minerai dans le métal comme dans la scorie. Certaines associations d'éléments peuvent, dans une certaine mesure, trahir l'origine géologique du minerai. Ainsi une corrélation Al, Si, V, Cr, Ti est un indicateur de la présence d'une phase argileuse. Si et Zr indiquent, quant à eux, la présence d'une phase gréseuse (*ibid*.). Plusieurs éléments ont un comportement variable (P, V, K). La conduite du phosphore est particulièrement sensible. Si dans le procédé indirect, celui du haut fourneau, le phosphore passe totalement dans le métal, dans le bas fourneau, il se partage entre le métal et la scorie (LEROY, PLOQUIN 1994 ; STARLEY 1999 ; DILLMANN, FLUZIN, CHEVALLIER 2002). De même, si, selon le diagramme d'Ellingham, le potassium devrait être réduit entre 800 et 900°C, il est cependant considéré comme lithophile (FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 149 ; DILLMANN, L'HÉRITIER 2007 : 1813). La situation est compliquée par le fait que l'opération de réduction directe se déroule à l'état solide. À aucun moment la totalité de la charge ne passe à l'état liquide, ce qui empêche toute homogénéisation du produit. Le comportement des différents éléments au cours de la phase de réduction directe et indirecte du fer fait l'objet d'une thèse en cours (DESAULTY en cours).

La notion d'héritage est à l'origine de nombreux travaux récents qui portent sur deux grandes problématiques : la discrimination entre les produits issus des procédés direct et indirect et surtout l'établissement de filiation entre minerai, scories et inclusions dans le métal, autrement dit, la traçabilité. Ces deux problématiques se fondent directement sur le comportement des éléments au cours de la réduction et la distinction, par diverses méthodes, des minerais et de leurs produits. Une part importante de ces travaux repose sur l'analyse des inclusions de scories présentes dans le métal (DEVOS *et al*. 2000). Ce type d'analyse n'a pas été réalisé dans le cadre de cette étude et ne sera évoqué ici, que comme une piste de recherche.

De nombreux efforts portent à l'heure actuelle sur la distinction des zones de production en fonction de la composition chimique des minerais, des scories des ateliers de réduction et des inclusions de scories dans les produits métalliques. Ces démarches se fondent, pour la plupart, sur la présence d'éléments chimiques caractéristiques ou la conservation de rapport entre des éléments spécifiques, majeurs ou en traces, dans les différents produits de la chaîne opératoire (HEDGES, SALTER 1979 ; BUCHWALD, WIVEL 1998 ; HØST-MADSEN, BUCHWALD 1999 ; COUSTURES *et al.* 2003 ; COUSTURES, BÉZIAT, TOLLON 2004 ; COUSTURES *et al.* 2006 ; COUSTURES *et al.* 2007). Certains ont également utilisé la chimie isotopique, notamment les isotopes du plomb, pour lier minerais et scories (SCHWAB, HÖPNER, PERNICKA 2003 ; DEGRYSE *et al.* 2007). L'objectif de ces différentes approches est de pouvoir établir l'origine d'un objet en fer à partir des caractéristiques chimiques des inclusions de scories restés dans le métal, qu'il soit issu du procédé direct ou indirect. Ce sujet est au cœur de plusieurs thèses en cours ou récemment soutenues (DE SAULTY en cours ; PAGÈS en cours ; LEROY en cours). Les analyses effectuées dans le cadre de cette thèse se fondent essentiellement sur les analyses de scories et de minerais.

5.2.1.3. Saturation en oxydes de fer

Le concept de saturation en oxydes de fer a été présenté par V. Serneels dans sa thèse (SERNEELS 1993 : 29-30). Il s'agit d'une adaptation de celui de saturation en silice développé pour les roches magmatiques.

Le fer est l'élément le plus abondant dans les scories de réduction. Si l'on suppose qu'il se combine avec les autres éléments présents dans la scorie pour former des minéraux, on peut imaginer trois cas (SERNEELS 1993 : 29) :

- la sursaturation : il y a plus de fer dans le système qu'il n'en faut pour former des minéraux (olivines et spinelles*), avec l'ensemble des autres éléments (Si, Al, Ca, Mn, Mg) ; l'excès de fer apparaît sous la forme d'oxydes libres (wüstite FeO, magnétite Fe_3O_4) ;

- la saturation : il y a juste assez de fer pour former des minéraux avec l'ensemble des autres éléments ;

- et la sous-saturation : il n'y a pas assez de fer pour former des minéraux avec l'ensemble des autres éléments ; on voit apparaître des phases moins riches en fer (pyroxènes *etc*.).

Les deux principaux éléments auxquels se combine le fer dans la scorie sont le silicium (Si) et l'aluminium (Al). Parmi les silicates des scories, la fayalite ($FeSiO_4$) est la plus riche en fer ; elle contient en proportion deux Fe pour un Si. Tous les autres silicates (olivines) présentent un rapport moins élevé. Dans un système SiO_2-FeO_n, on verra donc apparaître des oxydes de fer libres si l'on dépasse cette proportion. En revanche, si l'on se trouve en dessous de ce ratio, il se formera du quartz, la ferrosilite ($FeSiO_3$), n'étant pas stable à la pression atmosphérique. En présence de faible quantité de Ca et de Mg, on peut aussi voir se former des clinopyroxènes calciques (Hedenbergite $CaFe(SiO_3)_2$) ou ferromagnésien (Pigeonite $(Mg, Fe, Ca)_2(SiO_3)_2$).

L'aluminium entre dans la composition de spinelle de la solution solide hercynite*-magnétite. La hercynite ($FeAl_2O_4$) contient en proportion un Fe pour deux Al, soit bien moins que le rapport Fe/Si dans la fayalite. Toutefois, la solution solide entre magnétite et hercynite étant continue à haute température (supérieure à 850°C), il existe une solution Fe-Hercynite ($Fe_2Al_2O_4$) contenant une proportion Fe/Al semblable à celle Fe/Si dans la fayalite (2 pour 1). La ligne reliant cette "ferri-hercynite" à la fayalite marque la limite de saturation. Elle sépare le domaine de sur-saturation, dans l'angle inférieur gauche, dans lequel on trouve des oxydes libres (wüstite, magnétite), du domaine de sous-saturation où l'on trouve les minéraux moins riches en fer (pyroxènes, clinopyroxènes, hercynite *etc*.) (fig. 36). Les valeurs sont exprimées en mole dans 100 g d'échantillon. Ce diagramme permet de discriminer les scories présentant encore des oxydes de fer libre (sur-saturation) issues d'une réduction incomplète ou mauvaise.

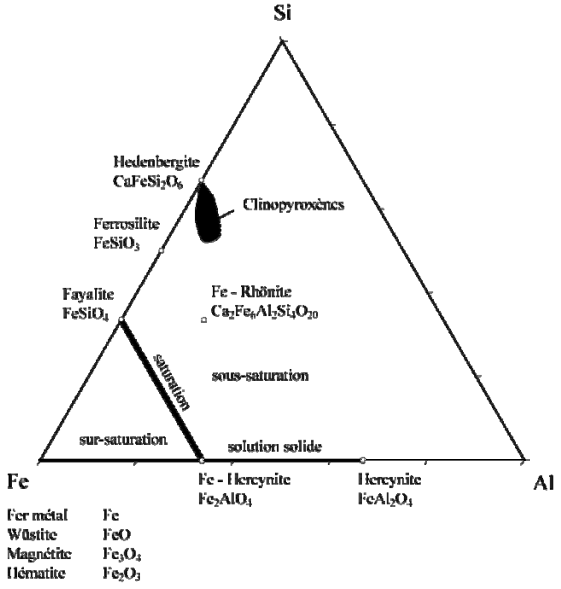


Fig. 36 diagramme de saturation en oxydes de fer pour les scories (d'après SERNEELS 1993 : 30).

La projection des analyses en pourcentage masse nécessite de convertir les valeurs en quantité de matière (mole) afin de pouvoir tenir compte des combinaisons en fonction du nombre d'atomes de chaque élément (ici Fe, Si et Al). Toutefois, ce système ternaire n'est pas suffisant pour envisager l'ensemble des minéraux dans lequel le fer peut être intégré. Ainsi, la présence en quantité d'éléments calco-alcalins (Ca, Na et K) est une limite à l'utilisation de ce système. Dans ce cas, la représentation de la figure 36 n'est pas utilisable. En outre, Mn et Mg peuvent remplacer les cations Fe^{2+} dans les olivines et les spinelles, leur présence doit donc être prise en compte.

Pour pallier quelques-unes de ces difficultés, V. Serneels propose l'utilisation d'un indice de saturation simple (SF = Saturation en Fer) calculé de la façon suivante :

$$SF = \frac{Fe + Mg + Mn}{Si + Al}$$

avec les valeurs en mole dans 100 g d'échantillon

Cet indice permet d'évaluer la proportion de fer encore présent dans la scorie et donc d'évaluer indirectement la qualité du processus de réduction. En effet, s'il reste dans la scorie des oxydes de fer libres, c'est que l'opération de réduction n'a pas été complète et donc que le rendement idéal n'a pas été atteint. En revanche, si la scorie est sous-saturée, c'est que la quantité de fer retirée par la réduction est supérieure au rendement idéal, on peut alors parler d'un traitement de bonne qualité. Pour cet indice on peut envisager trois situations, correspondant à trois interprétations distinctes :

- si SF < 2, la scorie est sous-saturée en fer, la réduction a été de bonne qualité ;

- si SF = 2, la scorie est saturée, la réduction a retiré juste la quantité de fer qui ne pouvait s'allier aux autres éléments présents ;

- si SF > 2, la scorie est sur-saturée, il reste plus de fer dans la scorie que ce qui devrait être, la réduction n'a donc pas atteint son rendement idéal.

L'indice de saturation est donc, en théorie, un bon moyen d'évaluer la qualité du processus de réduction et, à travers ces données, le niveau de maîtrise atteint par les opérateurs. La présence d'éléments calco-alcalins en quantité importante constitue toutefois un obstacle à l'utilisation de cet indice. Il faut donc veiller à ce que ces éléments soient présents en très faible quantité dans les échantillons avant de l'appliquer.

5.2.1.4. Le corpus d'analyses chimiques

- Analyses globales

97 analyses chimiques globales ont été réalisées au cours de ce travail, en plusieurs temps entre 2004 et 2007 et en collaboration avec deux laboratoires : le CRPG[28] du CNRS à Nancy (spécialisé depuis les années 1980 dans les analyses de produits issus de la paléométallurgie) et un laboratoire prestataire de service ALS Chemex[29] (voir annexe 5)[30].

Le protocole de préparation des échantillons a évolué au cours de ce travail, sans que cela puisse toutefois nuire à la valeur des résultats. Pour les dix premières analyses, celles des scories de réduction provenant de Jublains (échantillons SAR 401 à 410), un fragment de scorie de la taille d'une noix environ a été envoyé directement au SARM[31] du CRPG. Les prélèvements suivants ont été expédiés sous forme de poudre préparée par mes soins dans les locaux du LMTG[32] (CNRS) à Toulouse grâce à l'accueil de D. Béziat et de l'équipe du service "roche", ainsi que de M.-P. Coustures (TRACES – université Toulouse Le Mirail).

La préparation des poudres a été effectuée de la façon suivante. Les échantillons (minerai, scorie et paroi), de la taille d'un poing ou plus, ont été lavés à l'eau, séchés, puis cassés à l'aide d'un maillet jusqu'à atteindre des fragments de 3 cm de côté environ. Toutes les impuretés et inclusions visibles à l'œil nu ont été éliminées. Les morceaux ont ensuite été étalés sur une feuille de papier et mélangés. Un quart a été conservé comme témoin, le reste a été passé au concasseur pour obtenir un granulat de 2 à 5 mm. Le produit a été réétalé et partagé en quatre à l'aide d'une règle. Les quarts opposés ont été réunis. L'opération a été répétée autant de fois que nécessaire pour obtenir la quantité maximale pouvant être versée dans le bol du broyeur (broyeur à agate). La poudre obtenue a été placée dans des tubes contenant environ 10 ml. Entre chaque échantillon, les machines ont été nettoyées à l'alcool et du sable de Fontainebleau a été passé dans le broyeur entre chaque prélèvement de minerai pour éviter d'éventuelles pollutions.

Les échantillons analysés sont des minerais (15), des scories (78) et des parois de fourneau (4). Une partie des 78 scories provient de remblais du quartier artisanal romain de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" à Jublains (10) (fouilles A. Bocquet). Une autre série d'analyses a été pratiquée sur des échantillons provenant de la fouille de l'atelier de réduction de "Roche Brune 1"

[28] Centre de Recherches Pétrographiques et Géochimiques.
[29] Société canadienne basée à Vancouver. Analyses effectuées par ICP-AES*.
[30] Ces analyses ont été financées pour partie par le Conseil Général de la Mayenne, les crédits du Ministère de la Culture (SRA Pays-de-la-Loire) et l'ACI "Histoire et Archéologie des métaux, de la mine à l'objet, technologies et économie dans les sociétés pré-industrielles, de l'Europe à l'Afrique sub-saharienne", atelier fer (coord. N. Dieudonné-Glad).
[31] Service d'Analyses des Roches et Minéraux (CNRS). Analyses effectuées par ICP-OES pour les majeurs et ICP-MS pour les éléments en trace.
[32] Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie.

(Pezé-le-Robert, Sarthe), réalisée dans le cadre de ce travail (7 scories, 5 minerais, 4 parois). La majeure partie du corpus provient des prélèvements réalisés durant les vérifications au sol. 13 sites ont été sélectionnés pour faire l'objet d'analyses (61 échantillons). Il s'agit de ferriers, pour la plupart datés de l'époque romaine grâce au mobilier ramassé en surface, intégrés à une zone de production bien circonscrite. En outre, 10 fragments de minerai ont été collectés sur des affleurements géologiques, en dehors des sites de production.

- Analyse de métal

Deux objets en fer, un de Jublains et un de "Roche Brune", ont fait l'objet d'analyses ponctuelles par EDS[33]. Ces analyses ont été réalisées par J. Cormier[34] (ATER à l'ENSMA) avec le matériel du LMPM[35]. Les échantillons ont été préalablement préparés pour un examen métallographique (voir ci-dessous). Ces analyses ont été menées pour évaluer la proportion de phosphore dans le métal produit par l'atelier romain de "Roche Brune" et celui consommé dans les forges de la capitale diablinte. Les résultats sont reportés en annexe 5.4 et 5.5.

5.2.2. Les observations au microscope

5.2.2.1. Métallographie et pétrographie des matières premières et déchets sidérurgiques

La métallographie consiste à observer une face polie de métal au microscope en lumière réfléchie. Elle connaît un champ d'application général en industrie et sert encore à l'heure actuelle à l'étude de tous types de métaux. Son application aux objets en fer archéologiques est relativement ancienne et remonte au moins aux années 1950 en France (travaux d'É. Salin et A. France-Lanord). Les observations métallographiques sont relativement simples à mettre en oeuvre et demeurent une méthode d'investigation privilégiée pour l'étude des objets anciens[36].

La pétrographie se différencie de la métallographie par le fait que les observations sont le plus souvent réalisées sur des lames minces (30 µm) observées au microscope à la fois par lumière réfléchie et transmise, parfois polarisée. Ceci permet d'identifier par la forme et la couleur les différents minéraux translucides à cette épaisseur (verre, silicates *etc*.). Toutefois, le fer et ses alliages, ainsi que les oxydes de ce métal étant opaques, l'observation de la plupart des déchets se fait par

[33] L'EDS (Energy Dispersive Spectrometry) et un détecteur couplé à un microscope électronique à balayage (MEB) qui permet de fournir le spectre de composition d'un échantillon en captant les photons X émis par l'impact du faisceau d'électrons à la surface de l'objet.
[34] Je remercie vivement ce dernier de m'avoir consacré du temps pour l'examen et l'analyse de ces deux objets et également de son accueil dans les locaux du LMPM pour la préparation des faces polies.
[35] Laboratoire de Mécanique et de Physique des Matériaux UMR CNRS 6617 École Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique (Futuroscope).
[36] La bibliographie sur ce type de recherches est très abondante, je n'indique ici que quelques articles récents : RENOUX, DABOSI, PAILLER 2004 ; L'HÉRITIER, DILLMANN, BENOÎT 2003 ; 2005 ; NEFF *et al*. 2004 ; L'HÉRITIER *et al*. 2005.

métallographie (face polie, lumière réfléchie). Cependant, pour certains types de vestiges, notamment les minerais, métallographie et pétrographie sont complémentaires, c'est pourquoi les lames minces sont polies et non recouvertes sur l'une des faces pour permettre les deux types d'observation.

- Les objets en fer

L'examen métallographique d'un objet en fer ancien permet d'apprécier sa qualité à travers l'estimation de la proportion des éléments autres que le métal (inclusions) et la définition de sa structure. En effet, l'attaque de la surface observée grâce à un réactif chimique (nital*, réactif d'Obberhoffer*) fait ressortir les éléments en solution solide (principalement le carbone et le phosphore) et met en évidence la microstructure du métal et la nature de l'alliage (fer doux/acier). La reconnaissance des alliages se fait en fonction de critères visuels maintenant bien connus (forme des cristaux et couleurs) (FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 126-129). Outre la qualité du métal, ceci permet d'observer les méthodes de forges mises en œuvre pour la fabrication de l'objet (ligne de soudure, repli du métal ou de différent alliage, structures cristallines dues à un refroidissement rapide *etc.*). La métallographie de fragments métalliques apporte donc des informations à la fois sur la nature et la qualité du métal (inclusion, alliage) mais aussi sur les techniques mises en œuvre (soudure, trempe*).

- Les culots de forge

L'utilisation de la métallographie pour l'étude des résidus sidérurgiques, scories de réduction et de forge et battitures est relativement récente. Elle est essentiellement due aux travaux de P. Fluzin, A. Ploquin et V. Serneels (DUNIKOWSKI *et al.* 1996 ; FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 159-171 ; SERNEELS 1993 ; V. Serneels *in* ANDERSON *et al.* 2004). Ce type d'étude connaît un très fort développement ces derniers temps et est au cœur de plusieurs recherches doctorales en cours ou récemment soutenues (BAUVAIS 2007 ; BERRANGER en cours).

Les études menées dans le courant des années 1990 ont permis de définir plusieurs faciès caractéristiques parmi les scories en calottes ou culots de forge. Plusieurs critères discriminants ont été définis pour la reconnaissance des différents déchets sidérurgiques, notamment par P. Fluzin (FLUZIN, LECLÈRE 1998 ; FLUZIN 1994 ; 1999 ; 2001 ; P. Fluzin *in* MANGIN *et al.* 2000a : 185-195 et 2000b : 218-227 ; FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000 : 117-121 ; FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 159-171). L'interprétation des examens micrographiques des culots de forge repose sur l'observation de deux éléments importants : la scorie et le métal éventuellement présent dans le déchet.

La matrice qui constitue généralement la majeure partie des culots de forge n'a pas fait encore l'objet d'études aussi approfondies que celles portant sur le métal. On peut toutefois préciser les grandes étapes de sa formation. Lors des opérations de forge, le fer incandescent s'oxyde au contact de l'air. Se forme en surface du métal une fine couche de magnétite (Fe_3O_4) et plus rarement d'hématite (Fe_2O_3), qui peut, en fonction de la température, des chocs thermiques ou mécaniques, soit tomber sous forme de battitures lamellaires, soit se décrocher dans le foyer lors des phases de chauffe. Les ajouts argilo-siliceux éventuellement réalisés par le forgeron pour protéger le métal de cette oxydation

chutent également dans le foyer et peuvent apporter à la scorie alumine et silice. À ces éléments (Fe, Al, Si) s'ajoutent des fragments de paroi (Si, Al, Ti), des morceaux de charbon de bois (K, Ca) et, en fonction des travaux effectués, des chutes métalliques (Fe et métaux réduits : Ni, Cu, Co ; ainsi que d'éventuelles inclusions de scories de réduction : Al, Si, Mn, Mg, Cr, V). Au fond du foyer, ces éléments passent en partie à l'état visqueux ou liquide en fonction de la température. La cristallisation de ce bain silicaté est complexe et dépend de la température de travail et de la vitesse de refroidissement (cinétique de cristallisation). La famille de minéraux la plus couramment observée dans les culots de post-réduction est celle des silicates du groupe des olivines, et plus particulièrement la fayalite (silicate de fer : $FeSiO_4$), mais également dans des proportions beaucoup plus faibles de la forstérite (Mg_2SiO_4) ou de la kirschteinite ($CaFeSiO_4$) (SENN 2007). La vitesse de refroidissement dicte la forme des cristaux de fayalite : lente, elle conduit à la formation de cristaux parallélépipédiques trapus ; lorsqu'elle est moyenne, on observe des lattes plus ou moins grandes présentant des indentations sur leurs bords ; très rapide, les lattes sont très petites ou absentes, on observe alors une phase entièrement vitreuse. Des cristaux de taille et de forme différentes peuvent voisiner et indiquer une cristallisation en plusieurs générations (*ibid.*). En général, on ne distingue pas, au microscope métallographique, la fayalite des autres olivines. Le terme de fayalite, le plus couramment usité, est donc employé par la suite dans le sens général d'olivines.

On rencontre également couramment dans les culots de forge des dendrites* de wüstite (FeO). S. Bauvais prétend que celle-ci constitue la majorité de la couche d'oxyde formée au contact de l'air et qu'elle fond lors des phases de chauffe dans le foyer (BAUVAIS 2007 : 382-383). Toutefois, cette hypothèse va à l'encontre des observations menées sur les battitures de la forge gallo-romaine de Nailly (Yonne), dans lesquelles l'oxyde dominant est la magnétite (DUNIKOWSKI *et al.* 1996). Les auteurs de cette dernière étude interprètent la présence de dendrites de wüstite dans les battitures comme le signe de la cristallisation rapide d'un liquide riche en fer (*ibid.* : 102). Je penche pour cette dernière interprétation et je pense que la présence de wüstite dans la matrice des culots de forge est due à la sur-saturation du bain silicaté en fer ou à la réduction ponctuelle de la magnétite au fond du foyer ou à proximité de charbons non consummés. D'ailleurs ce dernier oxyde est relativement rare dans les culots de post-réduction si ce n'est dans les battitures prises dans la matrice ou à proximité de l'arrivée d'air (conditions oxydantes).

M. Senn liste également d'autres minéraux présents dans les culots des forges du village mérovingien de Develier-Courtételle (Suisse, JU)[37] qu'on ne peut cependant que très rarement identifier sans un examen à la microsonde (SENN 2007). La présence d'hercynite, un minéral relativement pauvre en fer, est cependant surprenante dans les scories de post-réduction et pourrait témoigner de la chute de scories de réduction dans le foyer et donc de la réalisation d'épuration d'une masse de fer brute. Celle-ci devrait donc être associée à la présence de chutes métalliques importantes.

Ainsi, lors de l'examen d'une section polie de culot de forge, la première tâche consiste à mesurer sur l'ensemble de la coupe disponible la proportion de masses métalliques, mais aussi de porosité et d'inclusions de charbon, d'argiles ou de quartz. La présence de bulles lisses indique un dégazage à l'état liquide. Dans ce cas, on ne peut en général pas distinguer les phases successives de

[37] Spinelle d'hercynite ($FeAl_2O_4$), rhönite ($Ca_2(Fe^{2+}, Mg, Mn, Al, Fe^{3+}, Ti)_6(Si, Al, P_6)O_{20}$), leucite ($KAlSi_2O_6$).

travail, qui ont été mélangées. En revanche, si l'on constate la présence d'importantes cavités déchiquetées, on peut supposer que la scorie est restée à l'état pâteux et s'est formée par une accumulation de masses solides. Cette première approche macrographique est indispensable à la compréhension globale du spécimen étudié. Ensuite, les fragments de métal peuvent être examinés selon le même protocole que les objets.

- Les battitures

Hormis les culots de forge, des examens métallographiques ont également été menés sur des battitures. Les travaux sur ce sujet sont encore peu nombreux (DUNIKOWSKI *et al.* 1996 ; LEBLANC 2001) mais ont montré que la morphologie et le faciès micrographique peuvent apporter des informations complémentaires sur la nature des travaux réalisés (travail de grandes pièces, utilisation de décapant).

L'étude des battitures de l'atelier de forge gallo-romain de Nailly (Yonne) a permis d'établir trois grands faciès cristallographiques (DUNIKOWSKI *et al.* 1996 : 101-102) :

- faciès 1 : battiture constituée uniquement de magnétite ;
- faciès 2 : structure en pavés (ou "pavimenteuse") de magnétite englobés dans une matrice vitreuse ;
- faciès 3 : une phase vitreuse dominante, avec des dendrites de wüstite et parfois des lattes de fayalite.

La proportion de ces différentes structures varie. On constate parfois au sein d'une même battiture la présence des trois faciès, parfois sous forme de couches successives, parfois sous forme d'îlots. On peut, sur la base de l'étude du site de Nailly, schématiser la genèse de la battiture comme suit (DUNIKOWSKI *et al.* 1996 : 103-104) : le métal s'oxyde et forme au contact de l'atmosphère oxydante de la magnétite (la wüstite est instable et ne peut se former qu'en atmosphère réductrice, dans le foyer et non à l'air libre). Lors de la frappe, cette pellicule d'oxyde se détache et forme les battitures lamellaires ne présentant que le faciès 1. Pour protéger le métal de l'oxydation, le forgeron peut le couvrir d'un ajout siliceux. Au contact de la poudre siliceuse avec la couche d'oxyde, on voit apparaître un verre qui entoure peu à peu des pavés de magnétite plus ou moins arrondis (faciès 2). Lorsqu'il y a suffisamment de silice, se forme un liquide silicaté riche en fer. La vitesse de refroidissement dicte ensuite la cristallisation de la wüstite (faciès 3). On ne connaît pas bien la cinétique de la cristallisation de la fayalite. La formation et la cristallisation de ce silicate dans les battitures paraissent néanmoins surprenantes. J.-C. Leblanc (2002) a mis en relation la présence de fayalite dans les scories avec les phases d'épuration. Ce minéral, au moins lorsqu'il est présent sous forme de lattes massives, proviendrait de la scorie de réduction.

La minéralogie des battitures dépend donc en partie de l'ajout ou non de décapant, de la température de travail (fusion ou non du bain silicaté : battitures lamellaires ou globulaires) et du type

d'opération réalisée (épuration, forge d'élaboration). La thèse de J.-C. Leblanc (2002) a visé à savoir si l'on pouvait, à partir de l'assemblage des déchets, restituer le type de travaux réalisés. En se fondant sur des expérimentations, il a tenté de démontrer la production prédominante de certains types de battitures en fonction de différents critères. Cette modélisation fondée sur des essais encore trop peu nombreux, a néanmoins le mérite de prouver le schéma global de formation présenté ci-dessus. En outre, il indique que les battitures globulaires ne sont produites qu'à partir de 1 250°C environ et, comme nous venons de le voir, la présence de fayalite dans les battitures pourrait être en lien avec des travaux d'épuration (LEBLANC 2001 : 376 ; 2003).

*
* *

L'application des méthodes d'examens micrographiques sur quelques-uns des déchets issus des forges de Jublains constitue une première étape à la compréhension des opérations réalisées dans les ateliers urbains. Les résultats de cette approche seront présentés dans le paragraphe 11.3.2.3.

5.2.2.2. Corpus d'observations microscopiques

- Métallographie

Les examens réalisés dans le cadre de cette étude visaient, d'une part, à qualifier le métal produit par l'atelier de réduction de "Roche Brune" et celui mis en œuvre dans les ateliers de Jublains (fer doux/acier, présence d'impuretés, trace d'épuration) ; et, d'autre part, à comprendre, grâce aux déchets collectés dans la zone artisanale de Jublains, les activités réalisées dans les forges urbaines de la capitale diablinte. Pour ce faire, quatre objets en fer provenant de l'atelier de réduction de "Roche Brune" et cinq issus des niveaux romains de la fouille du "Taillis des Boissières" à Jublains ont fait l'objet d'un examen métallographique, ainsi que trois culots provenant de niveaux de trottoirs du "Taillis des Boissières" et 21 battitures issues d'un sol de forge du bâtiment 4 de la même fouille. Au total, le corpus d'observations métallographiques reste limité (annexe 7).

L'ensemble de ces examens a été réalisé sous la direction de N. Dieudonné-Glad, dans les locaux du LMPM à l'ENSMA. Les échantillons ont été préparés soit sur place soit en partie grâce au matériel de l'Université de Poitiers. Les objets en fer ont été découpés grâce à une scie à disque utilisée pour la découpe d'alliages spéciaux et les culots à la scie à métaux. Les spécimens étudiés, hormis les culots, ont été enrobés dans une résine translucide avant polissage. Cette dernière opération a été réalisée en utilisant des disques abrasifs de calibre de plus en plus fin avant un polissage final à l'aide d'un disque de feutre imprégné d'une solution d'alcool et de poudre de diamant de 3 µm. Les fragments métalliques ont ensuite fait l'objet d'un premier examen avant attaque à l'aide de nital à 5 % (solution d'acide nitrique dans de l'éthanol).

Les observations ont été réalisées grâce à un microscope métallographique à différents grossissements. Des clichés ont été pris à l'aide d'une caméra numérique. Les objets en métal et les

battitures ont fait l'objet d'une couverture photographique exhaustive, ainsi que de prises de vue de détail. Les faces polies des culots ont, quant à elles, été observées en entier, mais seules quelques photographies ont été prises (annexe 7.1).

- Minéralogie des minerais de la fouille de l'atelier métallurgique de "Roche Brune"

L'origine du minerai découvert lors de la fouille du site de "Roche Brune" était indéterminée. Des examens minéralogiques ont donc été menés sur quatre spécimens afin de connaître quels types de minéraux ferreux ils contenaient (oxyde, carbonate, silicate) et surtout pour acquérir des données sur la gangue, informations qui pouvaient permettre un rapprochement avec des formations géologiques connues. Pour ce faire, les échantillons ont été lavés puis sciés à la scie circulaire en tranches de 1 à 2 cm d'épaisseur (manipulation effectuée par D. Béziat, dans les locaux du LMTG à Toulouse). Deux de ces plaques ont été broyées pour analyses chimiques : une a été utilisée pour préparer une lame mince polie non recouverte (préparation par le laboratoire "roche" du LMTG), les autres conservées comme témoins.

2e partie

Du minerai au fer par la filière directe dans le Bas Maine : analyses des données historiques et archéologiques

Chapitre 6
Exploitation des matières premières

La sidérurgie met en œuvre deux matières principales : le minerai de fer et le charbon de bois. L'implantation d'une sidérurgie pérenne dans un territoire et, ponctuellement, celle d'un atelier de réduction ou d'une zone de production nécessitent donc leur présence. Les minerais exploités et le mode d'extraction mis en œuvre peuvent varier considérablement en fonction de la teneur en fer des roches à disposition, de leur position stratigraphique et de la nature de la gangue (roche tendre ou dure). La définition des ressources à disposition, même si elle est plus délicate à établir pour les boisements anciens, est donc une étape obligée pour bien comprendre la situation des sites de réduction découverts au sol. Se pose évidemment la question de l'approvisionnement : quel minerai était exploité ? Était-il transporté ? Si oui, sur quelle distance ? Ces questions ne peuvent trouver de réponses que grâce aux analyses chimiques et notamment à l'établissement de filiation entre les minerais et les scories ramassés lors des prospections, c'est pourquoi une partie de ce chapitre est consacrée à la présentation des résultats d'analyses de quelques échantillons de minerai du Bas Maine.

6.1. Les minerais de fer du Bas Maine

Le sous-sol du Bas Maine présente un très grand nombre de formations contenant plus ou moins de minéraux ferreux, majoritairement des oxydes ou hydroxydes* mais aussi des carbonates, des sulfures et des silicates. Certaines ont été exploitées comme minerai de fer aux périodes moderne et contemporaine. Toutefois, on ne peut être sûr que d'autres formations, jugées comme moins riches ou ignorées des mineurs et sidérurgistes de l'époque moderne, n'ont pas été employées durant les périodes anciennes. C'est pourquoi l'ensemble des formations contenant des minéraux ferreux reportés dans les notices des cartes géologiques de la zone étudiée est présenté ici. Pour clarifier le propos, elles sont présentées de façon chronologique, de la plus ancienne à la plus récente. Toutes n'ont cependant pas fait de manière certaine l'objet d'une exploitation ancienne.

6.1.1. Les formations primaires

6.1.1.1. Formation des Grès de Blandouet

Les grès identifiés à la fin du XIXe s. sur la commune de Blandouet (Mayenne) sont attribués à la charnière entre les systèmes cambrien et ordovicien, plus précisément aux étages cambrien/ supérieur-trémadoc (vers 500 à 480 Ma) (JUIGNET, LEBERT, LE GALL 1984 : 12 ; CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 8 ; DORÉ *et al.* 1987 : 14-15 ; MÉNILLET *et al.* 1988 : 19 ; MARY 1989 :

15 ; LE GALL, MAURIZOT 1998 : 31-32). Cette formation présente plusieurs faciès, dont un grès ferrugineux fin de teinte sombre, surmonté localement d'une carapace d'argilites ferreuses qui a été exploité anciennement comme minerai de fer (ŒHLERT 1882 : 33 ; MARY 1989 : 15). On ne dispose toutefois d'aucune information précise sur ce minerai par les géologues et mineurs du XIXe s. Ce faciès a semble-t-il été confondu par le passé avec la formation de minerai oolithique ordovicien toute proche (ŒHLERT 1882 : 33).

6.1.1.2. Le minerai oolithique ordovicien

On trouve dans les synclinaux du Massif Armoricain un nombre variable de bancs de minerai de fer oolithique de puissance diverse mais toujours limitée (décimétrique à métrique). C'est ce minerai qui a fait l'objet d'exploitation durant la période contemporaine (May-sur-Orne, La Ferrière-aux-Étangs, Halouze, Segré) et qui a été le plus étudié (GUILLIER 1886 : 41-43 ; OEHLERT 1908 ; CAYEUX 1909 : 41-142 ; 1931 ; SCHNAEBELE 1963 ; BUBENICEK 1965 ; GOUIN 1966 ; MAILLOT 1969 ; CHAUVEL 1971 ; 1974 ; JOSEPH 1982). Il s'agit d'un dépôt sédimentaire formé en milieu marin durant le système ordovicien (500 à 435 Ma) et composé de niveaux d'oolithes* ferrugineuses interstratifiés dans des formations gréseuses. Le fer y est présent sous forme de chlorite* (bavalite*), de carbonate (sidérite) et d'oxyde (hématite) à forte profondeur mais, à l'affleurement, l'altération de surface a entraîné une oxydation complète de ces minéraux et on ne trouve plus que de la limonite (CAYEUX 1931 : 299-300).

La position stratigraphique de ces formations varie d'un synclinal à l'autre. Pour la zone étudiée ici, on connaît relativement bien la situation de ces couches dans le synclinal de Mortain-Domfront et dans son excroissance de La Ferrière-aux-Étangs, mais également, au sud, dans le synclinal de Martigné-Ferchaud. De manière générale, on peut dire qu'en Normandie et dans le Maine, ces niveaux, présents en nombre variable, se trouvent au sein de schistes ordoviciens, connus anciennement sous le nom de schistes à Calymènes (parfois désignés actuellement sous le nom de schistes à *Neseuretus Tristani*) : les géologues distinguent maintenant la formation du Pissot de celle d'Andouillé, toutes deux datées de l'Ordovicien inférieur (500 à 465 Ma) (DORÉ *et al*. 1977 : 13 et 24 ; DASSIBAT *et al*. 1982 : 16-17 et 60 ; JUIGNET, LEBERT, LE GALL 1984 : 13-14 ; CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 9 ; MÉNILLET *et al*. 1988 : 21 ; LE GALL, MAURIZOT 1998 : 34). La position exacte de ces bancs n'est pas acquise : situés au sommet de ces formations dans certains secteurs (LE GALL, MAURIZOT 1998 : 34), ils se trouvent à divers niveaux dans d'autres endroits (DORÉ *et al*. 1977 : 13) ou même à la base des schistes (JOSEPH 1982 : 47). Ces différents dépôts ne sont donc pas contemporains. Dans ces formations, le minerai se compose, dans son état originel, d'oolithes carbonatées (sidérite) plus ou moins dégradées en chlorite (de la bavalite d'après L. Cayeux) puis en oxyde (hématite) ; la magnétite en est toujours absente (CAYEUX 1931 : 299 et 303). La disposition des oolithes et la composition de la gangue sont très variables (CAYEUX 1909 : 91-94).

Dans le synclinal de Martigné-Ferchaud, qui ne concerne qu'une très faible part de la zone étudiée ici mais s'étend largement en Anjou, les niveaux de minerai sont interstratifiés dans la formation des grès armoricains, eux aussi datés de l'Ordovicien inférieur (BROSSÉ *et al*. 1988 : 16).

Dans cette dernière région, le caractère oolithique du minerai a quasiment complètement disparu (CAYEUX 1931 : 297). Ces minerais se caractérisent par la présence, dans les filons profonds, de magnétite accompagnée de chlorite et de sidérite. On rencontre aussi, de manière plus rare, de l'hématite cristallisée issue de l'oxydation de la magnétite, appelée "martite" dans les études anciennes (*ibid*. : 300).

Les niveaux de minerai oolithique ont subi l'orogenèse hercynienne et présentent donc des déformations très importantes (plis, pentes, failles *etc*.). Il est hors de propos de présenter ici la situation des minerais à forte profondeur, telle qu'elle a été étudiée depuis la fin du XIXe s., les sidérurgistes anciens n'ayant pas accès à ces formations : seuls les minerais accessibles en surface ou à faible profondeur nous intéressent ici. Très peu d'affleurements de minerai oolithique ordovicien sont encore visibles sur le terrain, sûrement en raison de l'exploitation ancienne de ce faciès. On peut toutefois dire qu'il se présente généralement sous la forme de grès brun-rouge à noir. La teneur des minerais exploités durant l'époque contemporaine est assez faible, de l'ordre de 25 à 45 % de fer (HÉDIN 1913-1914 : 285 ; CHATELLIER 1953 : 48), mais pouvait atteindre plus de 50 % après traitement thermique ("grillage"). En effet, l'abondance de carbonates dans les minerais profonds entraîne une très forte perte au feu – de l'ordre de 20 % – permettant une augmentation sensible de la concentration en fer. En surface, l'altération totale des carbonates a dû entraîné le développement des oxydes et la présence quasi exclusive d'hématite et de goethite (limonite). Par ailleurs, ce minerai est légèrement phosphoreux (entre 0,4 et 0,9 % de P) et également siliceux, avec des teneurs de l'ordre de 10 à 15 % de SiO_2 (CAYEUX 1931 : 300 et 301).

6.1.1.3. Les grès ferrugineux du Dévonien

D'autres grès ferrugineux existent parmi les formations paléozoïques. Les grès de la Formation de Gahard, attribués à l'étage lochkovien (vers 410 Ma), peuvent être ponctuellement liés par un ciment ferrugineux (CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 10 ; MARY 1989 : 17 ; LE GALL, MAURIZOT 1998 : 38). L'enrichissement ponctuel des grès en oxyde de fer n'exclut pas son exploitation comme minerai de fer même si cette formation n'est pas clairement identifiée comme telle par les archives minières ou les études géologiques anciennes.

6.1.1.4. Minerai de fer carbonifère

Le synclinal de Laval a conservé des niveaux carbonifères sur son flan sud[38] (étage tournaisien, entre 355 et 345 Ma) (ŒHLERT 1882 : 85-109 ; BROSSÉ *et al*. 1988 : 21-22). Les niveaux de houille sont localement surmontés d'un niveau d'oxyde de fer, qui a été exploité à l'époque contemporaine[39] et qui a pu être mis en valeur plus tôt.

[38] gisements de houille et d'anthracite de Saint-Pierre-la-Cour, Saint-Brice, Grez-en-Bouère, L'Huisserie, Le Genest-Saint-Isle, La Bazouge-de-Chéméré *etc*.
[39] Demande d'extension au minerai de fer de la concession de houille de Saint-Pierre-la-Cour en 1907 (ADM S767).

6.1.2. Le gisement hydrothermal de Rouez (Sarthe)

On peut placer ici le chapeau de fer ou *gossan* de Rouez car sa formation est datable de l'Ère primaire. J'ai déjà eu l'occasion de présenter rapidement ce gisement, d'abord reconnu pour le minerai de fer et exploité à la fin du XXe s. pour les métaux précieux qu'il renfermait. Il s'agit d'un amas de sulfure de fer (pyrite et pyrrhotite) et de sidérite, accompagné de différents métaux : plomb, zinc, cuivre, argent et or. Sa formation est due à des remontées hydrothermales en contexte marin durant une phase de volcanisme probablement datable du Cambrien. Le gisement est très limité (quelques hectares) et s'insère dans les terrains précambriens (système briovérien, 670 à 540 Ma) (LE GALL, MAURIZOT 1998 :105-107).

Contrairement aux autres formations présentées ici, ce gisement n'est donc pas entièrement d'origine sédimentaire, mais plutôt volcano-sédimentaire. La partie supérieure de l'amas, fortement oxydée par les intempéries, est constituée d'oxydes et d'hydroxydes de fer issus de la dissolution des sulfures (*i.e* chapeau de fer). Des analyses de ce minerai de fer réalisées à la fin du XIXe s. ont donné des teneurs allant jusqu'à 56,7 % de fer (HÉDIN 1913-1914 : 289).

6.1.3. Les formations secondaires

Les terrains attribuables à l'Ère secondaire sont présents exclusivement dans la partie orientale de la zone étudiée ici, essentiellement dans les départements de l'Orne et de la Sarthe. On peut distinguer plusieurs formations contenant des oxydes de fer.

6.1.3.1. Le calcaire jurassique à oolithes ferrugineuses

Les cartes géologiques indiquent la présence de dépôts calcaires datant la série du Dogger (Bathonien supérieur ou du Callovien moyen, soit entre 164 et 154 Ma) et contenant des oolithes ferrugineuses (LE GALL, MAURIZOT 1998 : 64 ; JUIGNET *et al*. 1989 : 14 et 16-17). Ces derniers semblent toutefois peu abondants et rien ne permet d'attester leur exploitation ancienne ou plus récente.

6.1.3.2. Le minerai de fer cénomanien des argiles à glauconie

Durant l'Ère secondaire, la mer borde notre zone à l'est (Bassin Parisien). La sédimentation reprend ici durant la série crétacé supérieur, à proximité des côtes, et entraîne le dépôt d'argiles fines mêlé de glauconie, un silicate de couleur verte contenant du fer. Ces dépôts, datés de l'étage cénomanien (96 à 92 Ma), ont été remaniés et forment, par érosion différentielle, des buttes. Les plus importantes sont celles des Bercons dans la Sarthe[40] et de la région de Lavardin/La Bazoge (Sarthe).

[40] Communes de Montreuil-le-Chétif, Ségrie, Saint-Christophe-du-Jambet, Moitron et Saint-Aubin-de-Locquenay.

La percolation des eaux de pluie à travers ces argiles a entraîné la concentration du fer sous forme d'oxydes et d'hydroxydes. Le minerai, de teneur très variable, se rencontre de façon ponctuelle (poche, lentilles), par petites couches horizontales d'épaisseur centimétrique, ou géodes parfois décimétriques de goethite prises dans les argiles. Les mineurs du XIXe s. parlent, pour le premier faciès, de "minerai en plaquettes" (HÉDIN 1913-1914 : 287). Les rognons sont parfois creux et leur surface oxydée se desquame.

Ce type de gisements, très présent dans la Sarthe et largement utilisé à l'époque moderne et contemporaine, n'a pas fait l'objet d'étude géologique car il se prête mal à une exploitation industrielle. On ne peut donc donner que des informations partielles, issues des recherches du XIXe s. : la teneur en fer semble assez variable, entre 30 et 35 % après lavage ; certains gisements contiendraient du phosphore, de la pyrite et du manganèse (HÉDIN 1882 : 82 ; 1913-1914 : 287). La formation de ce minerai étant très variable et ponctuelle, ses caractéristiques physiques et chimiques doivent être variables.

6.1.3.3. Les grès ferrugineux cénomaniens

Dans la région de la Ferrière-Bochard, les niveaux d'argiles à glauconie n'existent pas : les oxydes de fer sont concentrés dans les dépôts arénacés des Sables du Maine, appelés localement Sables de La Ferrière-Bochard (DORÉ *et al*. 1977 : 15-16). Les niveaux indurés de grès ferrugineux sont parfois surmontés d'une carapace d'oxydes de fer (hématite) et sont interstratifiés dans des grès assez fins. Ce minerai a été largement exploité sur le territoire de la commune éponyme.

Ce premier faciès doit être distingué du grès cénomanien couramment nommé "salard" ou "roussard" dans la région. Ces deux termes recouvrent d'ailleurs tous les grès ferrugineux, quelle que soit leur origine géologique. Les Sables du Maine forment parfois des conglomérats de grains siliceux moyens à gros, pouvant atteindre et dépasser le centimètre, pris dans une matrice d'oxydes de fer (LE GALL, MAURIZOT 1998 : 66 ; CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 17). Ce grès très grossier a été utilisé localement comme pierre de construction mais ne semble pas pouvoir être exploité pour la sidérurgie, la teneur en fer étant, semble-t-il, assez basse (probablement moins de 25 %) et la présence d'impuretés trop importante pour permettre un quelconque tri.

6.1.4. Les formations tertiaires et quaternaires

6.1.4.1. Les dépôts sidérolithiques (Tertiaire)

Le terme de sidérolithique recouvre ici toutes les formations ponctuelles de poches d'argiles renfermant des rognons d'oxydes ou d'hydroxydes de fer (ŒHLERT 1882 : 121-122). Ces formations ont été très largement exploitées durant les époques moderne et contemporaine et probablement bien avant. Elles sont généralement attribuées à l'Ère tertiaire : il s'agirait de dépôts détritiques ou sédimentaires liés aux phases de transgression éocène et pliocène. Les dépôts les plus importants sont connus autour d'Aron et de Château-Gontier. Ils reposent ici sur le socle précambrien mais de

nombreuses poches de faibles importances sont connues dans les calcaires cambriens d'Évron et dans les dépressions des calcaires carbonifères de la vallée de l'Erve (Saulges), de Changé, de Saint-Pierre-la-Cour, Bourgon, La Baconnière, Le Bourgneuf *etc*. (*ibid*. ; BLAVIER 1837 : 89 et 144).

Ce minerai se présente le plus souvent sous la forme de rognons parfois très volumineux, recouverts d'une carapace d'oxyde de fer lisse, brillante et noire. La grande variété des positions stratigraphiques de ces dépôts ne permet pas d'établir une règle générale sur leur teneur ou leur composition chimique. L'encaissant est couramment de l'argile mais il peut également s'agir de graviers liés par les oxydes. Le grès ainsi formé est appelé roussard en raison de sa couleur (semblable en apparence au grès ferrugineux cénomanien) et est utilisé comme pierre de construction.

Ce type de gisement est trop ponctuel pour être reporté sur les cartes géologiques et son exploitation pour la métallurgie n'est généralement pas connue par les géologues, qui ne les mentionnent que très rarement (BROSSÉ *et al*. 1988 : 29).

6.1.4.2. Les formations néogènes de surface

Certaines formations néogènes* (Quaternaire) sont très proches en apparence des roussards : c'est ce que les géologues appellent bétain et les pédologues alios (MÉNILLET *et al*. 1988 : 49). Il s'agit de niveaux d'oxydes de fer formés par précipitation des ions de fer dissous dans les eaux de ruissellement, sous la semelle des labours ou sur un sol imperméable. Ces niveaux peuvent être très épais et sont connus par les agriculteurs sous le nom de "mâchefer". Leur formation peut être très rapide (quelques dizaines d'années). L'utilisation de ces agglomérats pour la sidérurgie n'est pas encore attestée.

Dans certains cas, l'action des ferrobactéries* accélère la précipitation des oxydes dans les eaux stagnantes. Ce phénomène se caractérise à la surface de l'eau par la présence d'un gel irisé, appelé gel bactérien. Au fond de ces mares se déposent une boue orange vif, constituée uniquement d'oxydes de fer, qui avec le temps s'indure et forme une croûte. Ce phénomène, rencontré à de nombreuses reprises dans la zone d'étude, peut être rapproché de la formation de ce qu'on appelle le minerai des marais (*bog iron* en anglais), qui a largement été exploité pour la sidérurgie ancienne, en Scandinavie et en Angleterre. L'exploitation de ces formations, dont le renouvellement est très rapide (probablement moins de dix ans), n'a pas pu être mis en évidence dans la région étudiée ici.

L'exploitation des formations néogènes pour la sidérurgie est donc encore largement hypothétique mais ne peut être totalement exclue. En outre, ces formations, généralement très ponctuelles, relèvent de la pédologie et ne sont donc pas reportées sur les levées géologiques. Les cartes pédologiques ne sont pas encore réalisées pour la zone d'étude.

*
* *

La mauvaise localisation de certains gisements complique considérablement l'établissement d'une carte du potentiel minier de la zone étudiée dans la perspective d'une recherche sur les activités sidérurgiques anciennes. C'est pourquoi la cartographie des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer doit être croisée avec celle des exploitations anciennes attestées par les documents historiques. On dispose pour ce faire d'un petit corpus de textes ainsi que des archives des services des mines couvrant la période 1800-1920 environ.

6.2. Cartographie des minerais et des extractions anciennes

Pour permettre une cartographie la plus précise possible des secteurs pouvant livrer du minerai, même en quantité modeste, deux méthodes ont été utilisées : d'une part le dépouillement des archives minières, des études anciennes et la collecte de données de terrain et d'autre part la cartographie des formations géologiques et des gîtes ferrifères à partir des données établies par le BRGM.

6.2.1. Les données géologiques

Comme on vient de le voir (6.1), plusieurs formations géologiques renferment des minéraux ferreux, dans des proportions variables. Certains ont servi de minerai de fer durant l'époque moderne et contemporaine et ont pu être utilisés – avec d'autres ? – auparavant. La cartographie de ces formations encaissantes est donc un moyen d'approcher les ressources à la disposition des sidérurgistes anciens. Pour ce faire, on dispose des cartes géologiques établies par le Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM). Ces documents sont dressés, depuis les années 1970, au 1/50 000. Malheureusement, le département de la Mayenne n'est pas encore totalement couvert par ces cartes et il a été nécessaire de recourir aux anciennes levées au 1/80 000 réalisées à la fin du XIXe s. et peu mises à jour depuis. La qualité et la précision topographique – mais aussi géologique – de ces cartes diffèrent donc. En outre, il ne faut pas considérer les informations reportées sur ces documents comme exhaustives : les contours sont approximatifs, les formations ponctuelles ne sont généralement pas représentées sur les cartes si elles sont d'épaisseur inférieure à 1 m, en raison même de l'échelle de travail. L'objectif de ces cartes est d'établir la stratigraphie géologique et elles ne prennent donc que très peu en compte les formations superficielles qui nous intéressent ici.

Cinq grandes formations ont été retenues en se fondant sur les informations livrées par les cartes géologiques présentées ci-dessus (6.1), c'est-à-dire celles qui peuvent être cartographiées avec une assez bonne précision et dont le potentiel minier semble certain. Elles sont listées ici par ordre stratigraphique :

- les sables, graviers et argiles tertiaires (Pliocène et Éocène) pouvant contenir des poches de minerai sidérolithique ;

- les argiles à glauconie (Cénomanien) ;

- les grès de Gahard (Dévonien) ;

- les grès oolithiques primaires des formations du Pissot, d'Andouillé et les grès armoricains (Ordovicien) ;

- les grès de Blandouet (Cambrien-Ordovicien).

Les grès de Gahard ne sont jamais mentionnés explicitement comme minerai de fer par les études anciennes ; pourtant, le nombre important de gîtes ferrifères indiqués sur les cartes géologiques au 1/80 000 correspondant à ces formations atteste la présence de ce minerai. Il reste toutefois difficile de séparer les gisements localisés dans ces formations de ceux des poches de surface de sédiments tertiaires livrant du minerai sidérolithique. Dans le doute, cette formation a été retenue.

Plusieurs formations n'ont pas été prises en compte pour la cartographie :

- le calcaire à oolithes ferrugineuses du Jurassique, dont l'exploitation reste douteuse, et qui ne se trouve que sur quelques hectares, non représentés à l'échelle utilisée ici ;

- les grès roussards cénomaniens, dont l'utilisation pour la sidérurgie paraît peu probable en raison de sa faible teneur en fer (inférieure à 25 %) ;

- les niveaux d'oxydes surmontant les niveaux de houille, qui n'ont été identifiés que dans la région de Saint-Pierre-la-Cour et ne sont pas cartographiés avec précision ;

- les formations néogènes (alios, bétain ou "mâchefer"), qui ne sont que très rarement reportées sur les cartes géologiques et dont l'exploitation pour la sidérurgie n'est pas attestée.

L'étude a commencé par la lecture des notices des cartes géologiques. Les formations décrites ci-dessus ne sont pas toujours désignées sous le même nom, ne portent pas partout le même code et ne sont pas toujours représentées par la même couleur. Un tableau de correspondance a donc été établi pour regrouper ces informations (annexe 2). Une fois ces équivalences assurées, les formations retenues ont été vectorisées sur SIG (cf. 5.1.2). Outre les formations géologiques, les gîtes ferrifères représentés sur les cartes du BRGM ont été pointés : on obtient la carte de la figure 37.

L'interprétation de cette carte reste délicate, car la présence des formations encaissantes n'assure en rien l'existence de minerai en leur sein ni la répartition homogène de celui-ci (essentiellement pour le minerai sidérolithique). Ce document souligne en fait les régions dépourvues de toute formation contenant des minéraux ferreux (sans préjuger ici de la possibilité de transport de minerai). C'est essentiellement le cas du nord-ouest du département de la Mayenne et d'une grande part de la partie ornaise de la zone d'étude, où le plateau granitique n'offre aucune ressource en fer. Mais on constate également que certains gîtes ferrifères indiqués par le BRGM ne se trouvent pas dans des formations réputées contenir du fer. Cela provient peut-être du fait que des formations superficielles occultent celles ferrifères sous-jacentes exploitées en profondeur. Ainsi, un puits de mine peut être creusé à partir d'un sol qui ne contient pas de minerai de fer. C'est pourquoi cette première carte devait être confrontée aux extractions attestées par les textes ou localisées sur le terrain.

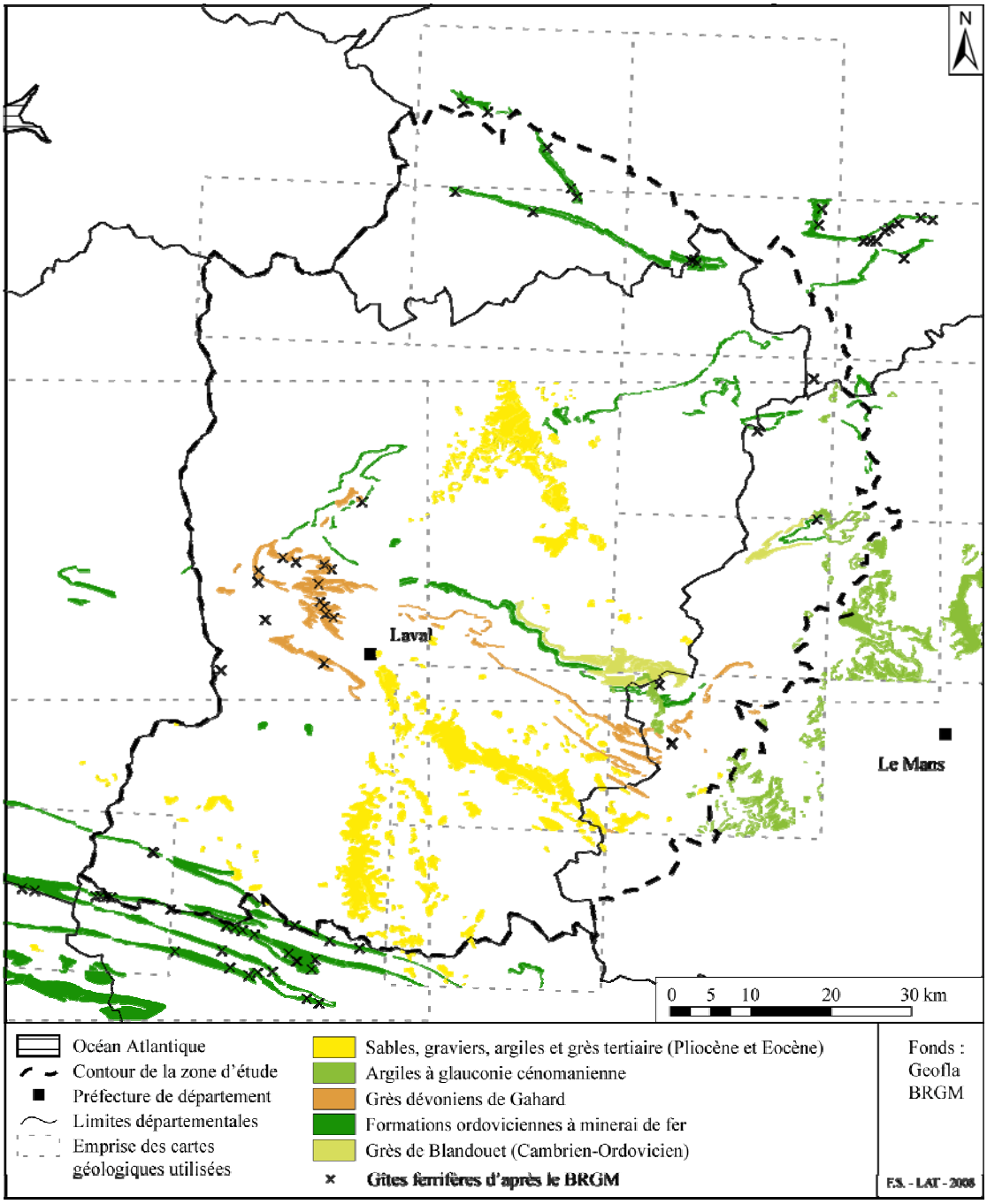


Fig. 37 : carte des principales formations géologiques contenant du fer et des gîtes ferrifères (d'après les cartes du BRGM).

6.2.2. Les données historiques et archéologiques

Ces données permettent de localiser les gisements exploités depuis le XVIIIe s. pour les hauts fourneaux de la région et qui ont pu auparavant être utilisés pour la filière directe. Le dépouillement a porté essentiellement sur les documents miniers conservés aux archives départementales[41], sur quelques textes notariés des XVIIe et XVIIIe s. portant sur l'exploitation des mines[42] ainsi que sur les

[41] Série S. La liste des documents examinés est fournie dans les sources.
[42] publiés dans LAURAIN 1926-1927 ; 1938.

publications anciennes indiquant des sites d'extraction en activité ou abandonnés (PESCHE 1829-1842 ; BLAVIER 1837 ; ŒHLERT 1882 ; HÉDIN 1882 ; 1913-1914 ; ANGOT 1910). Cet inventaire n'est pas exhaustif. Les données recueillies ont été regroupées dans un tableau en annexe 2.

Parmi les documents d'archives, n'ont été utilisées ici que les demandes de recherches, les déclarations de découvertes et les demandes de concession. La présence de minerai est parfois mentionnée, sans qu'on puisse en assurer l'exploitation ; la connaissance du gisement peut néanmoins le laisser penser. Cet enregistrement a été réalisé à l'échelle de la commune, car les sources n'indiquent que très rarement un lieu précis.

De même, l'inventaire archéologique n'a pas été réalisé à l'échelle de la minière ou du puits d'extraction. Les dépressions repérées n'ont pu être enregistrées systématiquement car il est toujours difficile d'assurer qu'il s'agit bien d'extraction de minerai de fer et non de calcaire ou de pierres de construction. Toutefois, dans quelques cas, l'hypothèse de minières a été proposée et pour certains lieux un site d'extraction a été enregistré. Lorsque l'identification est restée douteuse, l'information a été reportée dans le champ "remarque" de la fiche d'indice (annexe 3.1).

6.2.3. Les secteurs miniers du Bas Maine

6.2.3.1. Présentation des secteurs

La carte obtenue grâce à ces informations permet de cerner plusieurs secteurs qui ont été exploités durant les époques moderne et contemporaine (fig. 38 et 39). L'objectif n'est pas ici de faire l'étude des relations entre ces secteurs et les hauts fourneaux, bien que celle-ci serait sûrement riche d'enseignements. La présentation est limitée à la description géographique (réalisée à partir du découpage communal) des zones où l'exploitation du minerai de fer est attestée et, dans la mesure du possible, à l'identification des types des minerais qui ont été mis en œuvre. Les techniques d'extraction utilisées et la chronologie de ces zones seront développées ensuite. Les secteurs sont présentés ici par ordre d'importance.

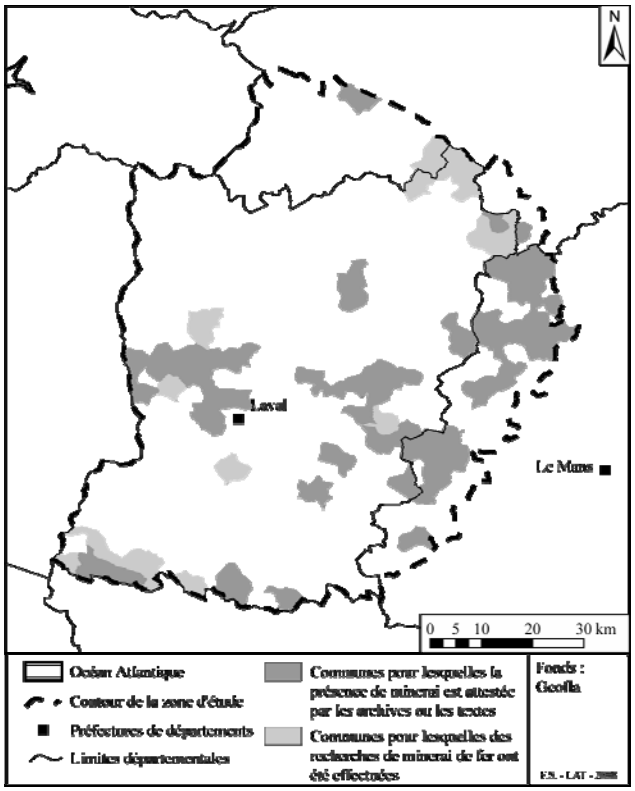


Fig. 38 : carte synthétisant les informations historiques et archéologiques concernant des données sur les minerais de fer et leur extraction dans la zone d'étude (d'après le tableau de synthèse fourni en annexe 4).

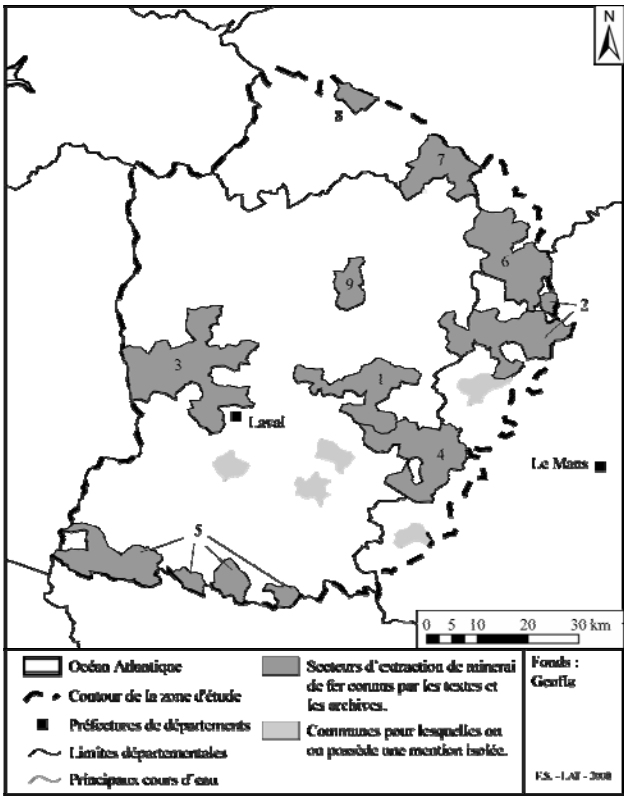


Fig. 39 : carte des secteurs miniers connus par les textes et les archives (sources : cf. tableau de l'annexe 4).
1 : région d'Évron ; 2 : les Bercons et le siléen ; 3 : la région de La Baconnière/Le Bourgneuf-la-Forêt ; 4 : Les Charnies ; 5 : Le sud de la Mayenne ; 6 : la haute vallée de la Sarthe ; 7 : Lignières-Orgères ; 8 : région de la Ferrière-aux-Étangs ; 9 : région de Marcillé-la-Ville/Grazay.

- La région d'Évron (1)

Cette région[43], centrée sur la commune éponyme d'Évron, est essentiellement connue à travers une série de minutes de notaires conservées aux archives départementales de la Mayenne, publiée par E. Laurain (1926-1927 ; 1938). Ces textes mentionnent les communes d'Évron, Saint-Christophe-du-Luat et Châtres-la-Forêt mais on voit encore sur le terrain des traces d'extraction sur la commune de Chammes, qui sont très vraisemblablement des minières de fer (cf. annexe 1, indice 53050.e). Le sous-sol de cette région est un calcaire primaire largement utilisé pour la confection de chaux. C'est pourquoi l'identification des quelques dépressions subsistant sur le terrain en tant que minières de fer est très délicate. Cette région est un bon exemple des secteurs où l'extraction du minerai de fer est attestée, alors que la carte géologique n'indique *a priori* aucune formation géologique pouvant en fournir. Les archives minières ainsi que les études géologiques anciennes indiquent la présence de minerai de fer sur plusieurs communes contiguës, qu'on peut intégrer à ce secteur : il s'agit d'Assé-le-Béranger, Gesnes et Montsûrs (ADM S762 ; BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ŒHLERT 1882 : 121-122 ;

[43] Communes d'Assé-le-Béranger, Chammes, Châtres-la-Forêt, Évron, Gesnes, Montsûrs, et Saint-Christophe-du-Luat et peut-être Mézangers (Mayenne).

ANGOT 1910, t. 1 : 83). J'ajoute à cette liste la commune de Mézangers, qui n'est pas mentionnée dans les archives et où aucune trace évidente d'extraction n'a été relevée mais qui possède dans son territoire une importante poche d'argiles éocènes, formation connue pour receler du minerai sidérolithique.

- Les Bercons et le siléen (2)

Le minerai exploité dans les Bercons est principalement le minerai cénomanien des argiles à glauconie qui se trouve dans les buttes d'argiles, telles celles éponymes des Bercons, mais également du Haut-Eclair (Ségrie) et d'autres. Des filons de minerai oolithique primaire bordent également ce secteur au nord.

Les Bercons se trouvent immédiatement à l'est de la forêt domaniale de Sillé, qui portait le nom de forêt des Bercons jusqu'au XIXe s. C'est le secteur minier le mieux connu. Il est situé sur la frange orientale de la zone d'étude et s'étend en Sarthe où il est en connexion avec le vaste secteur de Lavardin/La Bazoge dans lequel s'inscrivent les puits de mines fouillés sur le tracé de l'autoroute A28 (GALLIEN, LANGLOIS 2004 ; LANGLOIS, GUILLIER 1998). On bénéficie de plusieurs plans de ce secteur, dressés dans le courant du XVIIIe s., conservés aux archives nationales et/ou départementales (fig. 40), et où sont indiqués des "trous de mines" (AN : N III Sarthe 33 ; ADS E 21 ; 1 Fi 827 ; 1 Fi 828).

Ce secteur regroupe donc les buttes d'argiles cénomaniennes des Bercons, déjà évoquées ci-dessus et les autres traces d'extraction localisées autour de la forêt domaniale de Sillé. L'extraction de minerai oolithique primaire est attestée au "Houx" et à "La Butte", à la limite des communes de Montreuil-le-Chétif et de Saint-Aubin-de-Locquenay, au "Chapeau", sur cette dernière commune (HÉDIN 1913-1914 : 288), mais également à "La Trottinière", à Mont-Saint-Jean (*ibid*.), ou encore à "Courtelle" et "Montfaucon", à Saint-Pierre-sur-Orthe (BLAVIER 1837 : 89-90). Les observations réalisées en forêt au cours des prospections pourraient également indiquer l'existence de poches d'argiles contenant des nodules de minerai de fer au sommet des crêtes de la forêt de Sillé (sidérolithique ?) (cf. annexe 1, sites 72109.03, 72211.15 et 72211.16).

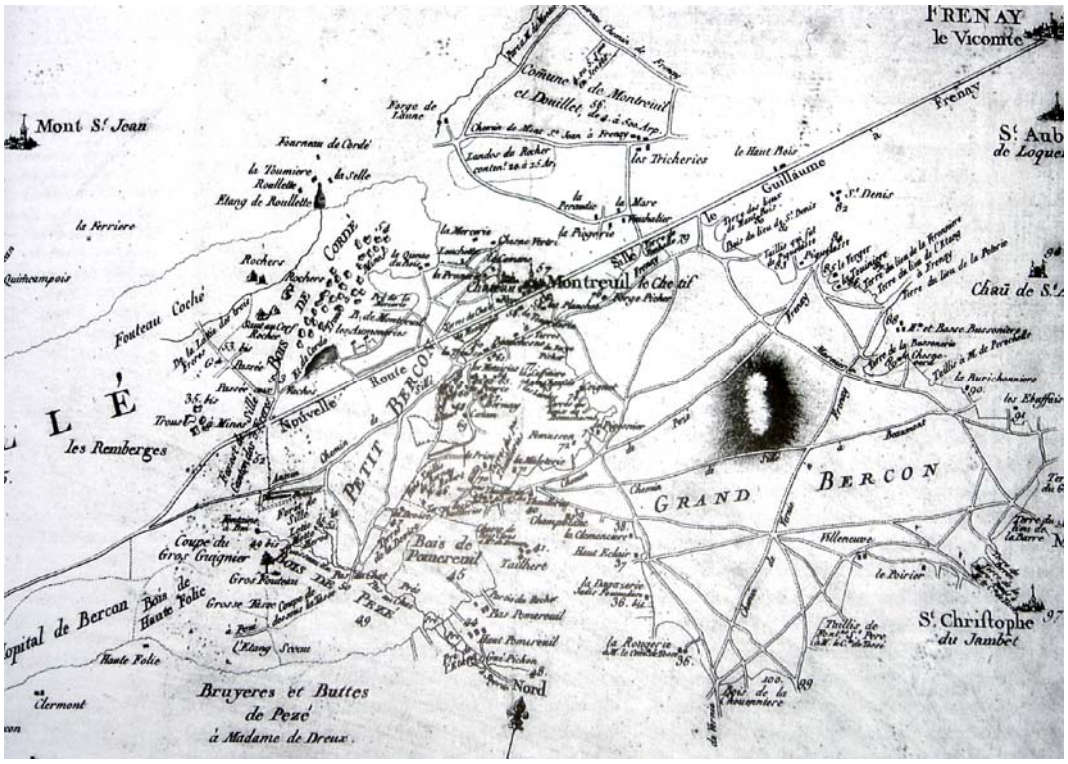


Fig. 40 : plan de la zone des Bercons (détails) datant probablement du XVIIIe s. (AN : N III Sarthe 33 et ADS E 21) (d'après BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 79).

- La région de La Baconnière / Le Bourgneuf-la-Forêt (3)

La région de La Baconnière/Le Bourgneuf-la-Forêt s'étend au nord-ouest de Laval et forme un arc de cercle partant du sud de la forêt de Mayenne jusqu'à Saint-Pierre-la-Cour[44]. L'extraction de minerai de fer dans ce secteur est bien connue par les archives minières mais également par les recherches géologiques anciennes[45]. Ces documents attestent l'exploitation de ces ressources jusqu'à une date récente pour l'approvisionnement des hauts fourneaux de Port-Brillet et Chailland. Les traces d'extraction sont encore largement visibles au sol, sous la forme de vastes minières, aujourd'hui emplies d'eau. On peut ajouter à la liste des communes fournies par les textes celle de Launay-Villiers, dans laquelle un puits de mine moderne ou contemporain a été repéré au lieu-dit "La Prée". Il n'est sûrement pas le seul sur cette commune.

Deux communes plus proches de Laval se rattachent à ce secteur, bien que l'exploitation ne semble pas contemporaine de celle évoquée ci-dessus : il s'agit de Changé et Saint-Berthevin. Du minerai de fer est signalé sur ces communes (ANGOT 1910, t. 1 : 525 et t. 3 : 508), en association avec des scories anciennes pour la première.

Ce secteur se trouve dans la partie occidentale du synclinal de Laval. Le sous-sol est constitué de formations diverses, cambriennes à carbonifères, parmi lesquelles sont reconnus les filons de grès

[44] Communes d'Andouillé, La Baconnière, Le Bourgneuf-la-Forêt, Bourgon, Chailland, Changé, Olivet, Port-Brillet, Saint-Berthevin et Saint-Pierre-la-Cour.
[45] cf. biliographie fournie dans le tableau de l'annexe 2.

oolithiques primaires, les grès dévoniens de la formation de Gahard et un calcaire carbonifère localement pseudo-métamorphisé (calcaire-marbre de Saint-Berthevin). Les minières reconnues sur le terrain, notamment au Bourgneuf-la-Forêt et à Saint-Pierre-la-Cour exploitent des poches de minerai prises dans les argiles de surface (sidérolithique), mais rien n'exclut l'utilisation des autres faciès.

- Les Charnies (4)

Les forêts de Grande et de Petite Charnie se trouvent au centre d'un secteur d'extraction minière dont les deux principales communes sont Blandouet (Mayenne) et Saint-Denis-d'Orques (Sarthe)[46]. Cette région forme un triangle dont les sommets sont les communes de Saint-Léger (Mayenne), Joué-en-Charnie et Avessé (Sarthe). Elle se trouve immédiatement au sud du secteur d'Évron (la commune de Chammes étant partagée entre les deux) dont elle se distingue par la nature des minerais. En effet, si dans la région d'Évron seul le minerai sidérolithique semble avoir été mis en œuvre, ce n'est pas le cas dans la région des Charnies où l'on trouve presque toutes les plus importantes formations géologiques ferrifères (Grès de Blandouet, de Gahard, minerai oolithique primaire, argiles à glauconie et dépôts tertiaires). Les minerais affleurent dans d'autres communes de ce secteur pour lesquelles les documents historiques font défaut, comme Torcé-Viviers-en-Charnie (Mayenne).

- Le sud de la Mayenne (5)

Les filons de minerai oolithique primaire du synclinal de Martigné-Ferchaud ont été recherchés et exploités à l'époque contemporaine dans les communes du sud du département de la Mayenne. Les communes concernées par les mentions sont donc alignées le long de ce filon[47].

- La haute vallée de la Sarthe (6)

Cette région se trouve à la limite des trois départements étudiés ici et regroupe des terrains de nature très variée : minerai de fer oolithique des formations primaires, dans la région de Saint-Léonard-des-Bois, minerai de fer cénomanien des Sables de La Ferrière-Bochard, minerai des argiles à glauconie provenant du lieu-dit "Le Minerai", à la limite entre les communes d'Assé-le-Boisne et de Moulins-le-Carbonnel, et peut-être des poches de minerai sidérolithique, sur les communes de Ravigny et Champfrémont. Les traces d'extraction sont essentiellement visibles sur la commune de la Ferrière-Bochard (cf. 6.3.2).

[46] Communes de Blandouet, Cossé-en-Champagne, Saint-Léger, Saint-Jean-sur-Erve (Mayenne), Avessé, Brûlon, Chemiré-en-Charnie, Joué-en-Charnie, Juigné-sur-Sarthe, Saint-Denis-d'Orques (Sarthe).
[47] Communes de La Boissière, Bouchamps-les-Craon, Chémazé, Congrier, Daon, Renazé, Saint-Aignan-sur-Roë, Saint-Erblon, Saint-Martin-du-Limet, Saint-Quentin-les-Anges, Saint-Saturnin-du-Limet et Senonnes.

- La région de Lignières-Orgères (7)

Le géologue D. Œhlert a signalé en 1908 la présence de cinq filons de minerai de fer oolithique pris dans les schistes à calymènes du synclinal de Mortain-Domfront dans la commune de Lignières-Orgères (ŒHLERT 1908). Plusieurs documents des archives des mines attestent les recherches et demandes d'exploitation pour ce secteur dans les deux premières décennies du XXe s. [48]. Un plan de la concession proposée est conservé aux archives (ADM S761). Plusieurs puits de reconnaissance ont été percés dans le secteur de "La Patricière" et de "La Gérarderie" et les minerais ont été étudiés, notamment par L. Cayeux (1909 : 119-140). Toutefois, la Première Guerre Mondiale ayant permis le retour du bassin minier lorrain dans le giron français, les recherches furent arrêtées et le minerai ne fut jamais exploité.

Ces informations sortent largement de notre cadre chronologique mais permettent de supposer l'existence dans ces communes d'affleurements de minerai de fer de l'ère primaire, qui ont éventuellement pu servir de minerai aux sidérurgistes anciens.

- La Ferrière-aux-Étangs (8)

C'est le seul secteur pour lequel on dispose de textes mentionnant explicitement des activités d'extraction de minerai de fer pour la période concernée par cette étude. Un aveu de dénombrement de 1370 indique la présence de mines à La Ferrière-aux-Étangs[49]. En outre, on sait, par un compte-rendu de l'assemblée des férons de la minière de Beaumont, que des minières ont été ouvertes en 1473 dans la forêt de Halouze, située juste au nord de la zone d'étude (ARNOUX 1993 : 130-132, avec édition de la source, p. 592-593). Ces deux documents attestent la présence de minières de fer dans ce secteur dès le XIVe s. mais d'autres ont pu exister auparavant.

Le minerai de fer oolithique du synclinal de La Ferrière-aux-Étangs a très largement été exploité durant l'époque contemporaine et ce jusque dans les années 1970 (LEFÈVRE 1990). Les chevalements et les fours de grillage marquent encore ce paysage minier. Ces exploitations dépassent largement la zone étudiée ici (Saint-Clair-de-Halouze, Saint-Paul *etc*). Un rapport de l'ingénieur des mines F. Grandin, daté du 13 septembre 1816, fait une description très précise des travaux réalisés dans ce secteur avant l'ouverture des mines en galeries profondes (ADO S 1874). On constate que, pour la plupart des exploitations du minerai oolithique primaire de ce secteur, l'extraction débute à ciel ouvert avant de s'enfoncer par des galeries profondes suivant les filons, dont l'inclinaison varie. Il est ici hors de propos d'entrer dans le détail de ces exploitations récentes.

[48] Les demandes de concessions portent sur les communes de Lignières-Orgères, La Pallu, Saint-Samson (Mayenne), Saint-Patrice-du-Désert et La Motte-Fouquet (Orne) (ADM S761 ; S763 ; S767 ; S777).
[49] d'après l'aveu du 17 novembre 1373, AN P 1921, n° 45987, copie P 302, n° II^{c} LXVI : ARNOUX 1993 : 140.

- La région de Marcillé-la-Ville / Grazay (9)

Des extractions anciennes de minerai de fer sont rapportées pour ces deux communes, situées à proximité de Jublains (BLAVIER 1837 : 89-90 et 114 ; ANGOT 1910, t. 2 : 332 et 771). Le sous-sol de ce secteur est composé de granite du socle précambrien, largement recouvert par des dépôts d'argiles et de graviers éocènes et pliocènes. Le minerai appartient donc au groupe sidérolithique.

- Les mentions isolées

Il existe plusieurs communes pour lesquelles on possède une mention ancienne de présence ou d'extraction de minerai de fer, mais qui ne se rattache apparemment à aucune des zones présentées ci-dessus. C'est le cas de La Bazouge-de-Chéméré, Meslay-du-Maine, Nuillé-sur-Vicoin (Mayenne) et Juigné-sur-Sarthe (Sarthe) (BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ŒHLERT 1882 : 121-122 ; PESCHE 1829-1842, t.2 : 570 ; ADM S762). Le cas de Rouez (Sarthe) est à mettre à part, puisque la commune n'est mentionnée que pour le chapeau de fer qui a déjà fait été présenté ci-dessus (cf. 6.1.2).

Ces communes possèdent toutes un potentiel minier du fait de la présence d'au moins une des formations géologiques contenant des minéraux ferreux. L'exploitation de ces ressources semble néanmoins ponctuelle et a pu être le fait de petites exploitations anciennes.

6.2.3.2. Bilan

Les secteurs d'exploitation dessinés d'après les informations historiques et archéologiques ne se superposent pas parfaitement avec les formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer (fig. 41). On remarque, dans certains cas, l'absence de ces formations ou au contraire la présence conjointe de plusieurs formations pouvant être exploitées concurremment.

Cette première cartographie met surtout en évidence les zones dont le potentiel minier est très fort et qui ont pu faire l'objet d'exploitation ancienne. Cette démarche, qui peut sembler un peu éloignée du sujet, est très importante car elle permet de mieux saisir les secteurs qui n'offrent aucune ressource minière, ni aucune mention ou trace d'extraction et qui sont donc peu susceptibles de livrer des vestiges d'activités sidérurgiques anciennes, même si l'on ne peut exclure *a priori* la possibilité de transport de minerai. On remarque toutefois que les secteurs miniers se concentrent dans les synclinaux de Laval et de Martigné-Ferchaud, ainsi que le long du pourtour nord-est de la zone d'étude. L'anticlinal de Château-Gontier présente également des dépôts tertiaires susceptibles de livrer du minerai de fer.

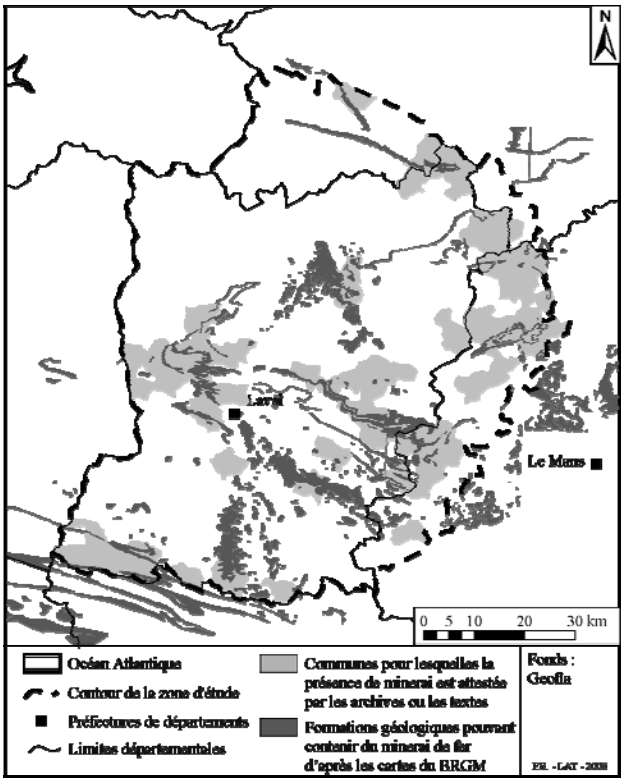


Fig. 41 : carte superposant les informations concernant le minerai de fer issues des données historiques et géologiques.

Cette cartographie doit être confrontée avec la répartition des sites de réduction directe découverts. Ainsi, la présence de ferriers dans certains des secteurs montre l'exploitation ancienne des gisements. En revanche, leur absence signifierait l'exploitation plus tardive et donc un choix des sidérurgistes anciens, qu'il faut expliquer. Enfin, l'implantation d'un ferrier loin de toute ressource est le signe probable du transport des matières premières. Ces trois réponses doivent néanmoins être nuancées en fonction d'autres facteurs, notamment la proximité de boisements, nécessaires à la confection de combustible, ou l'accessibilité et la qualité des minerais. Les exemples de l'atelier du "Latté" à Oulches (Indre) et les textes médiévaux étudiés par M. Arnoux ont démontré le transport de minerai de fer sur plusieurs dizaines de kilomètres, alors que, dans certains cas, des formations proches des ateliers de réduction en contiennent (DIEUDONNÉ-GLAD 1994 ; ARNOUX 1993). Ce phénomène de transport, lié à l'organisation de la production est souvent difficile à cerner mais doit être pris en compte. Toutes ces questions font l'objet du paragraphe 8.1.1.1.

6.3. Les techniques d'extraction

À plusieurs reprises des minières ou des effondrements liés à l'extraction du minerai de fer ont été reconnus sur le terrain, sans toujours pouvoir dater avec certitude ces exploitations. En effet, les techniques d'extraction mises en œuvre pour l'exploitation du minerai de fer s'adaptent à la nature et à la position du gisement exploité et on ne peut guère en tirer de conclusions chronologiques. Toutefois, les indications livrées par les études anciennes permettent dans certains cas de proposer une datation pour quelques sites.

Les traces d'extraction sont présentées ici par grandes techniques et illustrées par des exemples pris dans les différents secteurs miniers du Bas Maine.

6.3.1. Les minières

Il est fort probable que, dans les régions où les formations contenant du minerai de fer affleurent, les premières exploitations se soient faites par ramassage de surface. Toutefois, cette technique ne laissant aucune trace, on ne peut en juger l'importance. La seconde technique la plus simple à mettre en œuvre est l'extraction à ciel ouvert ou minière.

Il en existe de taille et de forme diverses. La morphologie la plus courante est celle de cuvettes de dimensions variables, souvent liées à l'exploitation de gisements irréguliers à fleur de sol ou à faible profondeur, comme les dépôts sidérolithiques ou les horizons de rognons situés dans les argiles cénomaniennes. On rencontre ce type de minières dans de nombreux secteurs : les exemples les plus caractéristiques sont conservés dans la région du Bourgneuf-la-Forêt et de Saint-Pierre-la-Cour, notamment dans le Bois des Effretais. Ces excavations prennent la forme de cuvettes plus ou moins circulaires dépassant les 30 m de diamètre et pouvant atteindre 15 à 20 m de profondeur. Les documents d'archives attestent que certaines de ces exploitations étaient actives au début du XIXe s. (ADM S763). Des extractions semblables sont visibles sur la carte IGN au 1/25 000 au sud du bourg de Blandouet, entre les lieux-dits "La Haute Mancellière", à Saint-Jean-Sur-Erve (Mayenne), et à l'est de "La Moutelière" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe). Ces extractions, à présent emplies d'eau, sont alignées sur les filons de minerai oolithique primaire. Le lieu-dit "La Haute-Mancellière" apparaît dans la bibliographie ancienne : A. Angot y indique des extractions anciennes, sans qu'on puisse en fixer la chronologie (ANGOT 1910, t. 3 : 598).

Des minières bien plus modestes existent par exemple dans la région des Bercons ou en forêt de Sillé. Au sommet de la crête séparant la vallée du ruisseau de Roullée et le versant nord de la forêt de Sillé ont été découverts trois ensembles de petites excavations, n'excédant pas 4 m de diamètre pour une profondeur maximale de 2 m[50]. La présence de rognons ferreux dans les haldes* entourant ces excavations atteste l'exploitation de minerai de fer situé dans des niveaux d'argiles peut-être d'origine tertiaire. La proximité de ferriers antiques pourrait conduire à penser qu'il s'agit

[50] sites 72109.03, 72211.15 et 16.

d'extractions anciennes mais ces sites se trouvent également le long d'un chemin menant au haut fourneau de l'Aune (Montreuil-la-Chétif, Sarthe) : on ne peut donc fixer la datation de ces excavations.

Certaines petites dépressions pourraient correspondre à l'ouverture de puits de mine comblés ou "têtes de puits". Toutefois, l'exemple fourni par le site des "Barres" (La Bazoge, Sarthe), dont l'activité est datée de l'Âge du Fer à l'Antiquité, montre que l'extraction peut se faire par de petites fosses, couvrant 6 à 7 m² seulement et se recoupant les unes les autres (GALLIEN, LANGLOIS 2001 : 16). Les travaux menés sur le tracé de l'autoroute A28 ont démontré la pérennité de cette technique de l'Âge du Fer (site des "Petites Rouilles" et des "Barres", La Bazoge) à l'époque moderne (site du "Grand Hameau", Saint-Saturnin, Sarthe) en passant par le haut Moyen Âge (site de "Rougemont" à La Bazoge, Sarthe). Les archives prennent le relais pour la période contemporaine. L'exploitation à ciel ouvert de minerai dans la région de La Bazoge et des Bercons est attestée par plusieurs demandes d'extraction dont la dernière est datée de 1842 (ADS 8S28 et 8S29).

La seconde forme est la tranchée à ciel ouvert. Ce faciès est adapté à l'exploitation d'un filon affleurant. Le meilleur exemple est celui de l'exploitation du filon de minerai oolithique primaire, qui traverse sur plusieurs kilomètres les communes de la Ferrière-aux-Étangs et Saint-Clair-de-Halouze (Orne). Elle est encore bien visible dans le paysage, sous la forme d'une saignée de près d'un kilomètre de long, au nord du lieu-dit "Les Cités" dans la forêt de Halouze, ou au nord du "Puits Pralon" (La Ferrière-aux-Étangs). La largeur de ces travaux atteint une dizaine de mètres et leur profondeur avoisine 5 m. Un rapport conservé aux archives départementales de l'Orne montre que ces extractions étaient encore actives au début du XIXe s.[51]

La chronologie des travaux observés sur le terrain est délicate. Comme on l'a vu, cette technique est très simple à mettre en œuvre : elle ne réclame ni main d'œuvre spécialisée, ni aucun boisage ou exhaure. On sait par les textes modernes et contemporains que les minières sont très largement exploitées pour l'alimentation des hauts fourneaux de la région. Aucune des minières reconnues dans notre zone d'étude n'a été datée de façon certaine des périodes anciennes (antérieures au XVe s.).

6.3.2. Puits et galeries

Quand le gisement de minerai se trouve à une certaine profondeur, il est plus intéressant de l'exploiter par des puits et galeries. Cette technique est connue depuis le Néolithique pour les mines de silex et peut, selon les roches encaissantes, être mise en place avec plus ou moins de facilité.

Cette technique est, semble-t-il, très souvent utilisée dans la zone d'étude. Les effondrements dus à des galeries situées à plus ou moins forte profondeur ont été signalés à plusieurs reprises, notamment à proximité du lieu-dit "Le Minerai" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe), mais aussi à proximité de la ferme des "Harnas" à Bouessay (Mayenne) et sont encore visibles en quelques points

[51] Rapport de F. Grandin, daté du 13 septembre 1816 : ADO S 1874.

de la région des Bercons ou dans les grès cénomaniens de La Ferrière-Bochard (Orne). Dans tous les cas, ces extractions sont situées à proximité de sites de réduction directe, datant pour certains de l'époque romaine[52] ou de la Protohistoire[53]. Ce voisinage ne permet pas de dater ces extractions des époques anciennes, mais laisse supposer que l'exploitation du minerai a débuté très tôt dans ces secteurs : rien n'exclut que certains des puits soient liés à la production par la filière directe.

Aux "Harnas", M. Géré déclare avoir vu, par le passé, un effondrement important dans un champ, donnant accès à une galerie située à deux ou trois mètres de profondeur environ et creusée dans le grès. Selon cet informateur, la hauteur de la galerie ne dépassait pas 80 cm. On voit encore à proximité de la ferme des "Harnas" un puisard qui, selon M. Géré, donne accès à un réseau de galeries capable d'absorber une partie des eaux de pluie. Ces informations orales associées à la présence de deux ferriers ainsi que de scories piégées à proximité, indiquent l'extraction très probable de minerai de fer aux époques anciennes (Protohistoire ?), dans une région qui n'est pas réputée pour en receler. En effet, la commune de Saint-Loup-du-Dorat ne fait pas partie des secteurs miniers présentés ci-dessus.

Lors de l'exploitation du chapeau de fer de Rouez (pour l'or), les engins ont traversé des minières, des puits de mine et des galeries (GUIOLLARD 1993 : 31-32) (fig. 42). On y a découvert des outils (pointerolle et pic) et des boisages qui ont été datés par ^{14}C de 160 ap. J.-C. (+ ou - 100 ans). L'exploitation du gisement a perduré jusqu'à l'époque contemporaine, comme en témoigne la présence de bouteille de verre dans le comblement de certains puits (GUIOLLARD 1993 : 31). Il s'agit de puits circulaires d'environ un mètre de diamètre et de 2 à 8 m de profondeur. On possède un schéma interprétatif d'une partie de ces vestiges (fig. 43). C'est la seule preuve d'extraction de minerai de fer durant la période romaine dans notre zone d'étude. On ne peut que souligner, au demeurant, l'extrême rareté des sites d'extraction de minerai de fer datés de cette époque en France. La plupart des mentions sont issues des recherches anciennes et seuls quelques sites ont été fouillés récemment et peuvent fournir des données fiables[54]. La datation des vestiges découverts à Rouez est donc exceptionnelle et constitue un jalon important dans l'établissement d'une chronologie des activités minières régionales. En outre, il est intéressant que le gisement exploité ici durant l'époque romaine soit un chapeau de fer et non un dépôt sédimentaire, pourtant très courant dans la région. P.-C. Guiollard signale la présence de scories dans l'emprise des travaux de la mine d'or. Le minerai extrait a donc pu être traité sur place, même si en l'absence d'informations sur ces ferriers (?) à présent détruits, on ne peut pas vraiment l'établir.

[52] "Le Minerai" à Saint-Denis d'Orques – 72278.04 –, "Bois des Jarrias 1 à 3" à La Ferrière-Bochard – 61165.06, 08 et 09 –.
[53] Scorie piégée datée de la période de Hallstatt au "Harnas" à Saint-Loup-du-Dorat – 53233.05 –.
[54] Sites des "Ferrys", à La Bussière dans le Loiret, et de la région de La Bazoge : REBISCOUL 2003 : 133-137 ; GALLIEN, LANGLOIS 2001.

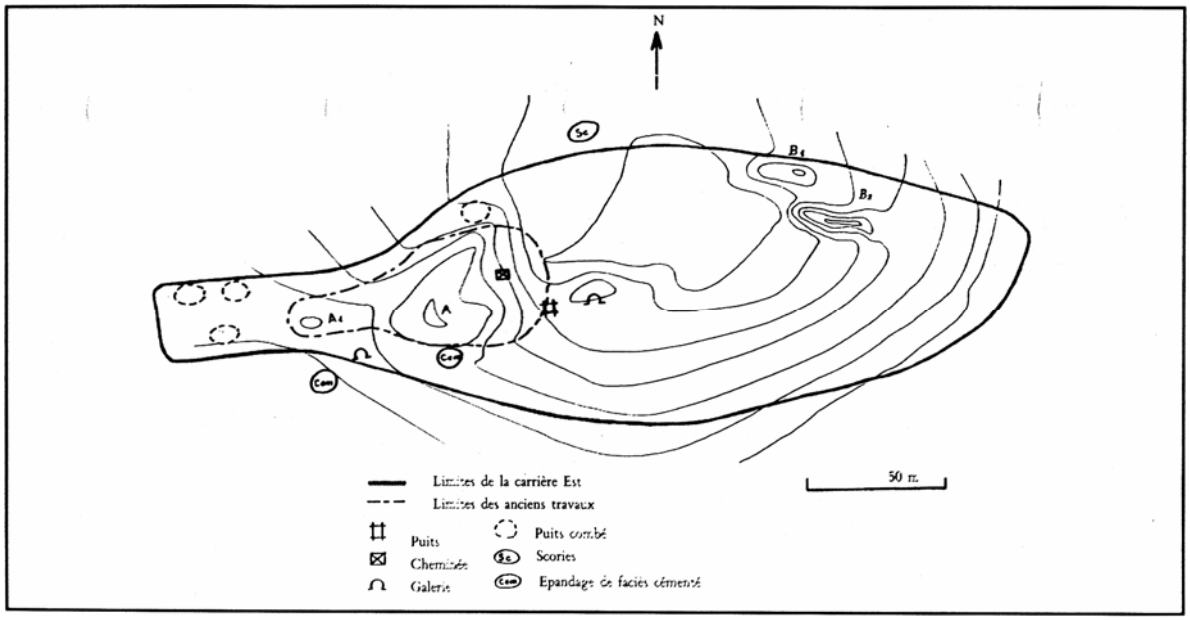


Fig. 42 : plan des vestiges anciens repérés lors de l'exploitation de la mine d'or de Rouez (chapeau de fer) entre 1989 et 1992 ; les vestiges les plus anciens remontent à l'époque romaine (d'après GUIOLLARD 1993 : 31).

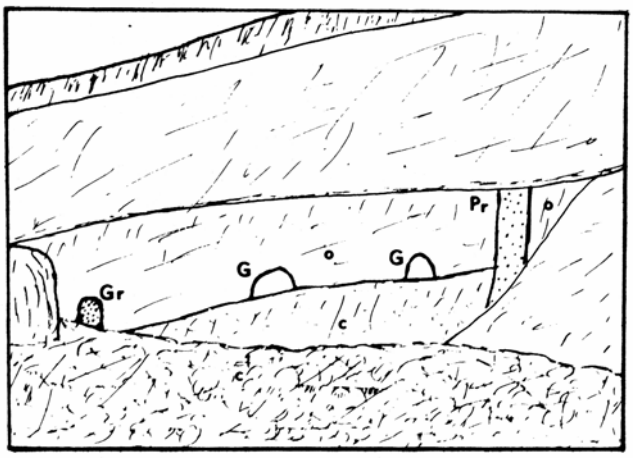


Fig. 43 : schéma interprétatif d'une partie des vestiges anciens découverts lors de l'exploitation de la mine de Rouez ; on peut voir un puits comblé et trois galeries en arc de cercle dont une est remplie (d'après GUIOLLARD 1993 : 32).

A. Ledru rapporte l'existence de puits de mines dans un champ de la ferme du "Chapeau" à Saint-Aubin-de-Locquenay (indice 72266.a) (LEDRU 1911 : 242). Ce lieu-dit est également mentionné par M. Hédin qui rapporte des extractions de minerai primaire encore en activité dans la seconde moitié du XIXe s. (HÉDIN 1882 : 53), ce qui n'exclut bien évidemment pas des phases d'exploitation ancienne. Ce même auteur, qui a réalisé des fouilles dans la région et dont les informations sont généralement fiables, décrit des puits de la région des Bercons. Il les attribue à l'époque romaine : "*on creusait de petits puits d'un mètre de diamètre que les mineurs consolidaient avec de simples tiges de jeunes chênes enroulées et entrelacées autour des parois du puits ; mais, comme ils* [les Gallo-Romains] *ne possédaient pas de pompes d'épuisement, ils étaient obligés d'arrêter leurs travaux parce qu'ils étaient inondés. – Les puits avaient donc peu de profondeur et étaient quelquefois reliés entre eux par des galeries souterraines*" (HÉDIN 1913-1914 : 287). En dehors de la zone d'étude, A. Bouton signale qu'il a fouillé en 1945 un puits de mine cylindrique d'environ un mètre de diamètre

dans le bois de Galbrunières à La Bazoge (Sarthe) (BOUTON 1962 : 54). Ces descriptions rappellent fortement l'exemple de la mine fouillée sur le site des "Ferrys" à La Bussière (Loiret) où la remontée de la nappe phréatique a permis la conservation exceptionnelle des boisages (REBISCOUL 2003 : 133-137). On retrouve sur ce site le clayonnage servant de cuvelage aux puits de mines. Les galeries étaient ici entièrement boisées, comme cela était probablement aussi le cas sur le site des "Petites Rouilles" à La Bazoge (Sarthe) (GALLIEN, LANGLOIS 2001 : 14). Sur ce dernier site les mineurs gallo-romains creusaient des puits circulaires d'environ un mètre de diamètre et de 5 à 8 m de profondeur, donnant accès à des galeries boisées où le minerai était extrait à l'aide de traîneaux tirés sur le sol (*ibid*.). Ces ressemblances ne sont toutefois pas suffisantes pour assurer l'attribution des puits décrits par M. Hédin à l'époque romaine. En effet, les archives minières conservent la trace de l'utilisation de puits de faible diamètre jusqu'au XIXe s au moins. Un courrier de M. Allou, ingénieur des Mines pour le département de la Sarthe, concernant la région des Bercons, daté du 6 mai 1833 et adressé au Préfet le prouve :

"*Lorsque des exploitants ont résolu de commencer des recherches sur un point déterminé, ils s'occupent, d'abord, de l'approfondissement d'un puits, qui peut avoir au plus trois pieds de diamètre, et auquel on donne la forme circulaire. Ce puits n'est soutenu par aucun boisage ; il offre sur ses parois des trous assez profonds dans lesquels on pose les pieds pour descendre et à son ouverture on ajoute un tour posé sur deux montants qui font partie d'une chèvre (ou* bique*, suivant l'expression locale) et qui sert à manœuvrer les paniers pleins de terre ou de minerai. Cette ouverture n'est pas couverte : une simple claie, opposée au vent habituel, garantit, bien imparfaitement, les ouvriers de son influence. On conçoit déjà combien doit être dangereux le service d'un puits qui peut avoir de 50 à 70, 80, ou même 100 pieds [de profondeur], sans aucun boisage, dans un terrain qui n'offre pas de consistance, et dont les parois sont continuellement attaquées par le mode seul de descente établi.*

Au fond du puits et dès qu'on a rencontré le minerai, on établit une première galerie poussée ensuite aussi loin que l'air peut le permettre, ce qui va quelquefois jusqu'à 50 pieds. On conçoit que cette galerie n'est pas plus boisée que le puits et qu'ainsi l'imprudent ouvrier qui se trouve à son extrémité et dont le travail seul ébranle à chaque instant les parois a, au-dessus de sa tête, 100 pieds de terre, que la plus légère cause peut détacher et près de 50 pieds derrière lui qui peuvent lui fermer la retraite à quoi il faut encore ajouter le danger d'être asphyxié par défaut de circulation de l'air." (ADS 8S29)

Au-delà des risques encourus par les ouvriers, ce texte nous apprend que ce mode d'exploitation coexiste avec des exploitations à ciel ouvert, appelées dans le texte "fosses". Ce témoignage n'est toutefois pas totalement objectif puisque la fonction même de M. Allou est de faire appliquer la loi sur les mines et donc de dénoncer les travaux dangereux réalisés le plus souvent par des paysans hors des périodes de cultures. Les cas présentés correspondent donc sans doute aux pires situations et il n'est pas possible de dire si certaines extractions étaient menées dans de meilleures conditions.

Le cas est plus difficile pour les extractions reconnues dans le "Bois de la Garenne" à La Ferrière-Bochard (Orne). Sur une surface de plus de 2 ha, ont été repérés des puits de mine, généralement distants de moins de 5 m les uns des autres. Certains de ces puits sont encore ouverts et

on peut en donner une description sommaire : il s'agit de puits circulaires, d'environ 80 cm à 1 m de diamètre, creusés probablement à l'aide d'un pic dans un grès très fin, et dont la profondeur totale n'est pas connue. L'un d'entre eux, encore béant, mesure toutefois plus de 6,40 m de profondeur sans que l'on puisse percevoir le fond (comblé de branchage et de feuilles). Des effondrements signalant des puits semblables ont été reconnus dans "le Bois des Jarrias" et le "Bois de Beaucaire", sur la même commune. Dans le "Bois de la Garenne" et des "Jarrias", ces puits sont recoupés par de vastes minières, comparables à celles décrites pour la région de Saint-Pierre-la-Cour (cf. 6.3.1). Les lieux-dits "La Garenne", "Rebourset" et "Jariats" apparaissent dans une lettre de l'ingénieur des mines M. Grandin datée du 6 octobre 1817 (ADO S 1834), sans qu'on puisse savoir si les extractions auxquelles il se réfère correspondent aux puits ou aux minières. La chronologie des puits de mines de cette région n'est donc pas clairement établie.

D'importants puits de mine ont, en tout cas, été creusés aux époques moderne et contemporaine. L'un d'entre eux a été repéré sur la commune de Launay-Villiers (Mayenne) à proximité du lieu-dit "La Prée". Le diamètre de ces travaux pouvait dépasser 5 m et atteindre plus de 40 m de profondeur. Aucun puits de cette importance ne peut être attribué avec certitude aux époques anciennes (antérieures au XVe s.). Ces extractions sont en réalité très mal connues, car les textes d'archives ne conservent que peu de description de travaux miniers. On peut toutefois supposer que plusieurs des minières déclarées par les maîtres de forges étaient en fait des puits profonds. La loi du 21 avril 1810 instaure la mise en concession – et donc l'imposition – sur les mines et établit la distinction entre mines à ciel ouvert – minières –, non soumises à la concession, et les mines en puits. Les minières ne concernent en théorie, pour le sujet qui nous intéresse, que "les minerais de fer dits d'alluvions" (titre Ier, art. 1, alinéa 3). Les très nombreuses lettres conservées dans les fonds d'archives des départements de la Sarthe et de l'Orne attestent la résistance opposée par les maîtres de forges à la mise en concession de leurs exploitations, mais également l'insistance des ingénieurs des mines de l'époque (M. Grandin pour l'Orne, M. Allou pour la Sarthe) à mettre en application cette loi (ADS et ADO série S). La répétition et les nombreux rappels à l'ordre montrent que les exploitations devaient, dans la plupart des cas, échapper à la mise en concession et n'apparaissent donc pas dans les archives contemporaines. Ce dernier fait gêne considérablement la perception que l'on peut avoir des zones minières contemporaines et par contrecoup de celles plus anciennes, car on ne peut pas s'appuyer sur les textes pour identifier les exploitations récentes.

6.3.3. Mines en galeries profondes.

Je ne fais qu'évoquer les mines de la Ferrière-aux-Étangs et de Halouze (Orne), dont l'activité n'a cessé qu'au milieu des années 1970 et qui exploitaient le minerai oolithique primaire en profondeur. L'inclinaison du filon de minerai oolithique primaire a très rapidement obligé les ouvriers mineurs à percer des galeries s'enfonçant assez profondément dans le sol. Ce type d'exploitation est connu dès le début du XIXe s., même si les textes d'archives ne précisent pas réellement la profondeur des travaux (ADO S 1874).

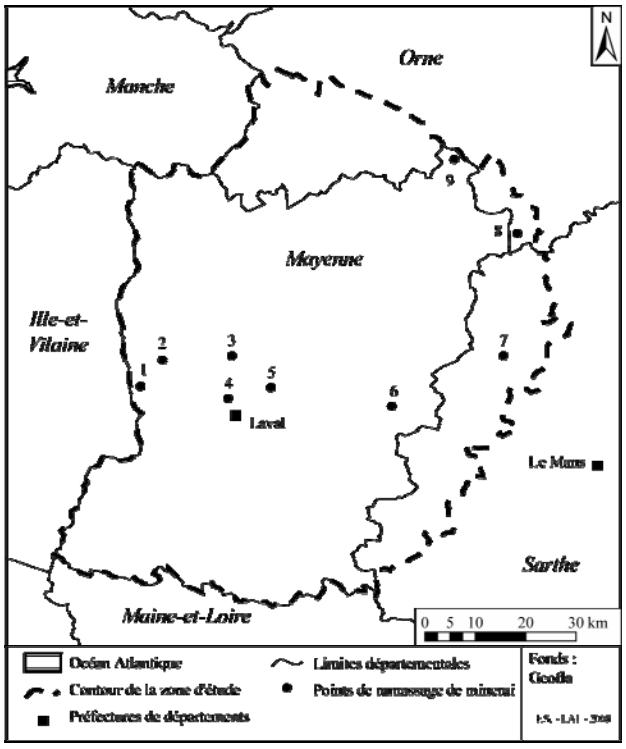
On connaît bien en Mayenne, comme en Sarthe, les mines d'anthracite et de houille réalisées à forte profondeur. Cependant, l'exploitation par galeries profondes avec tout ce que cela suppose (aérage, boisage, exhaure) n'est pas connue pour le fer. Cela n'est pas étonnant : cette technique, beaucoup plus coûteuse que celles évoquées ci-dessus, n'est rentable que pour les métaux précieux et n'est connue dans l'Antiquité que pour l'exploitation de l'or et de l'argent (CAUUET 2005 ; MORIN, PHOTIADÈS 2005).

M. Hubert a signalé l'existence de départs de galeries dans le bois de la Forge, à proximité de l'ancien haut fourneau de "Moncor" (Chammes, Mayenne). Ces vestiges pourraient peut-être correspondre à une exploitation moderne du filon de minerai primaire qui traverse cette région. On ne peut toutefois ni savoir à quelle profondeur descendent ces galeries, ni connaître leur datation exacte, moderne ou contemporaine.

6.4. Minéralogie et chimie des minerais

Une quinzaine d'échantillons de minerai, prélevés dans différents contextes, ont fait l'objet d'une étude minéralogique (13 échantillons) et chimique (15). Cinq de ces échantillons proviennent de la fouille de l'atelier de "Roche Brune", dont les résultats sont présentés dans le chapitre 10. Les dix autres échantillons ont été ramassés sur des affleurements géologiques situés à proximité de sites de réduction directe connus (fig. 44).

Ces études avaient pour but d'évaluer la nature des gisements directement accessibles en surface, indentifiables à l'heure actuelle et donc très probablement disponibles durant les périodes anciennes. Les questions portaient à la fois sur la teneur en fer de ces formations superficielles mais également sur leur composition chimique (présence éventuelle d'éléments spécifiques en quantité hors norme qui pourraient être des "signatures" de types de minerai) ou sur leur composition minéralogique (caractérisation des minéraux riches en fer et de la gangue). En outre, la provenance des échantillons de minerai prélevés lors de la fouille de l'atelier de réduction de "Roche Brune" n'était pas connue (le sous-sol du site ne contient pas de minerai). La détermination de leur formation d'origine était donc intéressante.



1 – Saint-Pierre-la-Cour – "Carrière Lafarge" (échantillons SAR 658 et 659)
2 – Le Bourgneuf-la-Forêt – "La Ferrière" (échantillon SAR 663)
3 – Andouillé – "La Ferrière" / "Houssaie" (échantillon SAR 665)
4 – Changé – "Chênes-Secs" (échantillons SAR 656 et 657)
5 – La Chapelle-Anthenaise – ? (échantillon SAR 662)
6 – Sainte-Suzanne – "Haut Rocher" (échantillon SAR 664)
7 – Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (échantillons SAR 708 à 712)
8 – La Ferrière-Bochard – "Le Bois des Jarrias" (échantillon SAR 660)
9 – Lignières-Orgères – "Les Souchets" (échantillon SAR 661)

Fig. 44 : carte de localisation des lieux de ramassage des différents échantillons de minerai.

6.4.1. Présentation des lieux de collecte et regroupement par faciès géologiques

Si l'on se fie à la géologie des lieux de collecte on peut réunir les échantillons prélevés en quatre groupes :

- les minerais de surface issus des formations sidérolithiques : SAR 656 à 659 et 663 à 665 (Saint-Pierre-la-Cour, Le Bourgneuf-la-Forêt, Andouillé, Changé, Sainte-Suzanne) ;

- les minerais provenant des grès secondaires : La Ferrière-Bochard (SAR 660) ;

- le minerai primaire ordovicien, potentiellement représenté ici seulement par deux échantillons, ceux de La Chapelle-Anthenaise et Lignières-Orgères (SAR 661 et 662).

C'est en suivant ces groupes que seront présentés les résultats des analyses minéralogiques qui valideront ou non cette classification. S'ajoutent enfin les fragments de minerai de la fouille de "Roche Brune" dont l'origine géologique était *a priori* inconnue et qui sont abordés à part (cf. 6.4.2.4).

6.4.1.1. Minerais des formations sidérolithiques

- Saint-Pierre-la-Cour (SAR 658 et 659) (1)

Deux échantillons ont été ramassés en bordure du Bois des Effretais, entre les lieux-dits "L'Embûche" et "Le Moulin Neuf" où sont connues de vastes minières contemporaines, des dispersions de scories coulées ainsi que des scories piégées[55]. Il s'agit de rognons de minerai, de taille centimétrique à décimétrique, découverts dans les rejets d'extraction de la carrière Lafarge toute proche. On se trouve ici sur un niveau de calcaire carbonifère du synclinal de Laval. Le minerai est présent en surface du calcaire érodé et en sous-sol sous forme de poches.

- Le Bourgneuf-la-Forêt (SAR 663) (2)

Dans le même secteur géologique que les deux échantillons précédents, l'échantillon du lieu-dit "La Petite Ferrière" a été ramassé par M. Hubert à proximité de deux ferriers de dimensions modestes[56].

- Andouillé (SAR 665) (3)

L'échantillon provenant de la commune d'Andouillé est rattachable au même type de formation géologique (poches d'argiles avec rognons de minerai de fer). Le spécimen analysé a été découvert à proximité d'anciennes minières encore visibles sur le terrain[57].

[55] cf. annexe 3.1, sites 53 247.02, 03, 07 et 09.
[56] cf. annexe 3.1, sites 53 039.02 et .03.

- Changé (SAR 656 et 657) (4)

Le lieu-dit "Chênes-Secs" est mentionné dans le dictionnaire de l'abbé A. Angot pour les traces d'exploitation de minerai de fer anciennes encore visibles sur le terrain au début du XXe s. (scories et extraction). (ANGOT 1910, t. 1 : 525). M. Hubert a repéré ici un important ferrier, qui a malheureusement été détruit dans le courant des années 1990 pour la construction d'une piste de karting[58]. M. Hubert a ramassé à proximité de cet endroit plusieurs rognons de minerai de fer provenant des argiles superficielles, lors de travaux d'aménagement routier. Ce secteur est situé sur le calcaire carbonifère de la région de Laval et ce minerai relève donc encore des formations sidérolithiques. Ce sont deux de ces rognons qui ont été étudiés. Ils se présentaient sous la forme de boulets d'une dizaine de centimètres de diamètres, à la surface lisse et de couleur noire.

- Sainte-Suzanne (SAR 664) (6)

Ce rognon, collecté par M. Hubert à proximité du lieu-dit "Haut-Rocher", au nord de Sainte-Suzanne (Mayenne), provient d'une poche de sédiments détritiques tertiaires indiquée sur la carte géologique (carte de Sillé-le-Guillaume : cf. LE GALL, MAURIZOT 1998).

6.4.1.2. Minerai des grès secondaires du Bassin Parisien

- La Ferrière-Bochard (SAR 660) (8)

Un petit fragment de grès surmonté d'une pellicule d'oxyde de fer a été découvert à proximité des puits de mines du "Bois de La Garenne" sur la commune de La Ferrière-Bochard (Orne). Il s'agit probablement d'un rejet issu du tri du minerai sur place. Il caractérise donc le type de minerai exploité ici probablement dès l'Antiquité et jusqu'au XIXe s.

6.4.1.3. Minerai oolithique primaire ordovicien

- La Chapelle-Anthenaise (SAR 662) (5)

La commune de La Chapelle-Anthenaise n'est pas réputée posséder du minerai de fer et on ne connaît sur son territoire qu'un unique ferrier, situé en dehors des zones de production identifiées dans la région, mais paradoxalement assez bien daté grâce à la découverte d'un bol en sigillée complet de type Drag. 37[59]. Aucun gisement de minerai n'a été localisé à proximité de ce site. Un fermier de La

[57] cf. annexe 3.1, indice 53 005.c.
[58] cf. annexe 3.1, site 53 054.01.
[59] Poduction des ateliers du Centre Gaule, soit du milieu du Ier s. au IIe s. : BET, DELOR 2000 : 463, forme 008) (cf. annexe 3.1, site 53056.01). Ce bol a été découvert lors du percement d'une mare au cœur du ferrier lors de la

Chapelle-Anthenaise a néanmoins fourni un fragment de grès très ferrugineux découvert sur le territoire de la commune. Par son faciès, ce minerai n'appartient pas aux formations sidérolithiques mais plus probablement aux formations primaires du synclinal de Laval (ordovicienne ou dévonienne ?).

- Lignières-Orgères (SAR 661) (9)

Enfin, le dernier échantillon analysé a été ramassé par M. Hubert au lieu-dit "Les Souchets" à Lignières-Orgères, où se trouve un ensemble de parcelles portant le toponyme "Les Minerais"[60]. Celles-ci reposent, d'après la carte géologique, sur les schistes de la formation du Pissot, dans lesquels sont interstratifiés les grès ordovicines à oolithes ferrugineuses qui ont fait l'objet de recherche et de demande de concession dans cette commune et ses voisines au début du XXe s. (La Patricière, La Gérarderie) (ŒHLERT 1908 ; ADM 761 ; 767 ; 777).

6.4.2. Examens minéralogiques[61] et analyses chimiques[62]

6.4.2.1. Les minerais sidérolithiques

- Examen minéralogique

Le minéral ferrifère de ces minerais est la goethite. Certains échantillons en sont exclusivement composés et apportent peu d'information sur leur mode de formation, si ce n'est qu'ils proviennent de l'altération d'autres minéraux dont ne persistent que quelques petits grains de quartz en relique (SAR 656 et 664, fig. 45 et 46). Pour d'autres, la ferruginisation des minéraux d'origine n'a pas été achevée et on constate la présence de trois phases :

- une phase d'origine, composée de gros grains de quartz entre lesquels on voit des veines d'oxydes de fer qui pénètrent dans la masse (fig. 47 et 48) ;

- puis on remarque du centre vers la périphérie une dégradation des grains de quartz au profit d'hydroxydes de fer (fig. 49) ;

- enfin une croûte de goethite périphérique plus ou moins épaisse et massive est présente en fonction des spécimens (fig. 53 et 54).

Malgré cette apparente homogénéité, on remarque des différences entre certains échantillons : dans plusieurs cas, les grains de quartz sont fragmentés, comme explosés ; c'est notamment le cas sur

---

sécheresse de 1976. Il est à présent conservé par le propriétaire du terrain, M. Besnier, demeurant aux "Bataillères".

[60] cf. annexe 3.1, indice 53 133.k.

[61] Les examens minéralogiques ont été effectués par D. Béziat et M.-P. Coustures.

[62] Les résultats des analyses chimiques sont reportés en annexe 5.

les échantillons du Bourgneuf-la-Forêt et de Sainte-Suzanne (SAR 663 et 664) (fig. 50 à 52). Certains de ces cristaux peuvent être de taille millimétrique. En revanche, dans l'un des exemplaires collectés à Saint-Pierre-la-Cour (SAR 659) (fig. 53), les cristaux de quartz sont très petits, parfaitement formés et intacts, ce qui pourrait indiquer un dépôt à une certaine distance de la roche-mère. Sur le second échantillon provenant de cette commune (SAR 658), on constate la présence de cristaux néoformés en périphérie (fig. 54) : il s'agit probablement d'apatite (phosphate de Ca) comme semble le confirmer la teneur très élevée de ce spécimen en calcium et en phosphore (respectivement plus de 3,5 et 2 %).

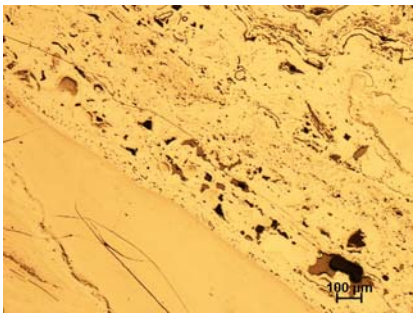


Fig. 45 : Changé (SAR 656), phase de goethite massive dans la moitié inférieure gauche et présence de trous et de grains de silice résiduels dans la partie supérieure droite dans une matrice de goethite : (microscope, lumière réfléchie polarisée).

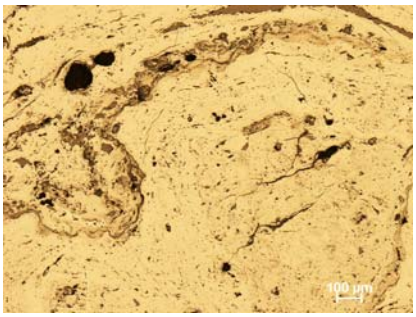


Fig. 46 : Andouillé (SAR 664), petits grains de silice reliques dans une matrice massive de goethite (microscope, lumière transmise polarisée).

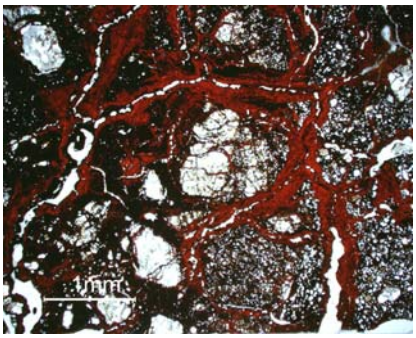


Fig. 47 : Changé (SAR 657), les cristaux au centre de ce rognon sont parfois de taille millimétrique (binoculaire, lumière transmise polarisée).

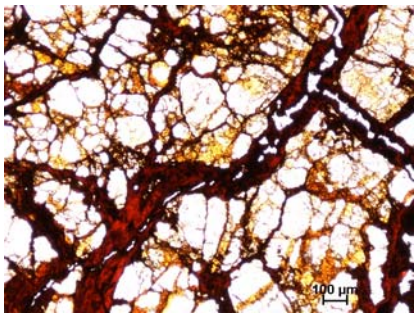


Fig. 48 : Changé (SAR 657), cristaux de silice avec veine d'oxyde de fer, ferruginisation en cours (microscope, lumière transmise polarisée).

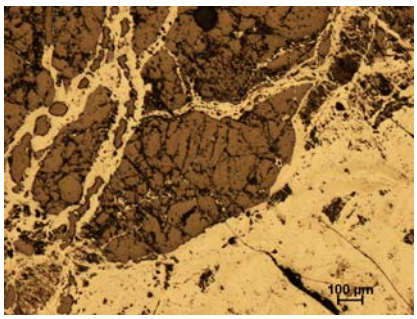


Fig. 49 : SAR 657, cristaux de silice en cour d'oxydation (microscope, lumière réfléchie polarisée).

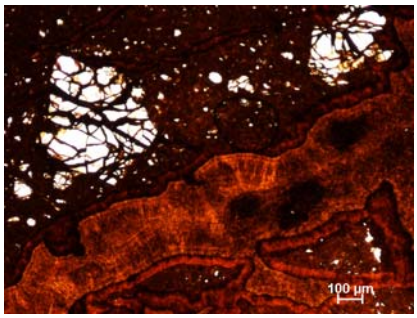


Fig. 50 : Le Bourgneuf-la-Forêt (SAR 663), gros grains de quartz explosés en cours de la ferruginisation dans la moitié supérieure gauche et croûte de goethite dans la partie inférieure droite (microscope, lumière transmise polarisée).

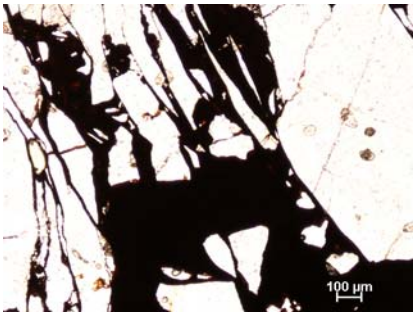


Fig. 51 : Sainte-Suzanne (SAR 664), gros grains de quartz explosés vue en lumière transmise polarisée (microscope).

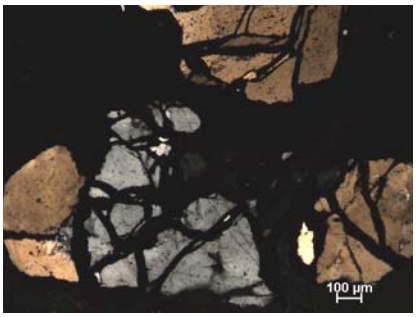


Fig. 52 : Sainte-Suzanne (SAR 664), gros grains de quartz explosés vue en lumière transmise polarisée analysée (microscope).

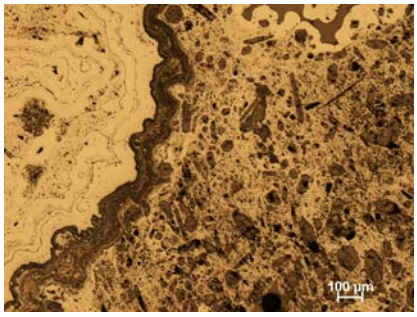


Fig. 53 : Saint-Pierre-la-Cour (SAR 659), on voit dans la partie en cour de dégradation (à droite) on voit les petits cristaux de quartz hexagonaux intacts (lumière réfléchie polarisée).

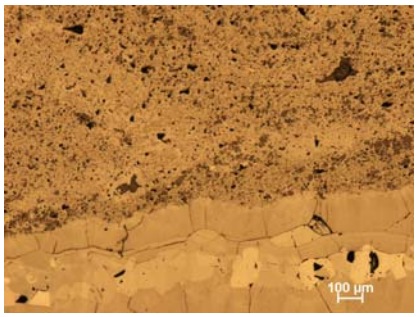


Fig. 54 : Saint-Pierre-la-Cour (SAR 658), on voit sur cette micrographie la partie hydroxydée dans les deux tiers supérieurs et une phase de cristaux néoformés dans le tiers inférieur, probablement de l'apatite (microscope, lumière réfléchie polarisée).

On peut donc dire que les minerais sidérolithiques sont issus de l'altération de grès ferrugineux remobilisés au cours de l'ère tertiaire. La présence de grès tertiaire est parfois signalée par les notices des cartes géologiques dans les dépôts détritiques éocènes et pliocènes : il s'agit-certainement de ces mêmes grès (MARY 1989 : 22).

- Composition chimique

La teneur en fer de ces échantillons est comprise entre 64,9 et 82,1 % de Fe_2O_3. Toutefois, la dispersion des teneurs en éléments majeurs fait ressortir des taux parfois élevés de silice, imputables à la présence de quartz, et une variabilité assez forte en calcium et en phosphore (présence d'apatite) (fig. 55 et 56). L'échantillon SAR 665, provenant d'Andouillé, contient ainsi plus de 24 % de SiO_2, ce qui le rend probablement impropre à la réduction. Les compositions en éléments en trace sont très variables. On remarque notamment que deux échantillons, SAR 659 et 665, provenant respectivement de Saint-Pierre-la-Cour et du Bourgneuf-la-Forêt, contiennent des taux assez élevés en zinc (respectivement 345 et 650 ppm).

N° éch.	Lieu de collecte	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	C %	PF %	Σ traces %	Total %
SAR656	Changé (53) - *Chênes-Secs*	1.14	0.57	82.10	0.06	0.01	0.08	0.13	0.04	0.03	1.96	0.29	13.40	0.03	99.84
SAR657	Changé (53) - *Chênes-Secs*	8.12	2.01	72.70	0.05	0.01	0.07	0.15	0.13	0.14	3.13	0.23	12.90	0.02	99.66
SAR658	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	9.82	0.30	69.10	1.26	0.20	3.45	0.18	0.12	0.03	2.72	0.49	13.45	0.03	101.15
SAR659	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	5.70	1.92	77.80	0.10	0.10	0.34	0.18	0.23	0.05	2.16	0.10	12.35	0.13	100.36
SAR663	Bourgneuf-la-Forêt (Le) (53) - *La Ferrière*	9.84	4.29	72.30	0.02	0.04	0.05	0.21	0.28	0.25	1.62	0.12	11.60	0.12	100.74
SAR664	Sainte-Suzanne (53) - *Haut Rocher*	3.29	2.89	78.20	0.08	0.10	0.08	0.23	0.03	0.16	1.34	0.42	13.80	0.06	100.68
SAR665	Andouillé (53) - La Ferrière - *Hommale*	24.30	0.86	64.90	0.05	0.15	0.09	0.19	0.11	0.05	0.19	0.15	9.47	0.04	100.55

Fig. 55 : teneurs en éléments majeurs des échantillons de minerais sidérolithiques.

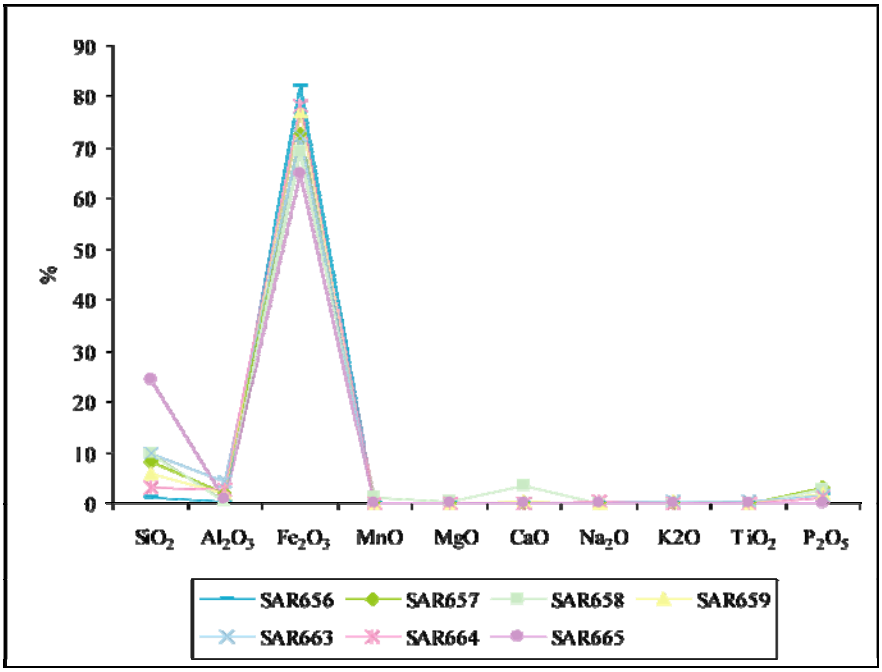


Fig. 56 : dispersion des teneurs en éléments majeurs des minerais sidérolithiques.

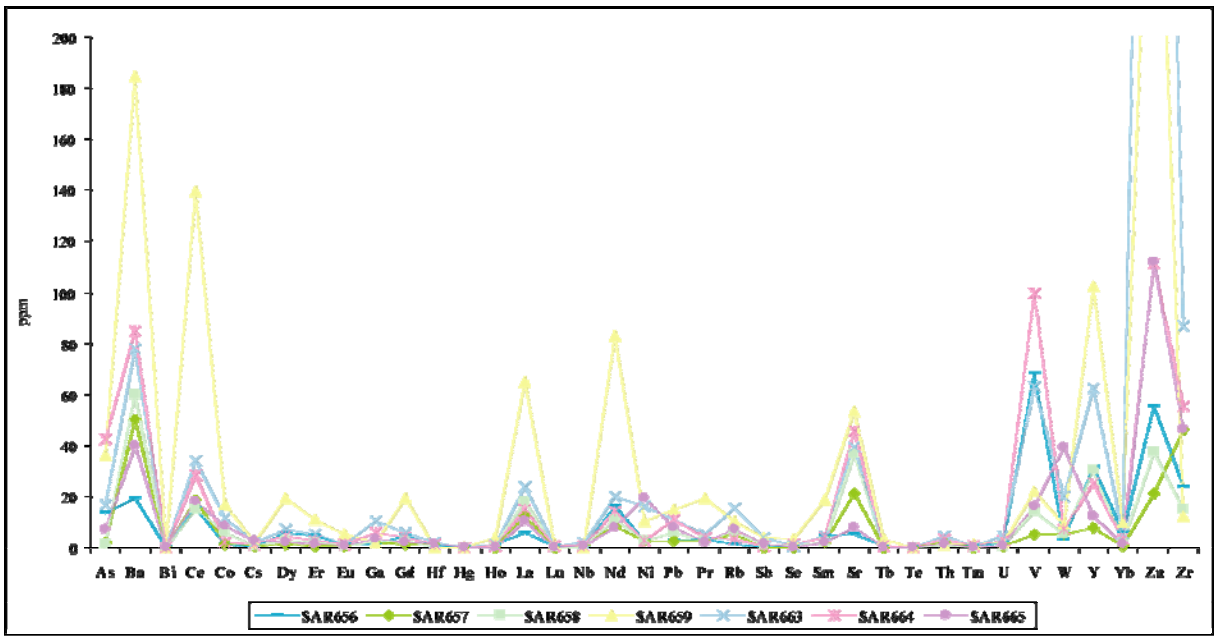


Fig. 57 : dispersion des teneurs en éléments en traces des minerais sidérolithiques.

Pour les éléments présents à moins de 200 ppm, la projection sous forme de courbes montre de très fortes variabilités en Ba, Ce, La, Nd, Sr, V, Y (fig. 57). Malgré cela, il est possible de distinguer des corrélations pour plusieurs paires d'éléments, parmi les majeurs – Al/Ti (fig. 58) – et les éléments en trace – Ce/La (fig. 59), Dy/La, Ho/La –. Toutefois, ces dernières sont dues uniquement au fait que l'un des échantillons à une teneur très élevée en La (SAR 659) et s'éloigne donc du nuage de points des autres échantillons. La droite reliant ce point isolé au groupe n'a pas de valeur. D'ailleurs si l'on ne tient pas compte de l'échantillon SAR 659, les corrélations entre éléments en trace disparaissent (exemple de Ce/La : fig. 60). En revanche, celle entre Al_2O_3 et TiO_2 persiste (fig. 58).

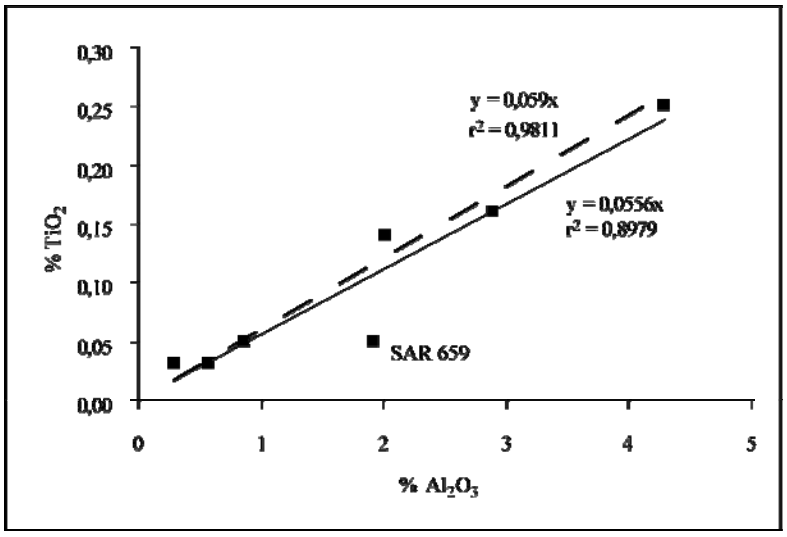


Fig. 58 : régression linéaire pour le couple d'éléments Al_2O_3/TiO_2. La droite de régression pleine correspond à la prise en compte de SAR 659, celle en pointillé non. On observe une forte corrélation.

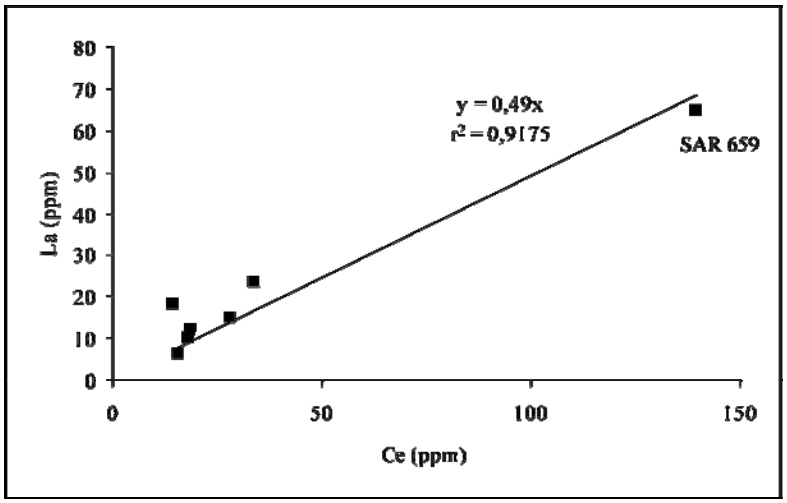


Fig. 59 : régression linéaire pour le couple d'éléments Ce/La. La corrélation visible est artificielle.

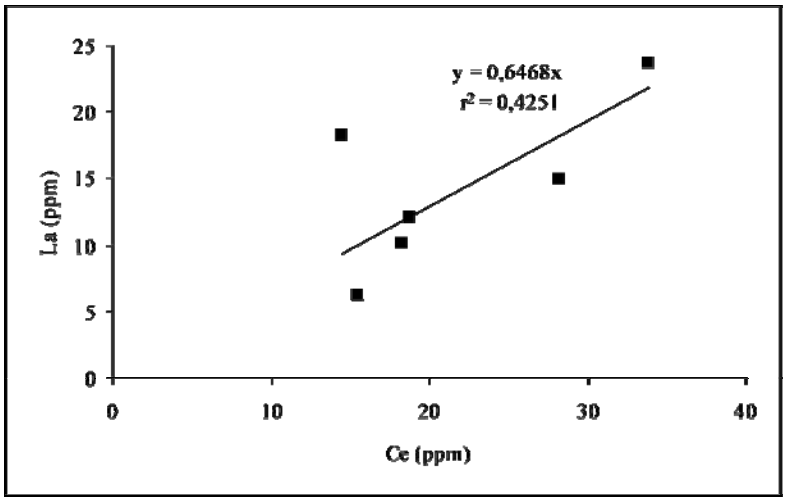


Fig. 60 : régression linéaire pour le couple d'éléments Ce/La ne tenant pas compte de l'échantillon SAR 659. Il n'y a pas corrélation.

6.4.2.2. Les minerais des grès cénomaniens

On ne dispose que d'un unique échantillon pour ce faciès (SAR 660). Un premier examen microscopique révèle que l'échantillon provenant des haldes de La Ferrière-Bochard est un grès fin, où les cristaux de quartz et de mica sont liés par un ciment ferrugineux qui forme une croûte de goethite à la surface (fig. 62). Les quartz sont ovales et roulés. Cette érosion et l'homogénéité de leur taille correspondent bien au contexte de dépôt marin des sables cénomaniens. On constate en périphérie l'altération des quartz et des micas au contact de la croûte d'hydroxyde de fer (fig. 63). La présence d'abondants grains de quartz explique la teneur élevée en SiO_2 (21 % : fig. 61), qui peut rendre ce minerai impropre à la réduction. Il est toutefois envisageable de séparer la croûte de goethite du grès et d'obtenir ainsi un minerai de bonne qualité. En effet, cet échantillon ne contient aucun autre élément majeur pouvant nuire à son traitement, bien qu'il soit légèrement phosphoreux (1,3 % de P_2O_5). Aucun élément en trace n'est présent dans des proportions exceptionnelles. On note seulement des pics pour le plomb (72 ppm) et le zinc (124 ppm).

N° éch.	Lieu de collecte	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	C %	PF %	Σ traces %	Total %
SAR660	Ferrière-Bochard (La) (61) - *Le Bois des Jarries*	21.00	1.06	64.60	0.01	0.04	0.03	0.17	0.11	0.06	1.30	0.26	11.70	0.05	100.39

Fig. 61 : teneur en éléments majeurs de l'échantillon de grès cénomanien.

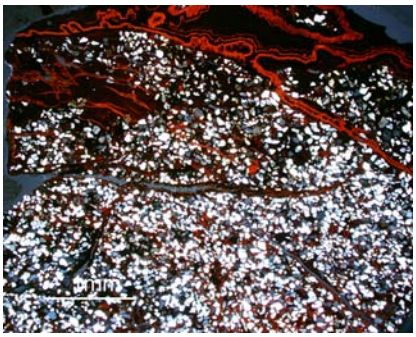


Fig. 62 : La Ferrière-Bochard (SAR 660), vue à la binoculaire de la lame mince d'un échantillon provenant des rejets de tri découvert à proximité de puits de mines. On voit dans la partie inférieure les petits grains de quartz roulés formant un grès fin lié par un ciment ferrugineux qui forme en surface une croûte de goethite (lumière transmise polarisée).

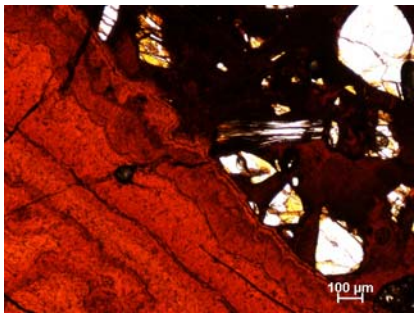


Fig. 63 : La Ferrière-Bochard (SAR 660), on voit en haut à droite les grains de quartz et de mica (au centre) en cours d'altération et en bas à droite la goethite massive (microscope, lumière transmise polarisée).

6.4.2.3. Minerai primaire à oolithes ferrugineuses

On ne dispose que de deux échantillons susceptibles de provenir des formations oolithiques primaires (SAR 661 et 662). Malheureusement, le spécimen ramassé sur la commune de Lignières-Orgères (SAR 661) est entièrement hydroxydé et on ne voit au microscope que de la goethite et des trous, sans qu'on puisse déterminer le mode de formation (fig. 64). On ne peut donc pas assurer l'identification de cet échantillon comme un minerai des formations primaires. En revanche, l'échantillon provenant de la commune de La Chapelle-Anthenaise apporte des informations précieuses sur ce faciès. Un examen général montre d'emblée la présence d'oolithes, caractéristiques dans la région des minerais des formations ordoviciennes (fig. 65). On peut, en fait, distinguer trois étapes successives menant du minéral d'origine à la goethite :

- des cristaux reliques en cours d'altération sont visibles au cœur de l'échantillon (fig. 66) ; le minéral d'origine a été identifié par D. Béziat comme de la biotite, un phyllosilicate de la même famille que la chlorite (bavalite) mentionnée par L. Cayeux dans ses études du début du XXe s. (1909 ; 1931 : 299-300) ;

- les oolithes formées par altération des silicates (biotite ou chlorite) et par le dépôt d'oxydes de fer venues avec les eaux avec en leur centre les reliques du silicate d'origine, ayant pu servir de nucleus (fig. 65) ;

- du centre vers la périphérie, les oolithes sont petit à petit dissoutes et reprécipitées sous forme de goethite, qui occupe progressivement toute la place (fig. 67).

L'échantillon de La Chapelle-Anthenaise présente donc bien toutes les caractéristiques du minerai à oolithes ferrugineuses présent dans les schistes des synclinaux du massif armoricain. Cette identification ne permet cependant pas d'assurer son utilisation par l'atelier de réduction gallo-romain découvert dans la commune.

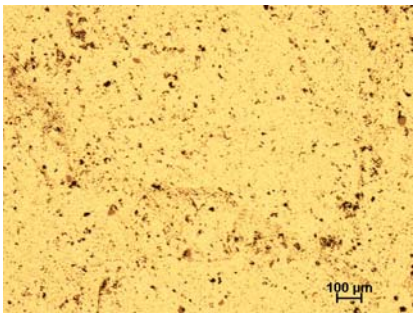


Fig. 64 : Lignières-Orgères (SAR 661), goethite avec quelques reliques de minéraux et des trous, on ne peut pas déterminer le mode de formation de cet échantillon (microscope, lumière réfléchie).

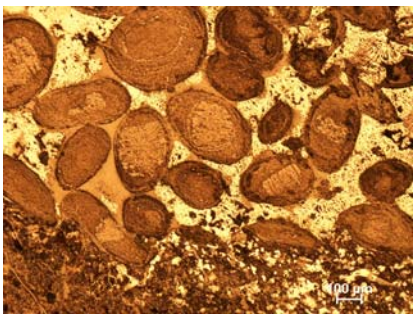


Fig. 65 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), on voit bien sur ce cliché les oolithes ferrugineuses prises dans une matrice de goethite ; on voit au centre des oolithes les vestiges de minéraux altérés (microscope, lumière réfléchie polarisée).

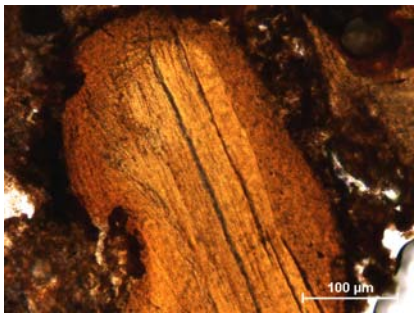


Fig. 66 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), vue d'une oolithe en cours de formation, avec au centre de la biotite en cours d'oxydation (microscope, lumière transmise polarisée).

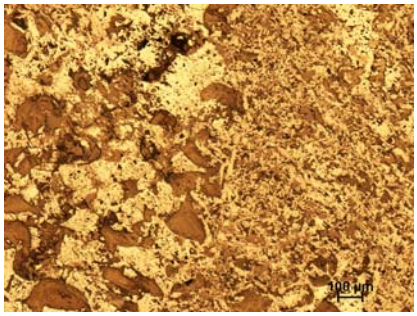


Fig. 67 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), du centre (à gauche) vers la périphérie (à droite) on voit la dégradation et la disparition des oolithes de chlorite au profit d'hydroxydes de fer (microscope, lumière réfléchie polarisée).

L'importance de la goethite dans ces deux échantillons explique leur forte teneur en fer (69,1 et 82,1 % de Fe_2O_3) (fig. 68). On note également la présence encore importante de silice dans l'échantillon conservant les reliques d'oolithes (10 % de SiO_2), même si cette teneur ne peut réellement gêner son traitement (possible tri entre les parties plus ou moins hydroxydées). Les deux spécimens étudiés ici se distinguent des autres examinés au cours de ce travail par la présence très importante de zinc, avec 675 ppm pour SAR 661 et 1670 ppm pour SAR 662. En revanche, la dispersion des éléments en trace présents en moindre proportion montre une assez forte variabilité entre les deux individus (fig. 69), ce qui pourrait indiquer l'existence de différences importantes entre les gisements de ce type de minerai (à supposer que SAR 661 soit bien du minerai oolithique).

N° éch.	Lieu de collecte	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	C %	PF %	Σ traces %	Total %
SAR661	Lignières-Orgères (53) - *Les Souchets*	3,58	0,94	82,10	0,07	0,12	0,10	0,20	0,10	0,07	0,73	0,26	[1,40	0,21	99,88
SAR662	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *?*	10,00	5,45	69,10	0,26	0,78	0,60	0,19	0,05	0,21	[,40	0,31	[2,35	0,17	[00,87

Fig. 68 : teneurs en éléments majeurs des échantillons supposés venir des grès oolithiques ordoviciens.

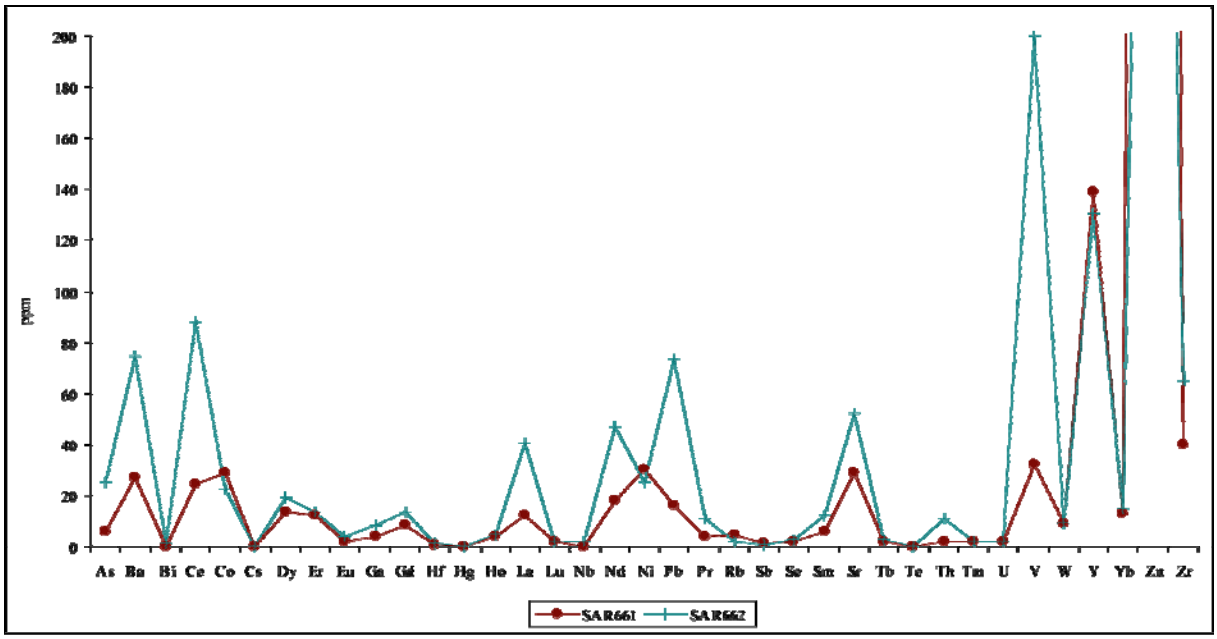


Fig. 69 : dispersion des teneurs en éléments en trace pour les deux échantillons pouvant provenir des formations de grès oolithique primaire.

6.4.2.4. Les minerais découverts sur le site de "Roche Brune" : caractéristiques et origine

- Présentation des minerais

La fouille de l'atelier de réduction directe gallo-romain de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe) (cf. chap 10) a livré de très nombreux fragments de minerai, ou plutôt de rejets de minerai issus du tri. Il ne semble pas, en effet, que le stock de minerai utilisable nous soit parvenu. Certains morceaux semblent avoir subi une exposition au feu ; on peut donc supposer que la pratique du "grillage" était appliquée ici, même si aucune structure permettant ce type de traitement n'a encore été découverte sur le site. Deux types ont été distingués lors de la fouille :

- le type 1 : des nodules géodiques, de taille centimétrique à décimétrique, formés de pellicules concentriques d'oxydes de fer autour d'un noyau d'aspect poudreux et jaune (SRA 708, 709 et 712) ;

- le type 2 : des blocs ferrugineux (grès ?), de dimensions et de richesse très variables, souvent rouges à noirs en surface.

Le premier faciès correspond dans sa description au minerai des formations cénomaniennes du secteur des Bercons, décrites par les recherches anciennes (HÉDIN 1913-1914 : 287) mais pourrait également être rapproché de certaines formations sidérolitiques, dans lesquelles les rognons de minerai de fer peuvent prendre la forme de géodes parfois creuses. De même, le second faciès pourrait provenir de plusieurs formations géologiques. Il s'agit apparemment d'un grès ferrugineux très fin, bien que l'identification macroscopique soit assez délicate. La surface est oxydée sur une profondeur

variable mais laisse généralement apparaître au centre un noyau sain, de couleur verte, ne présentant pas de trace de ferruginisation. S'il s'agit bien d'un grès, on peut proposer plusieurs origines géologiques : les grès oolithiques primaires, les grès de Blandouet ou les grès cénomaniens présents dans les argiles du bassin parisien et plus précisément du secteur des Bercons tout proche. L'aspect macroscopique ne permet donc pas *a priori* d'identifier l'origine géologique du minerai utilisé. C'est pourquoi on a eu recours à des examens minéralogiques et des analyses chimiques.

- Examen minéralogique

Un examen à la binoculaire d'une lame mince de l'échantillon SAR 712 permet de cerner trois phases distinctes du centre vers la périphérie (fig. 70) : une de couleur jaune à verte au centre, ne présentant pas d'oxyde de fer, puis une phase altérée en cours de ferruginisation (orange à rouge) et enfin des couches de goethite successives en pelures d'oignons (ici en noir). Un examen macroscopique, à l'œil nu, des minerais de type 2 avait déjà permis de cerner l'existence de deux phases : un cœur sain et une oxydation plus ou moins profonde de la surface. On peut donc supposer que les minerais de type 1 et 2 identifiés sur le terrain sont en fait deux étapes d'altération de la même roche. Dans le type 1, les couches concentriques d'hydroxyde de fer massif se détachent en suivant les plans successifs d'avancée de l'oxydation, d'où le fait que les blocs se desquament. Ces rognons ne sont donc pas créés par agglomération d'oxydes de fer, comme c'est le cas de certains minerais sidérolithiques, mais par dégradation d'un minéral ferreux préexistant.

Sur les cinq échantillons analysés, seuls trois ont pu faire l'objet d'examens minéralogiques. Malheureusement, il s'agit uniquement des minerais de type 1. Toutefois, on peut supposer que l'homogénéité de composition chimique des échantillons (cf. ci-dessous) et l'unité du mode de formation permettent d'étendre les constatations présentées ici au minerai de type 2.

Les observations au microscope montrent que le coeur des échantillons est constitué d'un agglomérat de très petits nodules d'environ 50 µm pris dans une matrice argilo-gréseuse légèrement ferrugineuse (fig. 71 et 72). On y voit, par endroit, des grains de quartz et de pyrite (fig. 73). Les petits nodules sont ensuite dégradés et ferruginisés (fig. 74) pour laisser place à des lits successifs de goethite massive. Le minéral à l'origine de ce type de minerai ne se présente donc pas sous la forme d'oolithes, ce qui exclut son origine ordovicienne, et semble être une argile de couleur verte à jaune. Ceci correspond dans la description à la glauconie des argiles cénomaniennes. En outre, les grains de quartz sont trop peu nombreux pour qu'on puisse parler de grès, ce qui invalide cette identification et du même coup celle de son rapprochement avec la formation des grès de Blandouet.

- Analyses chimiques

Cinq échantillons provenant des ferriers encadrant l'atelier de réduction gallo-romain et des colluvions recouvrant celui-ci ont été analysés (SAR 708 à 712). SAR 708, 709 et 712 appartiennent au type 1 et les deux autres au type 2. Le tableau de la figure 75 présente les résultats. On peut noter que l'une de ces analyses est suspecte : le total des pourcentages est généralement compris entre 98 et

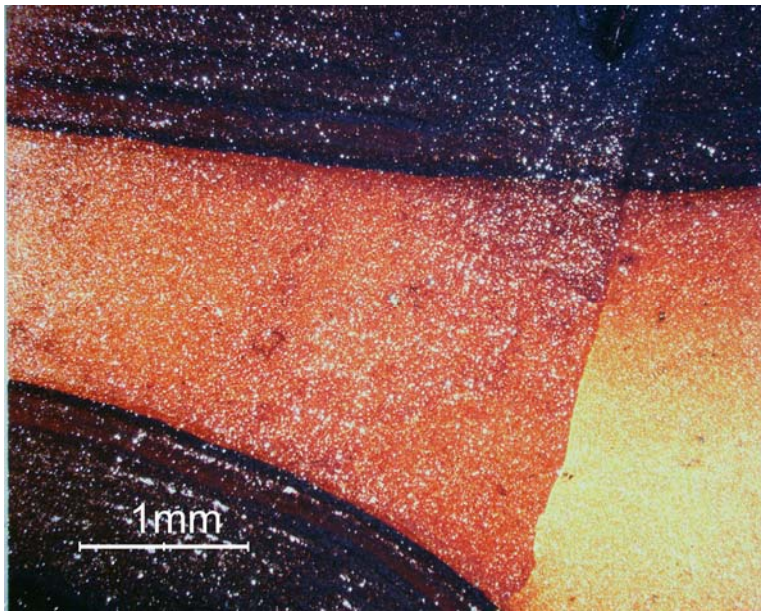


Fig. 70 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), vue à la binoculaire (lumière transmise polarisée) d'un échantillon de minerai. On distingue bien les trois phases avec dans l'angle en bas à droite le noyau argilo-gréseux (jaune), une bande orangée en cours de ferruginisation et, en haut et en bas, la goethite massive qui ne laisse pas passer la lumière.

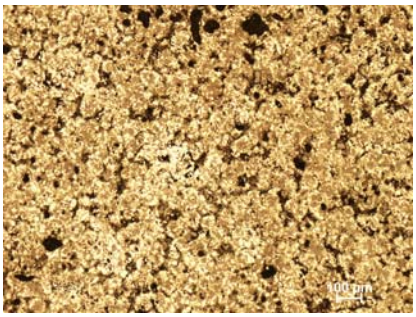


Fig. 71 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), vue de l'agglomérat de petits nodules formant le noyau du bloc (microscope, lumière réfléchie polarisée).

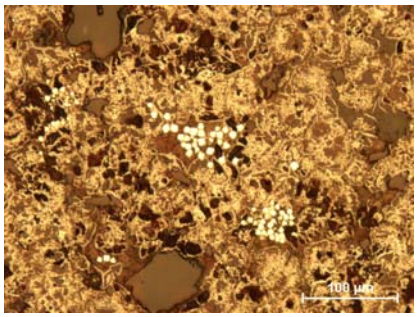


Fig. 73 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), matrice en cours d'altération avec présence de gains de quartz sur les bords de l'image et de deux petits amas de grains de pyrite (en blanc) au centre (microscope, lumière réfléchie polarisée).

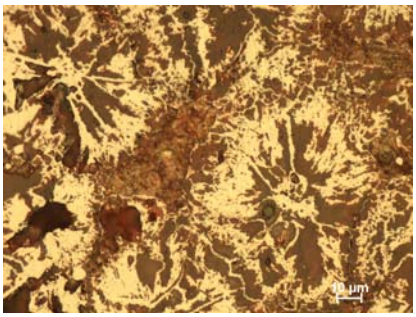


Fig. 72 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 708), zoom sur les nodules (environ 50 µm) avec une matrice légèrement ferrugineuse (microscope, lumière réfléchie polarisée).

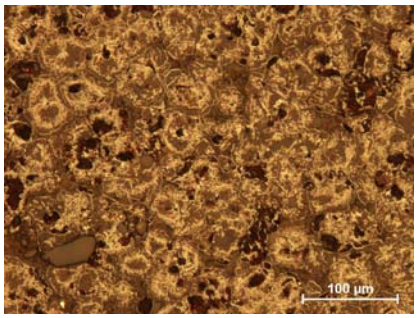


Fig. 74 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 709). Vue de la dégradation des nodules au profit des oxydes de fer (microscope, lumière réfléchie polarisée).

102 % ; or l'échantillon SAR 711 dépasse largement les 106 %. La prise en compte de ce spécimen dans le traitement des données sera donc discutée au cas par cas.

N° éch.	Lieu de collecte	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	C %	PF %	Σ traces %	Total %
SAR708	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune*	7.42	2.20	81.30	0.43	0.18	0.04	0.03	0.26	0.12	0.13	0.32	9.14	0.03	101.60
SAR709	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune*	8.76	2.83	77.30	0.39	0.23	0.02	0.03	0.43	0.16	0.25	0.47	10.15	0.03	101.05
SAR710	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune*	7.00	2.13	80.60	0.11	0.05	<0.01	0.02	0.23	0.12	0.14	0.33	10.45	0.03	101.21
SAR711	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune*	4.63	1.52	71.60	0.33	0.19	0.62	0.02	0.20	0.08	0.21	5.55	21.70	0.03	106.68
SAR712	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune*	7.29	2.36	78.10	0.42	0.11	0.03	0.03	0.32	0.14	0.24	0.38	10.85	0.03	100.30

Fig. 75 : teneur en éléments majeurs de cinq échantillons de minerai provenant du site de "Roche Brune".

Les roches analysées sont quasi exclusivement constituées d'oxydes de fer et de silice. Elles sont donc très riches, avec une concentration moyenne en Fe_2O_3 de près de 78 %. La teneur en silice est inférieure à 9 %, et celle en alumine de moins de 3 %. Tous les autres éléments majeurs sont présents à moins de 0,5 %, sauf pour l'échantillon SAR 711, dont on a vu que l'analyse est suspecte. Les minerais provenant du ferrier de "Roche Brune" ont une très faible teneur en phosphore (inférieure ou égale à 0,25 %). Ils se distinguent en cela des autres minerais analysés, notamment de ceux provenant des formations sidérolithiques du département de la Mayenne (cf. 6.4.2.1). Ce trait est corrélé avec un taux plus élevé en potassium et très faible en sodium, ce qui semble être un trait discriminant (fig. 76).

La projection des analyses sous forme de courbe montre la très forte homogénéité de composition des cinq échantillons, aussi bien en éléments majeurs qu'en trace, si ce n'est quelques anomalies en Pb et en Zr (fig. 77 et 78). En outre, plusieurs couples d'éléments montrent des corrélations très fortes, notamment Al_2O_3/SiO_2 et Al_2O_3/TiO_2 (fig. 79 et 80). On remarque sur ce dernier graphique que la pente de la droite de régression linéaire est identique à celle observée pour le même couple pour les échantillons de minerai sidérolithique. Cette paire d'éléments ne peut donc servir à discriminer les groupes. Elle doit néanmoins indiquer une phase argileuse et de minéraux accessaoires dans ces deux types de minerai.

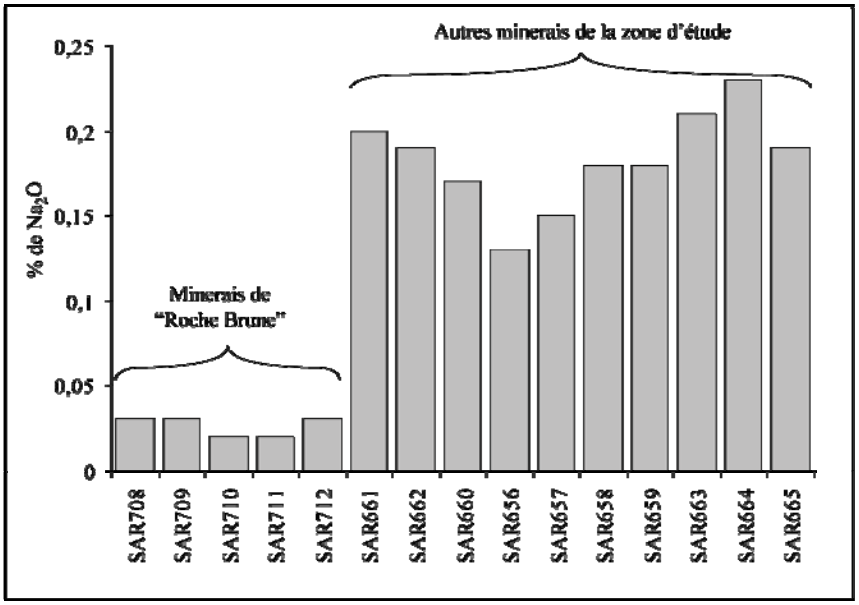


Fig. 76 : teneur en Na_2O des minerais de la zone d'étude : les échantillons de minerais provenant de "Roche Brune" se distingue par des pourcentages très bas en sodium.

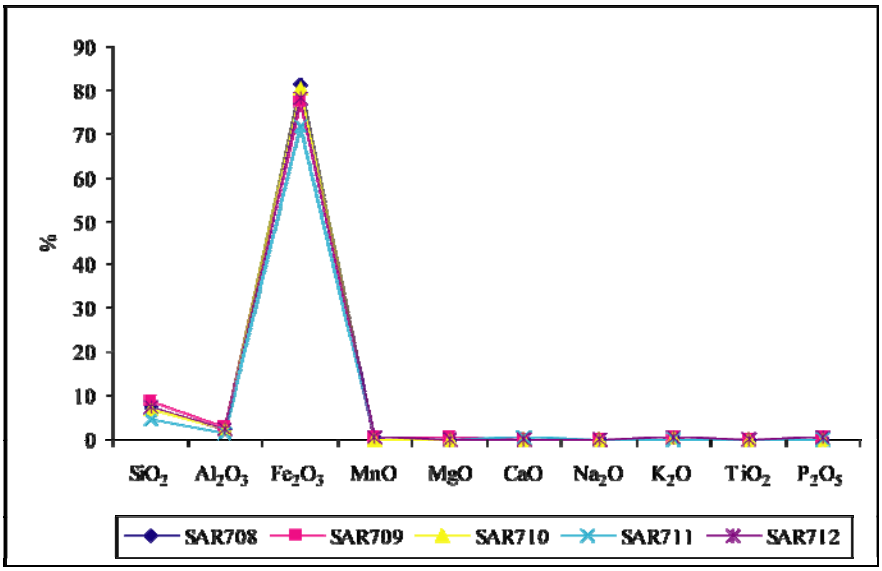


Fig. 77 : dispersion des teneurs en éléments majeurs des cinq échantillons de minerai du site de "Roche Brune". On note la très forte homogénéité.

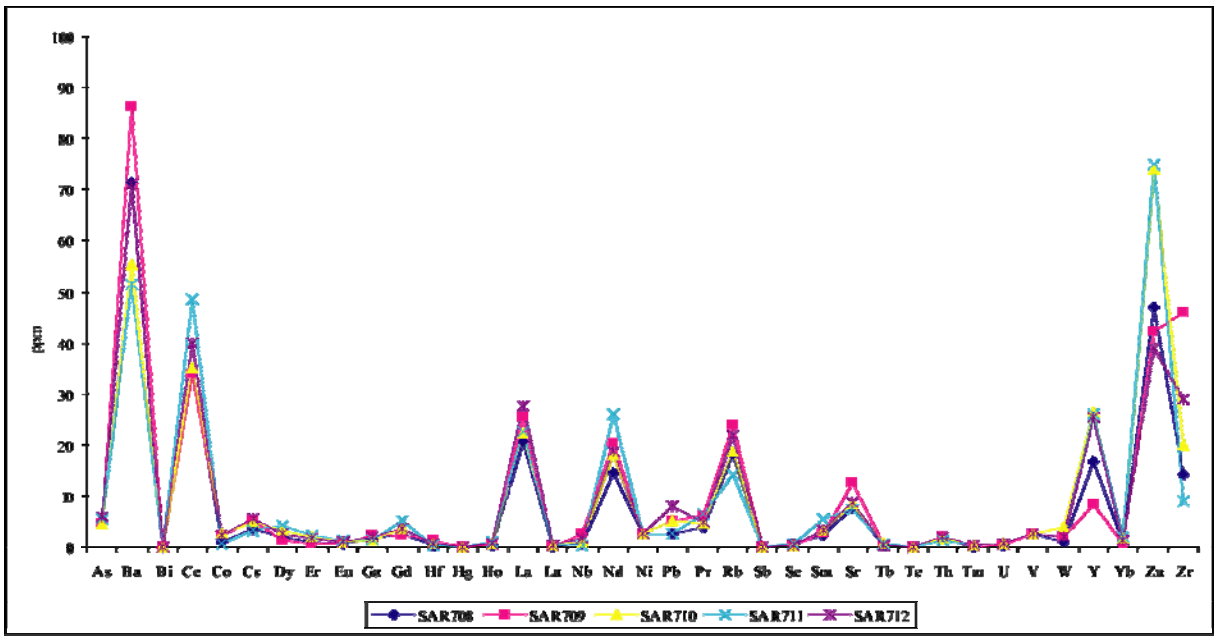


Fig. 78 : dispersion des teneurs en éléments en trace de cinq échantillons de minerai provenant de l'atelier de réduction de "Roche Brune".

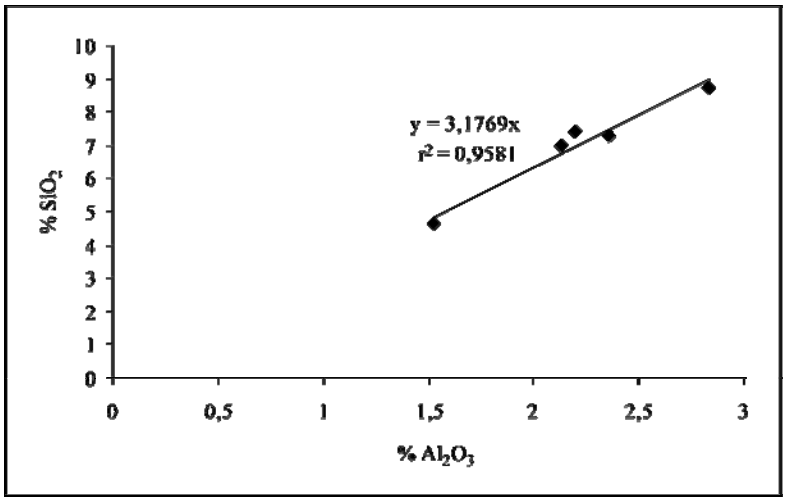


Fig. 79 : rapport Al_2O_3/SiO_2 pour les minerais de "Roche Brune". Les échantillons s'alignent le long d'une droite passant par l'origine, ce qui traduit l'existence d'un rapport constant proche de 1/3, probablement dû à une origine commune.

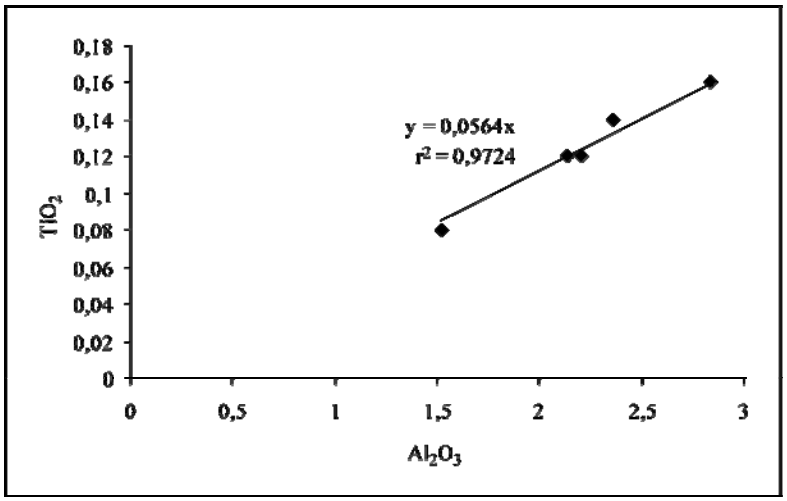


Fig. 80 : rapport Al_2O_3/TiO_2 pour les minerais de "Roche Brune". On remarque que la pente de la droite de régression linéaire est la même que celle observée pour les minerais sidérolithiques.

On ne peut pas distinguer les échantillons de minerais de type 1 ou 2. Cette identité et le maintien de rapport constant entre des éléments démontrent que tous ces échantillons proviennent d'une seule et unique formation. Cela suppose donc que l'aspect macroscopique ne rend pas compte d'une différence d'origine géologique mais peut-être seulement de stades d'évolution d'une même roche. Des examens microscopiques permettent de le confirmer.

- Identification du minerai utilisé par l'atelier de "Roche Brune"

Les données acquises grâce aux analyses chimiques et minéralogiques permettent donc d'établir plusieurs conclusions sur la nature et l'origine du minerai utilisé dans l'atelier de réduction directe "Roche Brune" :

- tout d'abord, il s'agit d'un minerai riche, ne contenant presqu'exclusivement que des oxydes de fer (78 % de Fe_2O_3 en moyenne) et aucun élément gênant *a priori* son traitement par la réduction directe ;

- ses faibles taux de sodium, calcium et de phosphore et une teneur plus élevée en potassium le différencient nettement des autres minerais analysés dans la région ;

- les examens microscopiques permettent d'établir que ce minerai est formé par dégradation progressive d'un minéral argileux vert, qu'on peut identifier comme de la glauconie.

Même si l'on ne dispose pas encore de données de comparaisons sur la région, on peut supposer avec de bonnes raisons que les cinq échantillons de minerai analysés proviennent des argiles à glauconie de la région des Bercons. Cette hypothèse forte pourrait être appuyée par la présence de pyrite dans ce minerai, minéral qui est évoqué par M. Hédin dans sa description des gisements cénomaniens (HÉDIN 1882 : 82 ; 1913-1914 : 287). La différence de faciès observée sur le terrain n'est probablement due qu'à l'existence d'états successifs d'altération ou à l'existence de banc plus gréseux et donc peut-être moins sensible à la desquamation.

6.4.3. Conclusion partielle sur les minerais étudiés

On a vu la grande variété des faciès géologiques à disposition dans la zone d'étude. L'analyse de 15 échantillons ne suffit donc pas à appréhender l'ensemble de ces formations et on ne dispose d'informations détaillées que sur deux types de minerais, celui issu des formations sidérolithiques et celui des argiles à glauconie du Bassin Parisien. On a pu constater que, malgré la grande différence de contexte de dépôt, les minerais des argiles superficielles, qualifiés par commodité de sidérolithiques, possèdent plusieurs traits communs :

- ils semblent tous issus de l'altération de grès ferrugineux au cours de l'ère tertiaire ;

- le minéral ferrifère qu'il recèle est exclusivement de la goethite ;

- ils sont potentiellement très riches (jusqu'à 82 % de Fe_2O_3) ;

- ils sont, pour la plupart, légèrement phosphoreux (% P_2O_5 > 1,3).

On peut distinguer assez nettement ces minerais de ceux ramassés lors de la fouille de l'atelier de "Roche Brune". Toutefois, les critères de cette discrimination (faible taux en sodium, phosphore, calcium et taux plus élevé en potassium) ne permettent pas d'envisager une distinction entre les déchets de réduction, car les éléments pris en compte sont soumis à de fortes variations au cours du processus de traitement (évacuation du sodium, comportement ambigu du phosphore, enrichissement en potassium dû aux cendres de charbon de bois, possibilité d'ajout calcique).

Deux échantillons nous permettent d'aborder la question des minerais des grès oolithiques ordoviciens et des grès des formations cénomaniennes. Ils révèlent que la teneur de ces formations est généralement moyenne mais permet d'envisager leur exploitation pour la sidérurgie ancienne au prix d'un tri. On remarque également que les échantillons de Lignières-Orgères et de La Chapelle-Anthenaise n'ont apparemment pas le même comportement chimique : leur rapport Al_2O_3/SiO_2 comme leur teneur en phosphore diffèrent assez nettement et on ne peut donc pas assurer l'identification du spécimen provenant de Lignières comme une altération de surface de minerai oolithique. Toutefois, la teneur assez élevée en zinc de ces deux échantillons constitue un trait commun. Malheureusement, cet élément est en partie sublimé au cours de la réduction et ne se retrouve donc pas en proportion équivalente dans le minerai et la scorie.

Malgré la faiblesse du corpus d'analyses, on peut souligner que les minerais collectés dans la région sont généralement assez riches en fer, siliceux et peu calciques. On note pour l'ensemble des échantillons analysés la présence dominante d'oxy-hydroxydes de fer (goethite), même si certains minerais contiennent en faible quantité des silicates (biotite dans le minerai oolithique ordovicien) ou des sulfures (pyrite dans le minerai des argiles à glauconie). Les teneurs de phosphore, même si elles semblent plus élevées dans les minerais sidérolithiques, ne constituent pas un critère discriminant. On ne remarque pas dans le Bas Maine d'opposition aussi forte que ce qui a pu être mis en évidence en Lorraine entre minette et fer fort (LEROY 1997). On atteint ici la principale limite de cette démarche, le manque d'échantillons. Il faudrait, pour assurer les constatations avancées, multiplier les analyses de minerai et les élargir à d'autres faciès qui n'ont pu être pris en compte, comme les grès de Blandouet ou ceux de la formation de Gahard.

6.5. Boisement et combustible

6.5.1. Données sur le boisement ancien

On a vu plus haut que, malgré la présence de massifs forestiers importants, le boisement actuel de notre zone d'étude est relativement faible (7 %) (cf. 3.2.3). Cette couverture boisée ne peut cependant être considérée comme une image fidèle des zones forestières passées, même si leur répartition est en partie déterminée par la nature des sols. La restitution du boisement ancien est une tâche difficile et risquée. Pour le Bas Maine, on dispose de plusieurs propositions, dressées essentiellement pour la période médiévale.

La première proposition est celle du géographe R. Musset (1917 : 233-234). Il s'est appuyé pour cela essentiellement sur les articles du dictionnaire de l'abbé Angot (1910). Il a souligné lui-même l'aspect approximatif de ce travail. À sa suite, A. Bouton a repris la même démarche dans son ouvrage sur l'histoire sociale et économique du Maine. Il a toutefois complété l'étude de R. Musset en y ajoutant les toponymes médiévaux désignant landes et forêts (BOUTON 1962 : 112 + carte) (fig. 81).

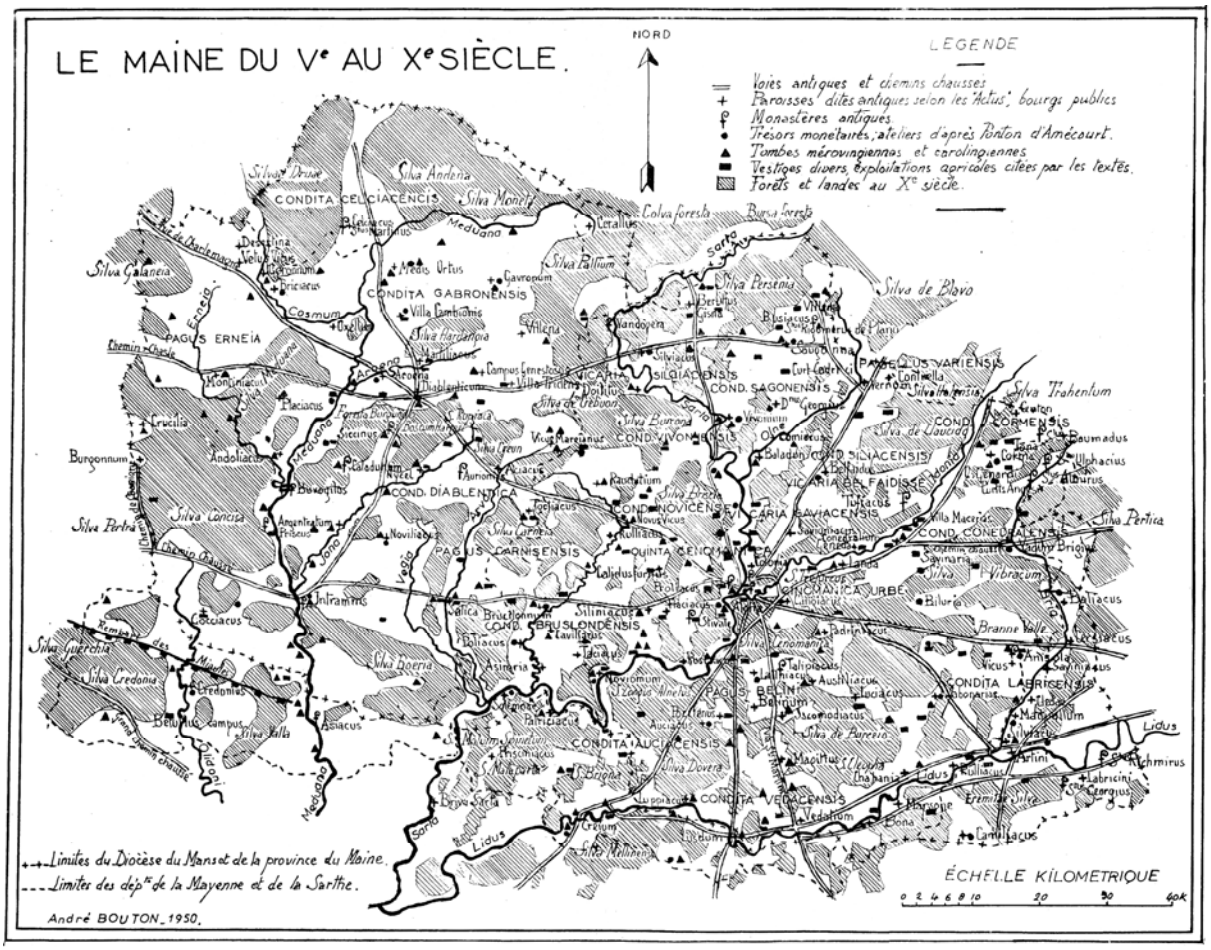


Fig. 81 : occupation du territoire dans le Maine d'après A. Bouton (1962 : 112). La restitution du boisement, fondée sur la toponymie et les textes anciens, ne peut être retenue.

On ne peut que souligner l'aspect discutable de cette démarche. L'utilisation de la toponymie pour la reconstitution de l'occupation du sol, bien qu'elle ait eu son heure de gloire et que certains ouvrages récents en fassent encore un thème central, demeure éminemment critiquable. La toponymie peut seulement indiquer la localisation, plus ou moins précise, d'un élément marquant ponctuel (voie, éminence ou, dans notre cas, ferrier) ou d'un lieu connu par d'autres sources. Elle est impuissante à reconstituer l'histoire du paysage ou la trame d'occupation du territoire (ZADORA-RIO 2001). Le résultat obtenu pour les forêts du Bas Maine est d'ailleurs en partie contradictoire avec les informations apportées par les textes médiévaux réunis et étudiés par D. Pichot qui propose à son tour une carte des secteurs boisés en s'appuyant sur des documents cartographiques anciens et les textes des IXe-XIIIe s. mentionnant bois et forêt (fig. 82).

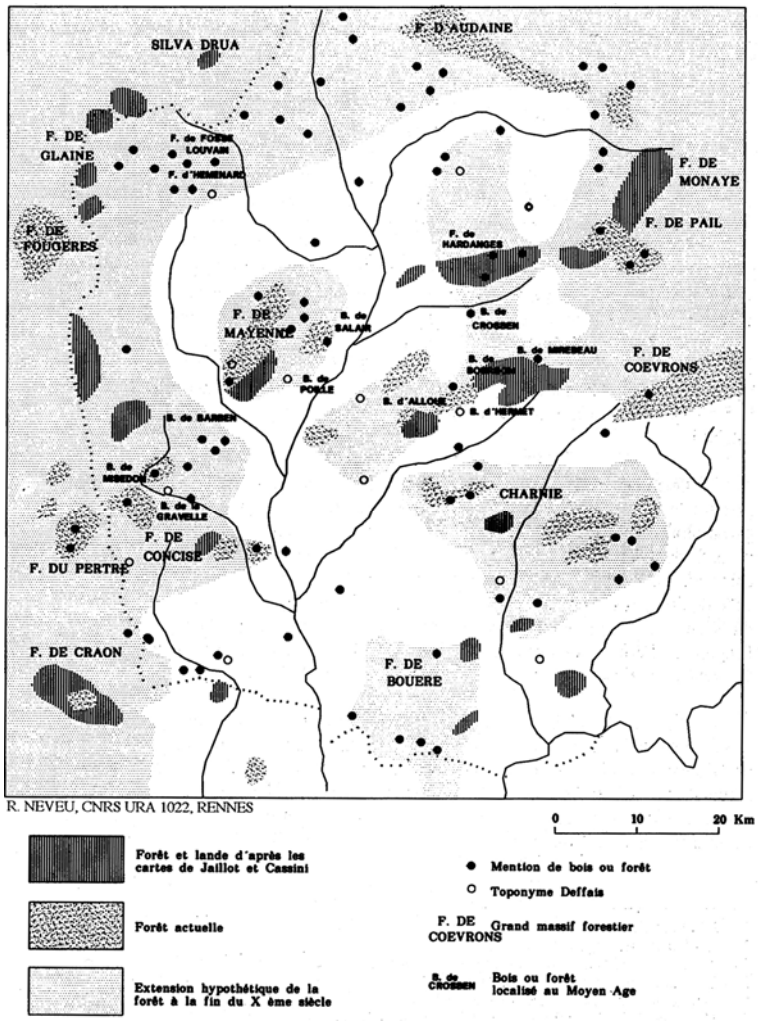


Fig. 82 : répartition des zones forestières au Xe s. selon D. Pichot (d'après PICHOT 1995 : 41).

Il prend comme point de départ les contours des massifs forestiers reportés sur les cartes de Jaillot et de Cassini (XVIIIe s.). Cette démarche est en fait en grande partie rendue inefficace par l'imprécision des documents cartographiques pris comme référence. On sait que si la carte de Cassini présente une géométrie correcte pour ce qui est de la répartition des villages ou des hameaux, la représentation des éléments naturels (forêts et rivières) ne respecte que de loin la réalité. En outre, la seule mention de bois ou d'une forêt dans un texte isolé ne permet sûrement pas d'en déduire

l'extension et la nature (parcelle boisée ou massif ? Bois de haute futaie ou taillis ?). Tout ceci rend ces trois propositions peu crédibles. Le résultat est d'ailleurs en lui-même difficile à prendre au sérieux. Si l'on ne prend que la dernière proposition en date, celle de D. Pichot, plus de la moitié de notre zone d'étude serait couverte de forêt à la fin du Xe s. pour une population que l'auteur décrit lui-même en hausse (PICHOT 1995 : 35-43). La zone de frontière entre Maine, Bretagne et Normandie ne serait qu'une seule et vaste forêt, ce qui revient, peu ou prou, à l'hypothèse de "frontière épaisse" proposée pour l'époque romaine par C. Lambert et J. Rioufreyt (1981 ; 1985), hypothèse qu'on a déjà discutée et rejetée.

L'ensemble des données recueillies par ces trois auteurs n'est toutefois pas à rejeter en bloc. La distribution des textes médiévaux indiquant la présence de bois et de forêt apporte des éléments intéressants. Par exemple certains des plus grands massifs forestiers contemporains ne bénéficient d'aucune mention ancienne ou très peu : aucune pour la forêt des Andaines, une pour la forêt de Multonne, deux pour celle de Sillé et seulement quatre pour le grand massif des Charnies. À l'opposé, dans certains secteurs où l'emprise forestière a presque disparu, plusieurs textes attestent la présence de bois dans le secteur, notamment dans le nord-ouest du département de la Mayenne (forêts de Louvain et d'Hemenard). Ailleurs, les textes indiquent l'ancienneté de secteurs boisés, notamment à la frontière avec la Bretagne, à hauteur de Saint-Pierre-la-Cour (bois des Gravelles et de Misedon) et à l'ouest de la ville de Mayenne (Forêt de Mayenne et Bois de Salair). De même, malgré l'imprécision de la levée des cartes anciennes, la comparaison entre les cartes de Cassini et Jaillot avec la situation actuelle met en évidence une forte rétraction des domaines boisés dans la région depuis le XVIIIe s., avec la disparition complète de la forêt d'Hardanges et de Glaine.

Un autre type d'informations peut être utilisé pour valider ou non la présence d'une forêt dense à l'emplacement des massifs boisés actuels : la présence de témoins archéologiques de leur occupation. Les forêts qui n'ont pas été semées mécaniquement sont un formidable conservatoire archéologique où sont préservés fossés et talus, murs et tas d'épierrement qui auraient disparu en milieu cultivé. Leur présence dans les forêts est, en outre, facile à détecter. La découverte lors des prospections de nombreux fossés et murets de pierre formant des limites de parcelles indiquent notamment que la forêt de Grande Charnie a été, au moins en partie, défrichée pour l'exploitation agricole, ne serait-ce que pour la pâture des animaux. Le site des "Coqueriers" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe) confirme probablement cette situation (72278.32). V. Gomer mentionne ces ruines dans les années 1930 et elles ont été visitées lors des vérifications de terrain grâce aux indications de M. Padois, garde forestier (GOMER 1935 ; SARRESTE 2006b : 8). Au cœur de la partie orientale du massif des Charnies, un ensemble de bâtiments en pierre sèche couvrant à peu près un hectare se trouve en plein milieu boisé, à quelques mètres d'un ruisseau (gué ?) et d'un petit ferrier, dont la contemporanéité n'est pas établie. Cet habitat n'apparaît pas sur le cadastre ancien, ni sur les cartes anciennes (Jaillot et Cassini). La nature des constructions et l'étendue des vestiges ne correspondent pas à un habitat forestier (charbonniers ou bûcherons) et trahiraient l'occupation de ce secteur durant le bas Moyen Âge au moins, époque à laquelle le couvert forestier était probablement moins dense, voire inexistant dans ce secteur. On peut tirer des conclusions semblables pour le bois de Bourgon à l'époque antique. Ici, c'est un bâtiment en petit appareil d'époque romaine, mis au jour lors du percement d'une allée forestière (commune de Belgeard, Mayenne : NAVEAU 1992a : 135), qui permet

de douter du boisement à cette période. La partie relevée par R. Diehl n'est probablement qu'une portion d'un complexe plus vaste. La présence de bois autour de ce type de site n'est pas impossible, mais reste incertaine. Des cas semblables sont connus par ailleurs, par exemple en forêt de Tronçay (Allier) où l'abondance des établissements antiques indique que le territoire actuellement boisé ne l'était très certainement pas durant la période romaine (LAÜT 2007 : 104-105).

En revanche, la forêt de Sillé, qui a été plus largement prospectée, ne livre aucune trace de limites parcellaires ou d'habitat. Un seul enclos, de dimensions modestes, a été découvert à l'orée de la forêt (site de la "Milleterie", Mont-Saint-Jean, Sarthe) (SARRESTE 2006b : 11-12). Par contre, chaque parcelle de la forêt présente des traces d'activités diverses : charbonnage, extraction, chemin creux et, bien sûr, ferriers, qui prouvent, pour certains, l'exploitation du milieu forestier depuis l'époque romaine au moins. Ceci ne préjuge pas toutefois de l'étendue de la forêt ou de sa gestion (taillis ?).

6.5.2. L'apport de la palynologie

En fait, seule la palynologie permet d'apporter des informations sur ce sujet. Bien sûr l'étude de pollens fossiles ne permet pas de dresser une carte des massifs forestiers, ni d'en établir leur évolution, mais la proportion des pollens d'arbres (AP) par rapport au total (T) (céréales, rudérales, *etc*.) donne une image de l'ouverture du paysage (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 142). En outre, le palynologue peut préciser les espèces composant le cortège forestier et restituer leur évolution, bien souvent liée, à partir du Néolithique, à l'activité humaine. L'interprétation de ces données est conditionnée par de nombreux obstacles méthodologiques (RICHARD 1999). Malgré tout, les informations apportées s'ajoutent aux hypothèses exposées ci-dessus et, bien souvent, contredisent les présupposés.

Pour notre région, les travaux de D. Barbier permettent d'établir les grandes lignes de l'évolution de la végétation pour la partie nord du département de la Mayenne et en particulier du Mésolithique à l'époque récente[63] (BARBIER 1999 ; BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 ; VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005).

Dans le Bas Maine, le couvert forestier qui se développe à la fin du Boréal (Mésolithique) est composé majoritairement de noisetier, alors que le chêne se développe, accompagné de manière ponctuelle du charme, de l'érable, de l'orme et, en zones humides, de l'aulne. Le réchauffement du climat intervenu durant les premiers temps de l'Atlantique voit s'imposer la chênaie au détriment de la corylaie*. La forêt occupe alors une majeure partie du territoire. Le taux de pollens arboréens avoisine alors les 90 % (BARBIER 1999: 247; BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 144). Dès cette période, correspondant au Néolithique ancien, on peut percevoir la présence de rudérales, peut-être en relation

[63] Un obstacle à l'interprétation des données des diagrammes polliniques est le calage chronologique en datation absolue des différentes phases écologiques reconnues. En effet, les datations ^{14}C reportées dans les diagrammes sont exprimées en datation BP non calibrées. Je reporte donc pour l'exemple du diagramme "société environnement" présenté à la figure 83, un tableau de calibration de ces dates tel qu'il est publié dans BARBIER, VISSET, BURNOUF 2002 : 158, fig. 84.

avec le pastoralisme, dans des zones au climat plus clément, comme dans la vallée de l'Erve (VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005 : 86). Les traces d'anthropisation deviennent manifestes à partir du Néolithique moyen avec la présence de pollens de céréales et l'apparition dès cette période du noyer (BARBIER 1999 : 114 ; VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005 : 86). Durant la phase finale du Néolithique, les défrichements deviennent plus importants. On note la diminution de la chênaie sur les coteaux et de l'aulne dans les milieux humides. Durant l'Âge du Bronze, le couvert forestier reste toutefois important, avec un rapport AP/T de 80 % (VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005 : 87). Le chêne et le noisetier dominent, mêlés d'ormes, de tilleuls, de hêtres et de frênes. Paradoxalement, cette période marque une régression des activités pastorales, confirmée par plusieurs analyses dans la région. La transition Âge du Bronze/période de Hallstatt se traduit sur certains sites, comme à "Glatinié" (Changé, Mayenne), par la disparition des pollens de céréales et l'apparition de végétations arbustives adventices, pouvant traduire une reprise forestière de parcelles auparavant cultivées. Ce phénomène peut être interprété comme la déprise d'une partie de ce secteur au nord de Laval (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 146). Ce fait semble être corrélé par la rareté des découvertes archéologiques de cette période en Mayenne. Une seule zone paraît suivre une évolution autre : la vallée de l'Erve connaît durant la deuxième moitié de l'Âge du Bronze une forte déforestation. L'accroissement concomitant des pollens trahit la présence de prairies. L'impact humain, essentiellement dû à l'abattage des boisements de coteaux et à l'élevage, est donc particulièrement sensible dans ce secteur (VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005 :87). Dans le reste du Bas Maine, il faut attendre la transition Hallstatt/La Tène pour voir réapparaître une activité agro-pastorale et un impact croissant sur la forêt.

C'est dans cette ambiance que s'installe la métallurgie du fer. La période de La Tène se caractérise par une très forte diminution des pollens arboréens, qui passent en certains points de 75 % à 30 % (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 147). L'ouverture du paysage peut être liée à une forte pression démographique à cette période mais également, dans notre perspective, au développement d'activités artisanales particulièrement consommatrices de combustible, comme la réduction du minerai de fer. C'est durant cette période qu'est réalisé l'essentiel des défrichements. On assiste également à l'augmentation de la part des céréales et des rudérales, avec la mise en place de prairies. La transition Âge du Fer/période romaine est peu sensible dans les diagrammes polliniques. La déforestation des coteaux se poursuit de manière importante dans certains secteurs durant tout le Haut Empire, menant à un taux très faible de chênes et à la quasi-éradication du noisetier et du tilleul (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 148). Toutefois, globalement, on assiste dans le Bas Maine à la stabilisation de la forêt, qui augmente même légèrement par endroits, témoignant peut-être d'une meilleure gestion des milieux boisés, ou à une pression moins forte sur le territoire. La reconquête forestière devient plus sensible durant le Bas-Empire et s'accompagne d'une diminution des activités agro-pastorales. Ce phénomène a été mis en relation avec les difficultés politiques et les crises économiques et sociales qui agitent la région durant cette période (BARBIER 1999 : 251). Mais ce changement d'orientation peut aussi traduire la réorganisation du territoire ou l'arrêt d'activités artisanales, en particulier de la métallurgie du fer. Quoi qu'il en soit, la chênaie reconquiert les coteaux et les traces de défrichements restent ponctuelles (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 149).

La véritable rupture dans le paysage s'effectue à la fin du haut Moyen Âge. Dans le courant du IXe s. la forêt connaît une diminution drastique dans tout le Bas Maine. Elle ne représente plus que 10 à 20 % dans la vallée de l'Erve (VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005 : 90). Parallèlement, les cultures céréalières augmentent, mais aussi celle du chanvre. Ce constat va à l'encontre de l'hypothèse d'une vaste "solitude forestière" proposée par D. Pichot sur la foi des textes de cette époque. En fait, le paysage n'a jamais été aussi ouvert que durant cette période. La situation change peu aux périodes suivantes. La forêt diminue encore durant la période moderne, signe éventuel de l'installation du système bocager. On peut signaler l'augmentation de la part du noyer et du châtaigner dans ces boisements. La très forte exploitation des forêts à partir du XVIIIe s. pour l'alimentation des hauts fourneaux manceaux participe à une déforestation massive qui laisse certains massifs forestiers au bord de l'extinction à la fin du XIXe s.

L'établissement de diagrammes "société-végétation" permet de cerner rapidement ces changements. On peut y voir, par un effet-miroir, la part prise par les espèces les plus sensibles à l'impact humain, classées par grands types d'environnements (friche, praires, bois), à travers leur diversité floristique (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 138). L'exemple de l'analyse du sondage de "Glatinié" est un bon témoin des dynamiques environnementales qu'a connu le Bas Maine durant cette période (fig. 84).

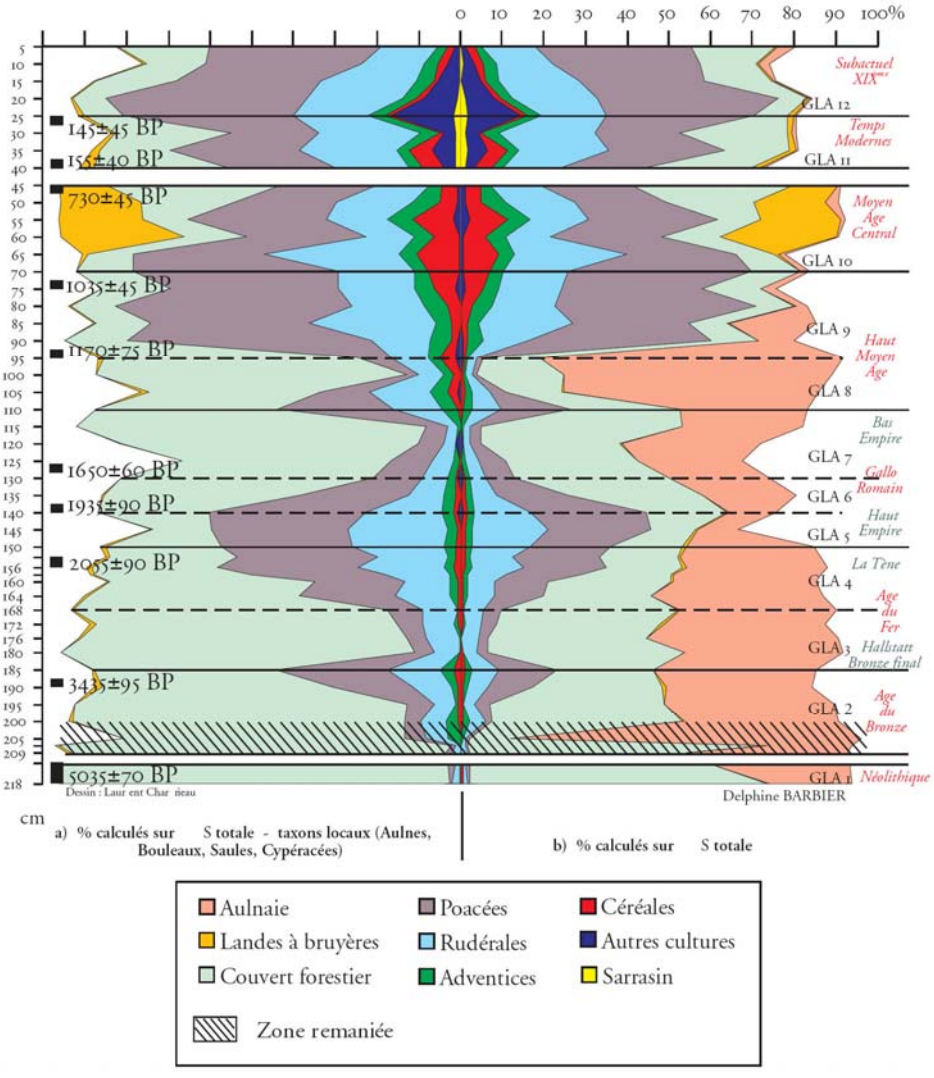


Fig. 83 : diagramme société-environnement établi à partir de l'étude palynologique du gisement de "Glatinié" (Changé, Mayenne) (d'après BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 138).

N° de laboratoire	Profondeur (cm)	Type de matériel analysé	Âge (B.P.)	Âge calibré* (2s)
A-9951	25 - 27,5	Tourbe brune	145 ± 45	1661 (1687, 1735, 1811, 1927, 1954) 1955 après J.-C.
A-9871	37,5 - 40	Tourbe noire ± vaseuse	155 ± 40	1661 (1685, 1742, 1808, 1931, 1954) 1955 après J.-C.
A-9952	45 - 47,5	Tourbe noire	730 ± 45	1228 (1286) 1380 après J.-C.
A-9872	72,5 - 75	Tourbe noire	1035 ± 45	896 (1012) 1152 après J.-C.
A-9873	92,5 - 95	Tourbe noire	1170 ± 75	679 (886) 1017 après J.-C.
Beta-127238	125 - 127,5	Tourbe noire	1650 ± 60	252 (415) 549 après J.-C.
A-9874	137,5 - 140	Tourbe noire	1935 ± 90	154 avant J.-C. (78 après J.-C.) 322 après J.-C.
A-10021	153 - 156	Tourbe noire	2055 ± 90	359 avant J.-C. (43 avant J.-C.) 133 après J.-C.
A-10022	187,5 - 190	Tourbe noire ± vaseuse	3435 ± 95	1971 (1738, 1711, 1708) 1514 avant J.-C.
A-8737	212 - 218	Tourbe noire	5035 ± 70	3976 (3894, 3887, 3798) 3665 avant J.-C.

Fig. 84 : tableau des datations calibrées (d'après STUIVER, REIMER 1993) du diagramme société-environnement établi à partir de l'étude palynologique du gisement de "Glatinié" (Changé, Mayenne) (d'après BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 158).

Chapitre 7
Présentation des sites de réduction directe du fer du Bas Maine

Près de 90 % des sites sidérurgiques anciens enregistrés dans le Bas Maine sont liés à la réduction directe (426 sur 484). Parmi eux, on compte 273 amas de scories coulées (ferriers), le reste étant des dispersions de scories (131) et des découvertes de résidus isolés de traitement du minerai de fer (scories piégées ou coulées) (22). La phase de réduction est donc au centre de cette recherche. Il est à noter que par contraste on ne possède presque aucune information sur les phases de post-réduction. Cette lacune s'explique en grande partie par le peu d'attention portée aux vestiges sidérurgiques par le passé – les mentions antérieures aux années 1990 sont généralement inexploitables – et par la quasi-absence de fouilles archéologiques récentes dans la zone d'étude, hormis à Jublains et les rares diagnostics préventifs. On ne pourra donc pas traiter dans le détail des étapes d'épuration et de forge d'élaboration. Celles-ci seront approchées à travers l'unique exemple des forges de la ville antique de Jublains (chap. 11).

Le présent chapitre s'attache à présenter les principales caractéristiques des sites liés à la réduction directe du fer dans le Bas Maine à travers la morphologie des résidus rencontrés (7.1), leur composition chimique (7.2), les dimensions des amas de scories coulées (7.3) et la datation des sites (7.4), avant d'aborder leur répartition dans la zone d'étude (chap. 8).

7.1. Faciès des résidus du traitement du minerai

7.1.1. Les scories issues de bas fourneaux sans écoulement de la scorie

7.1.1.1. Les scories piégées

Ce terme est réservé ici aux scories restées piégées dans une fosse réceptacle, généralement circulaire, aménagée sous le bas fourneau, et qui prennent généralement une forme cylindrique. Ce faciès s'oppose aux scories de "fond de four", restées, comme leur nom l'indique, au fond du fourneau et qui ont une forme de calotte. Celles-ci font l'objet du paragraphe suivant (7.1.1.2).

M. Hubert avait, avant le début de la présente recherche, noté l'existence de scories piégées en Mayenne. L'enregistrement méthodique de ce type de vestiges a été encouragé et a débouché sur une publication synthétique sur l'un des secteurs où se concentrent ces vestiges, la région de Saint-Pierre-la-Cour / La Gravelle (Mayenne) (HUBERT 2005). Cette zone n'est cependant pas la seule à livrer des blocs de scories piégées. Au total, 31 sites livrant une ou plusieurs scories piégées ont été enregistrés

dans la zone d'étude et neuf en dehors. La distribution de ces sites sera évoquée plus loin, dans le cadre de la présentation des zones de production dans lesquelles ils s'intègrent.

Dans deux cas, les fragments de blocs voisinent immédiatement avec des scories coulées (sites de "La Forêt de Bellebranche" à Saint-Brice – 53203.02 – et du "Moulin Neuf" à Saint-Pierre-la-Cour – 53247.01 –). Ces sites pourraient correspondre à des ateliers où les deux techniques se sont succédées, directement ou non (hiatus ?), ou ont cohabité. Malheureusement, ces sites n'ont pas pu être datés. La chronologie de ces vestiges est d'ailleurs encore très mal connue (cf. 7.4).

Dans toute la région, ce type de résidus présente la même morphologie générale : il s'agit de blocs généralement cylindriques, dont le diamètre varie entre 45 et 80 cm et l'épaisseur (entre 20 et 50 cm) en fonction de leur état de conservation. Ces pièces sont caractérisées par la présence d'une partie supérieure plus dense, à la surface de laquelle on perçoit souvent une zone magnétique, empreinte de la masse de fer. La partie inférieure est constituée de fines coulures ou gouttelettes de scorie conservant les traces des charbons ou des pièces de bois sur lesquels elle a coulé. La partie supérieure est couramment soulignée par un bourrelet qui correspond au bord de la fosse dans laquelle la scorie s'est figée. La photographie de la figure 85 fournit un exemple typique d'un bloc complet.

Fig. 85 : bloc de scorie piégée provenant du site "Le Roc" à Saint-Pierre-la-Cour (cliché M. Hubert) (vu de profil). Échelle indicative.

Ces scories sont souvent remontées par les labours et les agriculteurs les déplacent en bord de champ, sur les talus et les réutilisent parfois comme matériau de construction. De ce fait, on ne connaît que très rarement le contexte de découverte de ce type de vestiges. Toutefois, dans quelques cas, on peut repérer dans les labours des concentrations de petits fragments de coulures de scories provenant de la partie inférieure des blocs de scorie piégée. Ces fragments ont généralement une forme de grappe : les gouttelettes de scories forment un enchevêtrement dans lequel on remarque souvent la

marque de morceaux de charbon ou de bois. Ces dispersions, pour lesquelles on peut supposer la présence d'un atelier de réduction sur place, sont très rares[64].

7.1.1.2. Les scories de fond de four

Des scories non coulées se distinguent du faciès précédent : elles sont en forme de calotte plus ou moins grande, mais dont le diamètre peut atteindre 40 cm et l'épaisseur 15 cm (fig. 86). La structure interne est plus ou moins dense mais jamais vitreuse. Certains spécimens sont très hétérogènes. On voit de nombreux trous qui donnent un aspect déchiqueté à la scorie. Elles sont donc fragiles et se fragmentent en très petits morceaux, aux bords acérés. Ces scories sont très proches des scories internes classiques (7.1.3.1), si ce n'est qu'elles se distinguent par leur forme et leur taille, ainsi que par la présence d'inclusions de graviers. En outre, on les trouve seules, dans des ferriers où la terre est généralement très noire et charbonneuse.

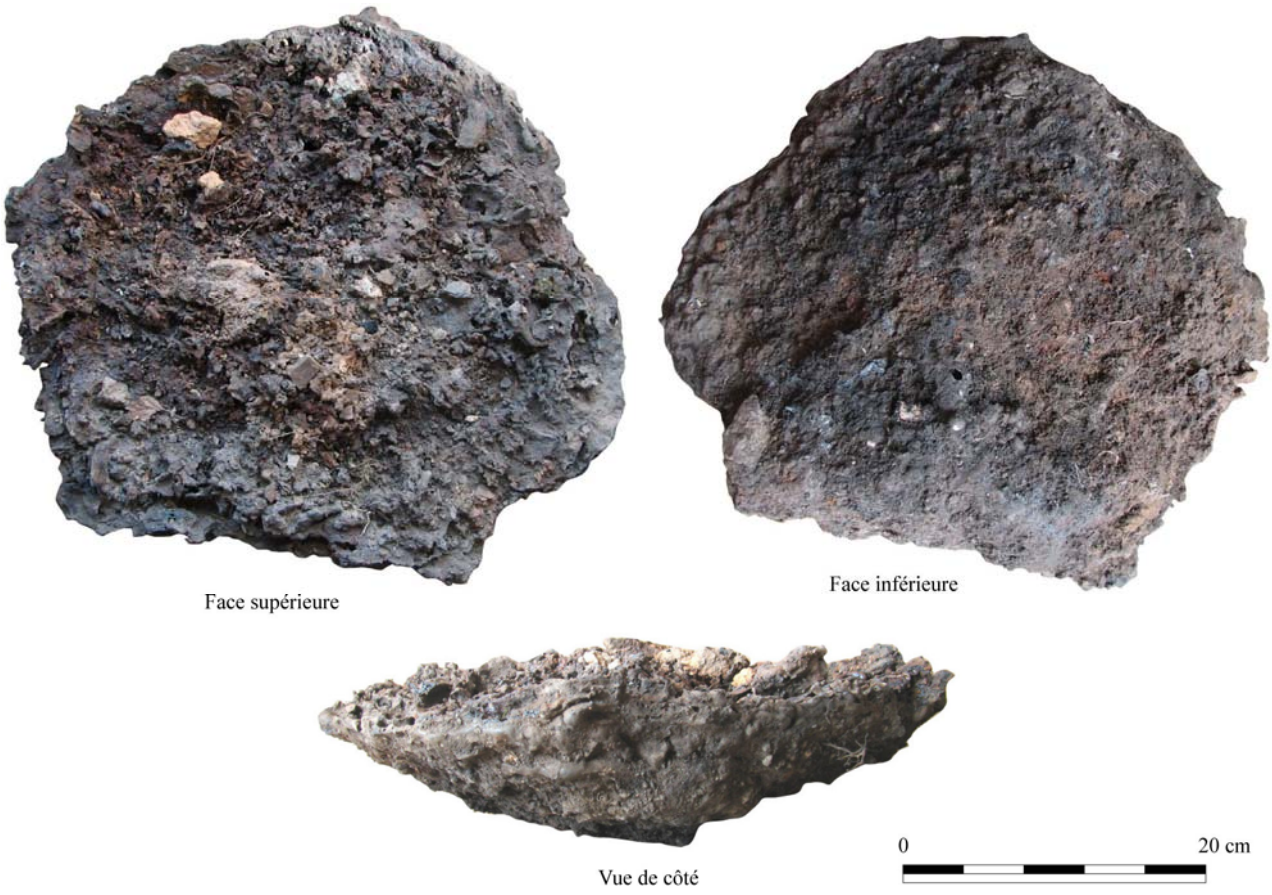


Fig. 86 : spécimen de scorie en fond de four provenant du site de "Roche Brune 2" (72 234.09).

[64] "Le Roc" à Saint-Pierre-La-Cour, "La Prée 2" à Launay-Villiers par exemple.

On pourrait douter du rattachement de ce faciès à la phase de réduction. En effet, on ne trouve sur ces sites aucune scorie présentant un faciès coulé, que ce soit en coulure interne, comme on vient de le voir, ou en plaques de cordons, comme je le présenterai ci-dessous. Pourtant, plusieurs arguments permettent de repousser ce doute. En premier lieu, on ne trouve jamais de battitures associées à ces résidus. Or, on l'a dit, le travail du fer à chaud produit immanquablement ce type de déchets, qui est présent en quantité sur tous les sites de forge d'épuration ou d'élaboration. D'autre part, l'aspect macrographique[65] de ces scories ne présente aucun des caractères des scories de post-réduction : ces fonds de fours ne contiennent jamais de fer à l'état métallique et elles ne sont pas magnétiques. Leur taille oscille entre 20 et 40 cm ce qui est globalement beaucoup plus grand que les culots connus pour les phases de post-réduction. Enfin, leur quantité, plusieurs tonnes sur chacun des sites reconnus, ne correspond pas à ce que l'on sait de la quantité de déchets produits lors du travail du métal. Ces scories de fond de four sont donc bien issues du traitement du minerai de fer dans des structures sans écoulement. Il est toutefois impossible de savoir s'il s'agit de fourneaux sans porte ou de fours en fosse. Des examens métallographiques et des analyses chimiques, encore à faire, permettraient sans doute d'apporter des éléments supplémentaires sur ce faciès.

Seuls douze sites livrant ce type de scories ont été enregistrés dans la zone d'étude. Le premier à avoir été caractérisé est le site du "Mont Brûlé" à La Ferrière-aux-Étangs (Orne, site 61 163.03), mais les informations les plus intéressantes ont été réunies lors de la fouille du site de "Roche Brune 2", où un petit ferrier d'une douzaine de mètres cubes contenant uniquement ce type de scories a été découvert (site 72 234.08). On y reviendra à l'occasion de la présentation de ce site (cf. 10.1.3).

7.1.2. Les scories coulées

La scorie qui s'écoule du bas fourneau ne prend pas toujours le même aspect : en fonction de sa quantité, de sa fluidité, de la conformation de la structure de réduction ou encore de la manière de mener l'opération, la coulée peut se figer dans des conditions différentes. On peut ainsi distinguer plusieurs faciès.

Les vérifications de terrain ont permis d'enregistrer des informations à ce sujet : on connaît ainsi le faciès dominant pour 325 sites ayant livré des scories coulées, dont 250 ferriers. Trois grands faciès ont été identifiés : ils sont présentés ci-dessous. La répartition de ces faciès dans la zone d'étude sera abordée plus loin, lors de la présentation des zones de production (cf. 8.2.2).

7.1.2.1. Les scories coulées denses en cordons fins

C'est le faciès de scorie le plus couramment décrit pour la réduction directe : la scorie, en s'écoulant du bas fourneau, forme des petites coulures, plus ou moins longues mais toujours pleines et denses qui refroidissent et se superposent. Les sites livrant ce type de résidus sont les plus nombreux : on en compte 180 dans la zone d'étude, dont les deux tiers sont des ferriers (122).

[65] On ne possède pas encore d'étude micrographique de scories de fond de four : je me réfère donc aux observations faites sur des cassures fraîches de certaines calottes.

En fonction de la position du trou de coulée dans la porte du bas fourneau, le bloc de scorie obtenu est plus ou moins plat et prend la forme d'un éventail. Ces scories peuvent ensuite être fragmentées avant d'être rejetées sur le ferrier (fig. 87). On remarque toutefois que, sur certains sites, les blocs gardent, à peu de chose près, leur taille d'origine[66].

Le fait de fragmenter ou non la scorie avant de la rejeter correspond sûrement plus à une habitude qu'à un procédé technique. Dans certains cas, on peut supposer que les blocs les plus massifs sont le fruit de plusieurs opérations successives. On peut également envisager que la scorie puisse être soit retirée au fur et à mesure de l'opération, dès qu'elle est figée, soit au contraire être évacuée seulement à la fin, formant ainsi ces plaques massives. Tout ceci peut paraître anecdotique et pourtant cette constatation est néanmoins intéressante. En effet, la taille de ces plaques permet de mieux cerner la quantité de scories qui pouvait s'écouler lors d'une ou deux opérations de réduction. Les pièces les plus complètes observées dans le Bas Maine pèsent entre 15 et 30 kg.

Dans quelques cas, la partie inférieure de ces scories n'est pas plate mais en V ou en U. Ceci peut être expliqué par la coulée de la scorie dans un canal aménagé à la sortie du fourneau. Ce genre de conformation n'a pas été noté systématiquement lors des vérifications de terrain et on ne peut pas donner une estimation chiffrée de leur proportion, mais il semble assez courant. Le même type de constatation peut d'ailleurs être fait pour les scories à cordons vacuolaires.

[66] On trouve ainsi des grandes plaques sur les sites de "Beauchêne 1" à Montreuil-le-Chétif (Sarthe, site 72209.06), des "Harnas 1" à Saint-Loup-du-Dorat (Mayenne, site 53233.05), des "Jarrias 1 à 3" à La Ferrière-Bochard (Orne, sites 61165.06, 08 et 09), de la "Forêt des Chartreux 2 et 3" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe, sites 72278.14 et 15) et de la "Haie 2" à Gesvres (Mayenne, 53106.12) *etc*.

Fig. 87 : plaque de scories coulées en cordons fins en éventail provenant du site de la "Forêt des Chartreux 2" (Saint-Denis-d'Orques, Sarthe, sites 72278.15). On trouve le plus souvent des fragments que des plaques massives de ce genre, qui est en fait une exception.

Fig. 88 : Exemples de scories en plaquettes : 1 – surface supérieure ridée (au contact de l'air à la sortie du fourneau) ; 2 – surface interne supérieure de la bulle ; 3 – surface interne inférieure de la bulle ; 4 – surface inférieure de la coulée (moulant les aspérités du sol) ; 5 et 6 : vue de profil et de face de l'extrémité d'une bulle (clichés : M. Hubert).

7.1.2.2. Les scories coulées en "plaquettes"

Ces scories se présentent sous la forme de fine plaque de 0,5 à 3 cm d'épaisseur offrant généralement une face lisse et l'autre ondulée ou irrégulière (fig. 88). Cette particularité avait déjà été notée par M. Hédin pour les ferriers de la forêt de Sillé au début du XXe s. : "Leurs scories sont généralement en plaquettes de quelques centimètres d'épaisseur, de couleur brun foncé, à cassure franche et vitreuse, à surface mamelonnée" (HÉDIN 1913-1914 : 19). Ces plaquettes présentent ainsi toute une face lisse, où l'on discerne parfois, à l'œil nu, des cristaux, induisant un refroidissement lent de la matière. L'autre face peut être ridée, voire froissée ou crevassée, ou marquée par des inclusions d'argile, de roches ou de scories pilées. Dans le premier cas, les plis s'apparentent à ceux qui se forment en surface des coulées de laves volcaniques. On sait dans ce cas qu'une fine pellicule se fige au contact de l'air mais que le flot de laves continuant à s'écouler, cette couche est entraînée et se plisse. La situation semble proche pour ce type de scorie. Pour l'autre face, la présence d'inclusions ne peut s'expliquer que par l'écoulement de la scorie liquide sur le sol. Sur le terrain, on rencontre, mêlées à ces fines plaquettes, des scories en forme d'Y, où l'une des faces, ridée, correspond à la partie de la scorie ayant refroidi au contact de l'air ; l'autre a piégé des graviers, trahissant son écoulement sur le sol. La fourche de l'Y est complètement lisse. Leur forme peut s'expliquer de la manière suivante : la scorie, en s'écoulant rapidement, forme des bulles de grandes dimensions qui, une fois refroidies, se fragmentent pour former ces plaquettes, les Y étant les commissures de ces grandes poches de gaz. Si cette explication est la bonne, elle implique d'une part une extraordinaire

fluidité de la scorie et d'autre part un écoulement massif réalisé en une seule fois, deux critères qui n'ont jusqu'ici jamais été reconnus, ni reproduits par expérimentation.

Les scories en plaquettes représentent le faciès dominant de 105 sites à scories coulées de la zone d'étude (dont 95 ferriers). Toutefois, dans certains cas, elles sont en part égale avec des scories coulées à cordons fins (7 cas recensés). Ceci montre que les deux faciès de déchets ont pu être produits concurremment ou successivement sur le même site, mais peut-être avec un hiatus ou dans des structures différentes.

Ces scories en plaquettes ont déjà été décrites par J.-B. Vivet en Ille-et-Vilaine (VIVET 1997 : 66 ; 2007 : 75-76). Elles ne semblent donc pas caractéristiques de notre zone d'étude et, à la vue de la répartition des sites livrant ce type de résidus, elles ne peuvent pas être attribuées à l'utilisation d'un minerai spécifique. L'explication de ce faciès doit donc être cherchée dans les aspects techniques de la production.

La morphologie de ces scories en plaquettes pose, en fait, des problèmes techniques. La réalisation de telles conditions de fluidité et de quantité peut être le résultat de plusieurs facteurs étroitement liés : la nature du minerai, la taille et la morphologie du fourneau, des ajouts modifiant les propriétés physico-chimiques de la charge du four, la durée de chauffe ou enfin la façon de mener l'opération de réduction. Le cas du ferrier de "Roche Brune 1" (cf. chap. 10), présenté en détail plus loin, a été l'occasion de réaliser des analyses chimiques sur ce type de déchets. Elles seront présentées en même temps que ce site. Des examens métallographiques font encore défaut pour comprendre la dynamique de formation de ces déchets (vitesse de refroidissement, cristallisations, phase *etc*.). Ces examens pourraient être réalisés sur les témoins d'analyses chimiques conservés.

Enfin, les scories en plaquettes sont généralement associées à un cortège d'autres types de scories, dans des proportions variables :

- des scories denses à cordons très épatés (plusieurs centimètres de large), dont l'extrémité est marquée par un bourrelet soulignant l'arrêt de la progression de la coulée ;

- des scories à la surface plane très épaisse (jusqu'à 7 ou 8 cm), avec, en partie supérieure, juste sous la face au contact de l'air, une phase vitreuse de couleur verte (encore non analysée) ;

- des scories pseudo-cylindriques de grand module, qui ne sont pas spécifiques des sites à scories en plaquettes, mais leur sont couramment rattachées et sur lesquelles je reviendrai.

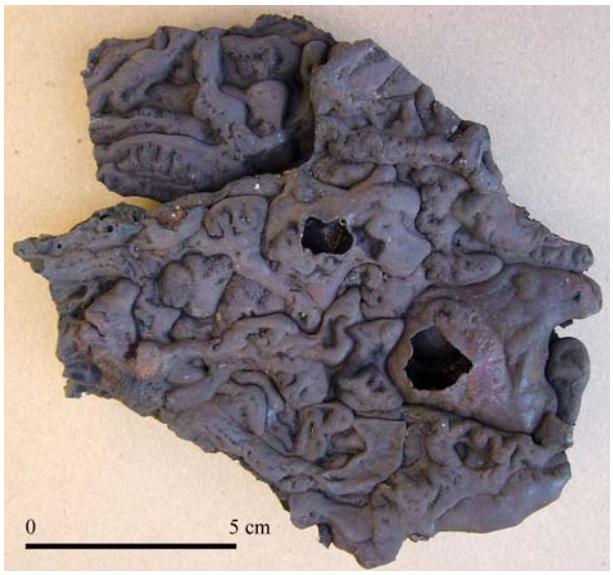


Fig. 89 : exemple de scories à cordons vacuolaires provenant du site du "Bois d'Andigné" à Saint-Aignan-Sur-Roë (Mayenne, site 53197.01) (cliché M. Hubert).

7.1.2.3. Les scories coulées à cordons vacuolaires

Un autre faciès, plus rare, identifié seulement sur 18 sites, est lui aussi très caractéristique. Il s'agit de scories relativement légères, présentant à leur surface des cordons creux, percés de trous et ayant un aspect "dégonflé" (fig. 88). La structure interne de ces scories est hétérogène : on constate que la partie inférieure, celle en contact avec le sol, est plus dense que la partie supérieure, où l'on voit plus de bulles. Des scories de ce type sont connues en Bretagne, notamment en forêt de Paimpont (communication personnelle J.-B. Vivet).

7.1.2.4. Bilan des faciès dominants des déchets sur les sites de réduction du Bas Maine

On connaît le faciès des déchets pour 357 des 426 sites liés à la réduction directe du fer dans le Bas Maine. Ils se répartissent selon l'histogramme de la figure 90. Deux faciès dominent très largement : les scories denses en cordons (184 sites) et les scories en plaquettes (105). Les autres sont nettement minoritaires.

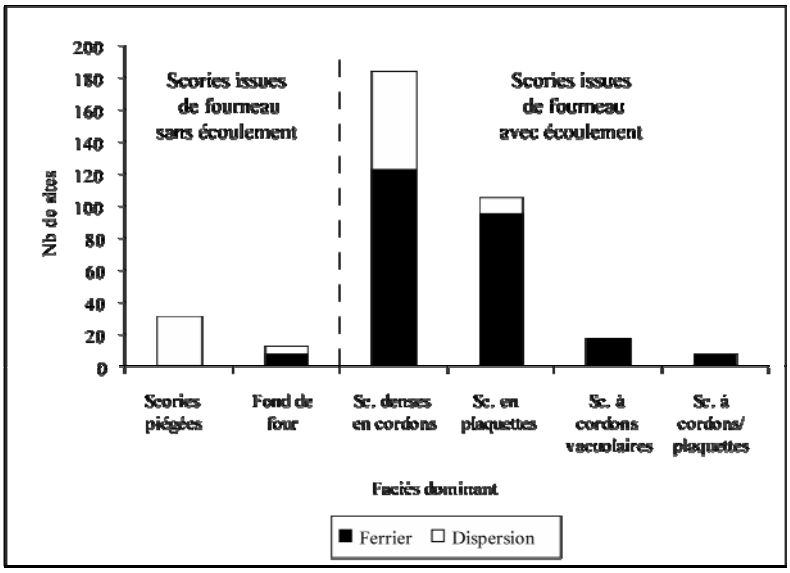


Fig. 90 : répartition des faciès dominants sur les sites liés à la réduction directe du fer.

7.1.3. Les autres scories de réduction

7.1.3.1. Les scories internes

Malgré l'écoulement de la majeure partie de la scorie à l'extérieur du four, une portion reste à l'intérieur du bas fourneau, notamment au contact des parois ou à proximité de la masse de fer. Ces scories internes ont un aspect hétérogène : celles adhérant à la paroi portent souvent sur l'une de leur face un placage d'argile cuite issue de cette dernière ; celles au contact avec le massiot peuvent être plus ou moins magnétiques et, pour certaines, contenir du fer ou, dans le cas d'une réduction inachevée, des fragments de minerai non réduits. Ces scories se sont refroidies plus lentement que celles qui sont sorties du bas fourneau et le dégazage à l'état pâteux entraîne la présence de bulles plus ou moins importantes. Ces scories sont donc moins denses que les autres.

7.1.3.2. Les scories en cylindres fins ou "bouchons de tuyères"

On trouve couramment sur les ferrier des scories cylindriques dont la longueur est généralement voisine de 10 cm et le diamètre oscille entre 1 et 2,5 cm. Leur surface est généralement irrégulière et l'on constate que les deux extrémités sont cassées. Des spécimens semblables ont déjà été reconnus dans la région de Combourg par J.-B. Vivet, et sont identifiées comme des scories ayant remonté dans le bloc-tuyère lors de l'aspiration, avant de s'y figer (VIVET 1997 : 68). Leurs dimensions correspondent en effet parfaitement à la taille des canaux des tuyères connues dans la région. Cette interprétation paraît tout à fait satisfaisante, malgré le fait qu'on n'ait jamais retrouvé l'un de ces "bouchons de tuyères" *in situ* dans une tuyère.

7.1.3.3. Les scories cylindriques de grand module

Ces scories se présentent sous la forme de tige de scories pseudo-cylindrique dont la longueur oscille entre 10 et 17 cm et le diamètre entre 3 et 6 cm (fig. 91). Leur contour est granuleux et piège souvent des graviers, parfois même des petits fragments de scories coulées. Le plus souvent, une des extrémités est cassée et l'autre a fondu. Le profil de ces tiges n'est pas toujours parfaitement circulaire mais parfois en U. Ces cylindres sont parfois accolés et réunis par une face totalement scoriacée et fondue (fig. 92). Les blocs ainsi formés peuvent peser plus de 25 kg.

Fig. 91 : scories cylindriques de grand module provenant du site de "Roche Brune 1" (72 234.06).

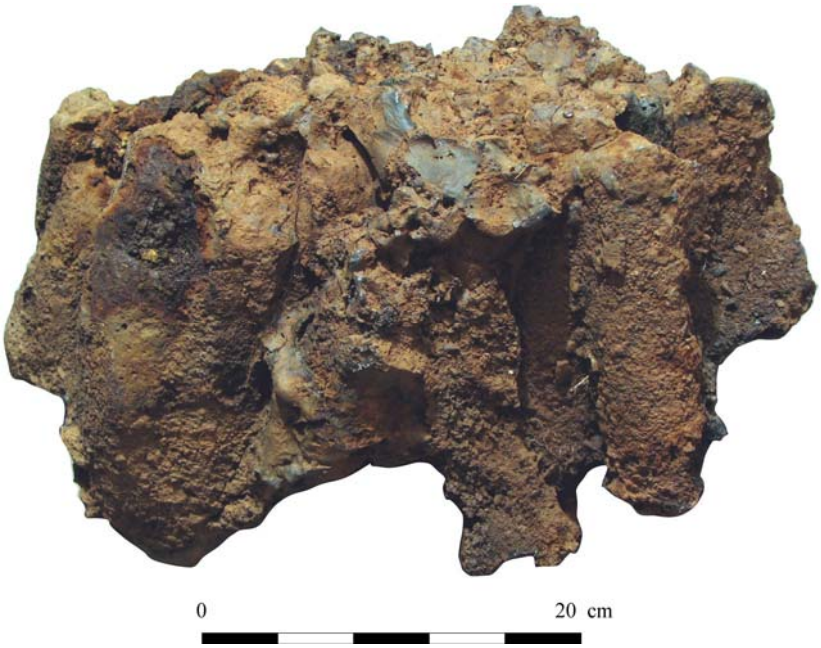


Fig. 92 : bloc de scories cylindriques de grand module accolées provenant du site de "Roche Brune 1" (72 234.06).

Le mode de formation de ce type de déchets n'est pas encore clairement établi. Une hypothèse a été avancée : les cylindres isolés proviendraient de l'écoulement de la scorie à travers une sorte de sole ou d'une porte percée (N. Zaour *in* LANGLOIS 2005) ; les blocs de plusieurs colombins accolés relèveraient, eux, de l'utilisation des exemplaires isolés pour la construction de la porte du four (hypothèse rapportée par J.-Y. Langlois). La première partie de l'hypothèse est difficile à prouver : l'archéologie n'a jamais permis de mettre en évidence l'existence d'une sole dans un bas fourneau. On

connaît en revanche des portes percées de trous, notamment sur l'un des fours à scorie piégée et à usage multiple de la région de La Bazoge (site de "La Jousserie" : CABBOÏ *et al.* 2007 : 51-52). Ces boudins auraient-ils pu se former dans des orifices percés dans la partie avant des bas fourneaux ? On ne peut pas encore l'affirmer. La seconde partie de l'hypothèse semble tout à fait envisageable. La présence récurrente d'une extrémité recuite ou fondue sur les colombins permet de penser qu'ils ont été exposés à une très forte chaleur et ont donc pu faire partie de la paroi du four.

Ce type de scories cylindriques est très couramment associé aux scories en plaquettes et doit relever de la même technique, même si, comme on l'a vu, on ne la connaît pas encore très bien.

7.1.4. Les éléments de parois de fours et de ventilation

7.1.4.1. Les éléments de parois de bas fourneaux

Il est à noter qu'aucun ferrier de la zone d'étude n'a livré de pierres marquées par des traces de feu ou couvertes de scories. L'utilisation de ce matériau pour la construction des fourneaux semble donc assez rare dans le Bas Maine, où l'argile paraît avoir été préférée.

La présence d'argile cuite, provenant très probablement de la réfection ou de la destruction des bas fourneaux, a été notée pour 130 des 273 ferriers identifiés. Dans les faits, il est probable que chacun en contient mais les conditions de visibilité lors des vérifications n'ont pas toujours permis de le constater. Ce type de rejet est néanmoins, en tout cas en surface, relativement rare : on peut estimer empiriquement leur proportion à moins de 5 %. Cette faible proportion peut s'expliquer par la disparition d'une grande part des pièces d'argiles qui, n'ayant pas atteint la température suffisante pour cuire, se sont délitées. Ce n'est cependant pas le cas des parois internes des bas fourneaux, qui sont forcément cuites voire vitrifiées. On manque malheureusement de données pour évaluer plus précisément l'altération des structures de réduction et donc la nécessité de leur entretien. En effet, en fonction de l'argile, du minerai utilisé et de la température atteinte, les parois seront plus ou moins attaquées lors d'une opération. Cette dégradation nécessite soit seulement un curage des parois, par décrochage des scories internes, soit un rechapage complet de la cuve. La superposition de ces enduits peut amener au rétrécissement de la capacité du four. Lorsque la structure est trop endommagée, la reconstruction du bas fourneau s'impose. La sous-représentation des éléments de parois par rapport à la quantité de scories pourrait être interprétée comme la preuve de réfections des fours, espacées dans le temps. La durée de vie d'un bas fourneau devait donc être assez longue.

On manque en fait encore largement de données sur ces pratiques d'entretien et de rechapage. On reviendra plus loin sur un témoignage touchant à ce sujet pour le site de "Roche Brune" (cf. 10.1.1.2). Un seul site a livré quelques informations : le site de "La Forêt des Chartreux 1" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe)[67]. Ce ferrier se trouve en milieu forestier et a servi de carrière pour la récupération de scories pour tous les agriculteurs voisins depuis les années 1930. Il ne reste plus à l'heure actuelle qu'un cratère mesurant environ 160 sur 80 m (de ce qui a pu être reconnu à travers la

[67] Site 72278.05.

végétation). Les coupes visibles mesurent encore plus de 2 m et laissent présager la présence ici d'un très important centre de production. C'est dans les restes de ce ferrier qu'ont été découverts des fragments de parois de plus de 40 cm de hauteur et de près de 20 cm d'épaisseur. On peut se demander si ces éléments de paroi ne proviennent pas de la destruction des bas fourneaux lors de la récupération des scories. Quoi qu'il en soit, ces blocs sont constitués de couches d'argiles séparées par plusieurs niveaux vitrifiés attestant la pratique du rechapage sur ce site. Malgré une recherche attentive et plusieurs visites, nous n'avons pu, avec M. Hubert, découvrir l'emplacement de l'atelier dans ces décombres et cette hypothèse reste donc à vérifier. Ce site n'a livré qu'un unique tesson, à engobe blanc, permettant une datation possible de ce ferrier de l'époque romaine.

7.1.4.2. Les tuyères

Si la plupart des ferriers livrent des fragments de parois provenant de la réfection des bas fourneaux, la découverte de tuyères ou d'éléments de ventilation en terre cuite est beaucoup plus rare. Seuls deux sites en ont livré : "Roche Brune 1" à Pezé-le-Robert (53 234.06) et "La Guittière" à Saint-Denis-d'Orques (72 278.04), tous les deux dans le département de la Sarthe. Ce dernier site est particulièrement intéressant. Sous la ferme actuelle de "La Guittière" se trouvent plusieurs amas de scories couvrant au moins 1,8 ha, sûrement bien plus. Les excavations réalisées par le fermier pour la récupération de scories permettent d'évaluer la hauteur de ces tas à au moins 2 m (les coupes observées mesurent jusqu'à 3 m sans qu'on ait perçu la base de l'amas). C'est dans la coupe de l'une de ces tranchées qu'ont été découverts plusieurs fragments de tuyères, dont deux quasi complètes, qui ont été ramassées (fig. 93). Au même endroit a été découvert un bord de mortier du Haut-Empire, attestant que ce site était en activité à cette période.

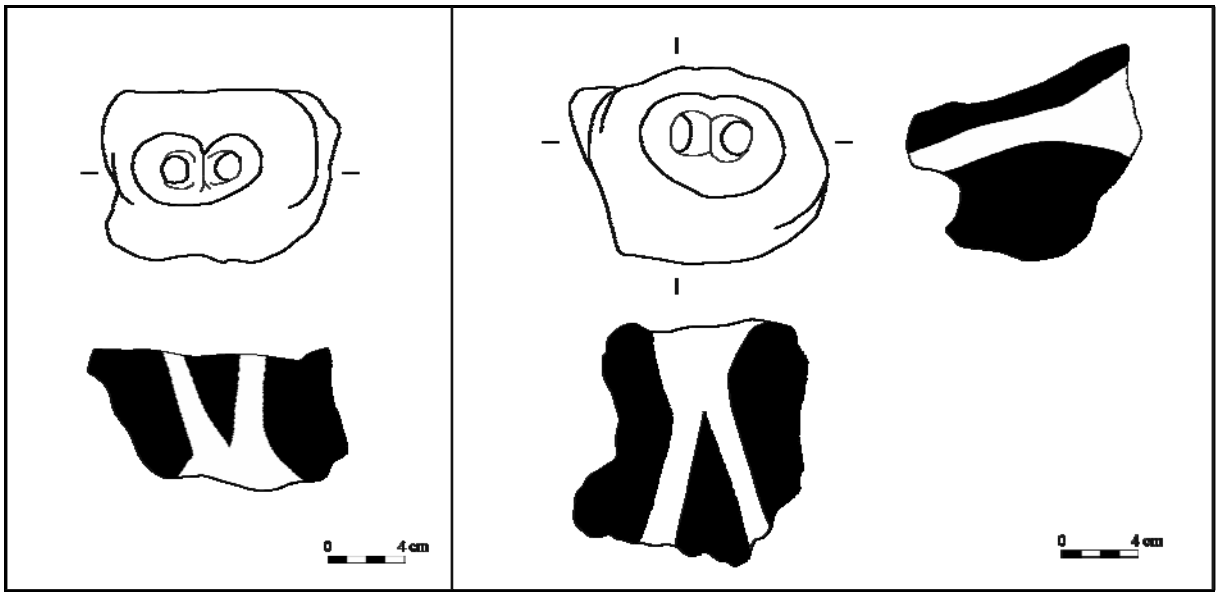


Fig. 93 : deux blocs-tuyères découverts sur le ferrier de "La Guittière/Le Minerai" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe) (dessin : E. Roux).

Sur le site de "Roche Brune 1", des fragments de tuyères ont été découverts à la base du ferrier principal lors des sondages. Ces éléments en argile étaient très fragmentés, mais on peut dire qu'ils relèvent du même modèle que ceux ramassés à "La Guittière". Ils ont été découverts dans un des premiers niveaux de rejet de l'atelier daté par radiocarbone entre 40 av. J.-C. et 130 ap. J.-C (on verra plus loin que l'occupation du site peut probablement être resserrée aux années 70-170 ap. J.-C. : cf. 10.2.5.1). On peut donc supposer que les deux sites sont d'époque romaine et plus précisément du Haut-Empire.

Les deux tuyères découvertes à "La Guittière" sont presque intactes ; il ne manque que quelques éclats qui n'empêchent pas leur interprétation fonctionnelle. Il s'agit de tuyères à canal bifide. Le conduit est à l'origine de forme ovale et mesure 6,5 sur 5 cm, puis se resserre sur une longueur de 4 cm avant de se scinder en deux canaux divergents de 7 cm de long. Le diamètre de ces deux canaux est de 2 cm au départ et est légèrement rétréci par la scorification à leur embouchure. Ils forment avec l'axe de la tuyère un angle d'environ 20°. Le spécimen le plus complet tient dans un cube de 12 cm de côté. Il possède sur la partie inférieure un plan de pose permettant de restituer l'inclinaison des canaux à environ 40° vers le bas. Ces deux pièces ont servi : la partie avant est scoriacée et en partie fondue ; sur l'un des deux on constate même qu'une partie du plan de pose a été exposée à la scorie, ce qui indique que la tuyère dépassait à l'intérieur de la cuve. Sur les deux spécimens, on remarque immédiatement sous l'embouchure des conduits une partie concave, la trace de la fusion de l'argile au niveau de l'arrivée d'air.

Ces deux blocs ont été ramassés parmi de très nombreux fragments de tuyères du même type, ainsi que des scories cylindriques interprétées comme "bouchons de tuyères", ce qui conforte cette interprétation. La très forte homogénéité de ces tiges de scories découvertes sur les sites de la région amène à penser que les conduits de tuyères avaient tous un calibre proche, de l'ordre de 2 cm de diamètre. D'ailleurs, on peut trouver des parallèles à nos blocs-tuyères à l'échelle régionale, mais aussi à l'échelle de l'Empire. Les deux spécimens de "La Guittière" sont ainsi très proches, par leur taille comme par leur conformation, de la tuyère découverte sur le site de "Pilleverte II" à Plesder (Ille-et-Vilaine), lui aussi daté de l'époque romaine (VIVET 1999 : 8-9, ph. n°14 et 15 et pl. 6). Ils se rapprochent également beaucoup d'un exemplaire découvert sur le site romain de Bardown en Angleterre (CLEERE 1963 ; CLEERE, CROSSLEY 1995 : 44, fig. 14 B ; PLEINER 2000 : 209, fig. 56, n°3). Ces jalons sont bien sûr insuffisants pour établir un modèle, mais c'est un argument supplémentaire pour démontrer la très forte homogénéité technique des sites d'époque romaine.

7.2. Composition chimique des scories de la zone d'étude

7.2.1. Présentation des sites où les scories ont été collectées

78 échantillons de scories de réduction ont fait l'objet d'une analyse chimique. Ces scories proviennent de 16 sites de la zone d'étude (fig. 94 et 95). Deux d'entre eux sont situés dans la capitale de cité des Diablintes. Il s'agit de scories de réduction découvertes dans les remblais lors des fouilles de "La Grande Boissière" (site 53 122.01, US 3007 et 5151) et du "Taillis des Boissières" (site 53 122.02, US 6475 et 7803). La réduction directe n'est pas attestée dans la ville. L'origine de ces scories est donc un des problèmes essentiels à régler ici.

Les autres sites de collecte sont des ferriers qui ont été sélectionnés en fonction de leur position dans la zone d'étude, afin de représenter au mieux les secteurs de production. Les sites potentiellement contemporains des niveaux livrant des scories à Jublains ont été privilégiés (sites gallo-romains). La plupart de ces sites présentent majoritairement des scories en plaquettes, alors que les scories de Jublains sont en cordons denses. Pour pallier cette difficulté, ont été pris en compte des sites à scories de ce type proches de la capitale diablinte mais malheureusement non datés (sites d'Aron, 53008.01 et 04, et de Gesvres, 53 106.14). On dispose pour chacun de ces sites de trois à sept analyses, permettant de rendre compte d'une composition moyenne de la scorie pour chacun des ateliers.

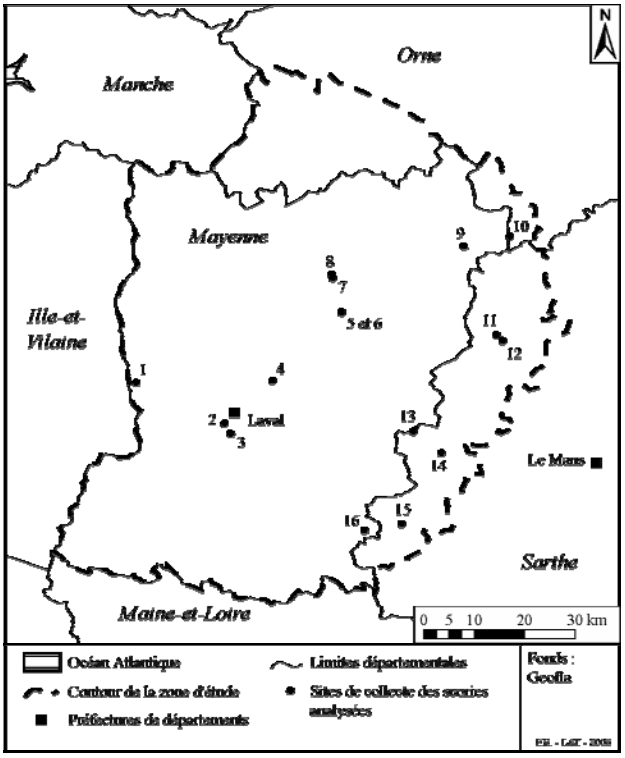


Fig. 94 : carte de répartition des sites où les scories de réduction analysées ont été collectées. Les numéros renvoient au tableau de la figure suivante.

n° carte	n° site	Commune	Lieu-dit	Faciès des scories	Datation	Echantillons
1	53247.08	Saint-Pierre-la-Cour	*La Basse Barolais*	cordons/plaquette	Indéterminée	SAR 641 à 643
2	53130.01	Laval	*La Gaufrie*	plaquettes	Haut-Empire	SAR 601 à 605
3	53119.02	Huisserie (L')	*Le Pâtis*	plaquettes	Haut-Empire	SAR 652 à 655
4	53056.01	Chapelle-Anthenaise (La)	*Les Bataillères*	plaquettes	Gallo-romain	SAR 606 à 611
5	53122.01	Jublains	*La Grande Boissière*	cordons	Gallo-romain	SAR 401 à 404
6	53122.02	Jublains	*Le Taillis des Boissières*	cordons	Gallo-romain	SAR 405 à 410
7	53008.04	Aron	*La Cours de Oyères*	cordons	Indéterminée	SAR 720 à 722
8	53008.01	Aron	*Le Minerai*	cordons	Indéterminée	SAR 638 à 640 et 717 à 719
9	53106.14	Gesvres	*Les Anellières*	cordons	Indéterminée	SAR 648 à 651
10	61165.10	Ferrière-Bochard (La)	*La Goistière 2*	plaquettes	Indéterminée	SAR 633 à 637
11	72211.06	Mont-Saint-Jean	*La Fontaine d'Enfer*	plaquettes	Gallo-romain	SAR 618 à 622
12	72234.05	Pezé-le-Robert	*Roche Brune 1*	plaquettes	Haut-Empire	SAR 701 à 707
13	72278.04	Saint-Denis-d'Orques	*La Guittière - Le Minerai*	plaquettes	Gallo-romain	SAR 612 à 617
14	72149.01	Joué-en-Charnie	*Les Landes*	plaquettes	Haut-Empire	SAR 628 à 632
15	72016.03	Auvers-le-Hamon	*Le Plessis Jobart*	plaquettes	Gallo-romain	SAR 644 à 647
16	53037.02	Bouessay	*Les Guettières 1*	plaquettes	Gallo-romain	SAR 623 à 627

Fig. 95 : tableau donnant la liste des sites où les scories analysées ont été collectées avec leur numéro d'inventaire dans le catalogue (annexe 3.1), leur numéro sur la carte de la figure précédente ainsi que les références des échantillons dont les analyses complètes sont fournies en annexe 5.

7.2.2. Présentation générale des résultats

La projection des résultats des analyses de scories dans le diagramme paramétrique Fe-Si-Al-Ca indique que la majorité des échantillons analysés se trouve dans le domaine des scories fayalitiques, à l'exception de quelques scories qui peuvent être assimilées à des scories mi-lourdes[68] (fig. 96). Elles relèvent donc toutes de la réduction directe du fer et se différencient nettement des laitiers.

Comme les minerais, les scories dans la région sont, dans l'ensemble, siliceuses et peu calciques. Le rapport Al_2O_3/SiO_2 est compris entre 0,11 et 0,88 et la dispersion des scories ne permet pas de cerner de groupes (fig. 97). La teneur en silice des scories oscille entre 17,11 et 41 %, alors que celle d'alumine est comprise entre 2,89 et 14,15 %.

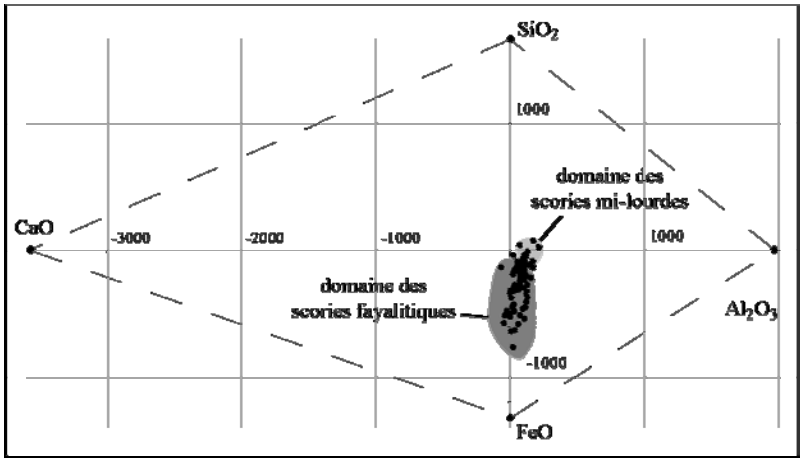


Fig. 96 : diagramme paramétrique chimico-minéralogique permettant de définir les domaines d'existences de plusieurs produits de la filière sidérurgique. Les scories analysées s'inscrivent dans les domaines des scories denses fayalitiques et des scories mi-lourdes définis par A. Ploquin (voir fig. 35, p. 172).

[68] Voir la présentation de l'établissement de ce diagramme ainsi que son interprétation au 5.2.1.1

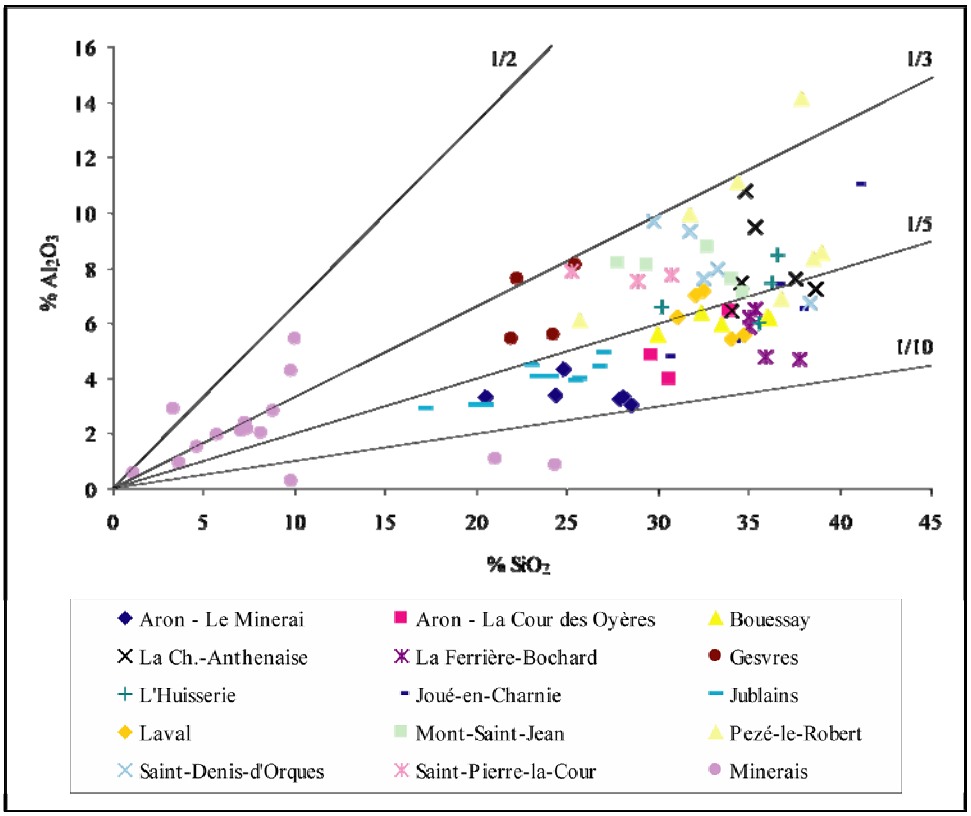


Fig. 97 : rapport Al_2O_3/SiO_2 des scories et minerais de la zone d'étude. Les scories de réduction sont globalement très siliceuses.

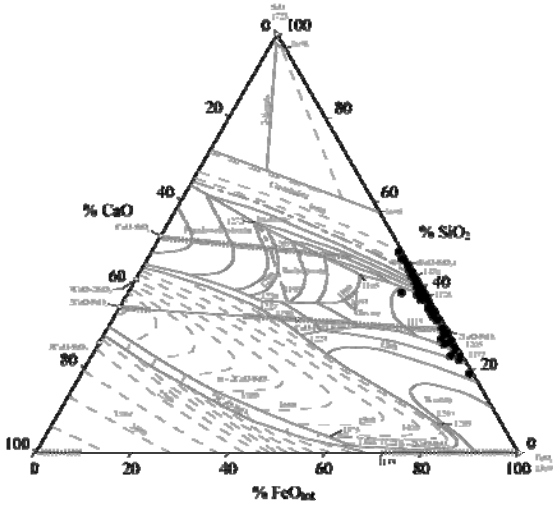


Fig. 98 : projection de l'ensemble des scories dans un diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-SiO_2-CaO. Les scories analysées sont toutes très peu calciques et relativement riches en silice (diagramme d'après SERNEELS 1993 : 15).

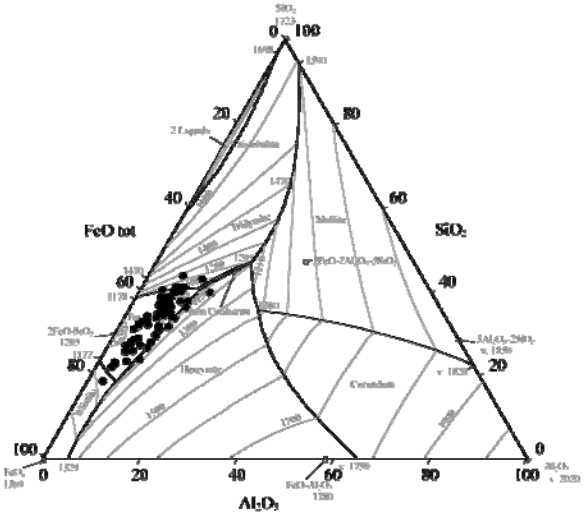


Fig. 99 : projection de l'ensemble des scories dans un diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-Al_2O_3-SiO_2. On voit que tous les échantillons sont compris dans le domaine de la wüstite hormis certains individus qui sont à la bordure de l'hercynite ou de la trydimite (diagramme d'après SERNEELS 1993 : 15).

Un seul individu présente un taux plus élevé en CaO, 5,42 % (SAR 626). Cette scorie provient du site des "Guettières 1", à Bouessay (Mayenne) (53 037.02). La teneur anormalement haute de cet échantillon est probablement due à la présence dans la scorie d'un fragment de calcaire (effet de pépite) et ne peut être retenue comme un trait caractéristique. La projection dans le diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-SiO_2-CaO, ne permet pas de discerner de groupe (fig. 98).

On peut par ailleurs remarquer que les proportions des autres éléments majeurs, outre la silice et l'alumine, sont généralement très faibles. Le phosphore et le magnésium sont toujours présents à moins de 1 %, le titane à moins de 0,7 %, la potasse à moins de 1,75 %. La seule anomalie notable est la présence plus importante de manganèse dans certains échantillons (Aron, Jublains). Globalement, les oxydes autres que Fe_2O_3, SiO_2 et Al_2O_3, et les éléments en trace représentent presque toujours moins de 10 % de la composition des scories analysées. La représentation des teneurs dans un diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-SiO_2-Al_2O_3, constitue donc la meilleure visualisation du système (fig. 99). On perçoit sur ce dernier graphique la relative dispersion des scories de la zone d'étude. Elles se situent néanmoins généralement dans le domaine de la fayalite, hormis quelques-unes qui se trouvent à la limite du domaine de l'hercynite ou de la trydimite. Cette dispersion peut être expliquée par une teneur assez faible en fer.

7.2.3. Saturation en fer

Le concept de saturation en fer a été présenté plus haut (cf. 5.2.1.3) (SERNEELS 1993 : 29-30). Il permet d'évaluer la qualité du processus de réduction en quantifiant la proportion des atomes de fer par rapport autres éléments majeurs de la scorie (Si, Al, Mg et Mn). Deux approches du degré de saturation peuvent être proposées : l'une graphique, à l'aide d'un diagramme ternaire Fe-Si-Al, l'autre mathématique, grâce au calcul d'un indice (annexe 5.3). Comme on l'a vu, les scories de réduction de la zone d'étude sont globalement très pauvres en éléments calco-alcalins (Ca, Na, K) et en autres éléments majeurs : on peut donc envisager l'utilisation de ce concept.

Les données à disposition pour les scories de réduction de la zone d'étude révèlent que la majorité des déchets sont fortement sous-saturés (fig. 100). Cette tendance est confirmée par l'établissement de l'indice de saturation moyen pour chacun des sites (fig. 101). On peut donc en conclure que le procédé de réduction directe est bien maîtrisé et que le rendement est optimal.

On peut toutefois scinder le corpus en deux ensembles : d'un côté dix sites pour lesquels l'indice de saturation moyen est inférieur à 1,2 et, de l'autre, cinq autres sites pour lesquels l'indice moyen est supérieur à 1,3 (le site de Saint-Pierre-la-Cour n'est pas pris en compte ici car il présente en proportion égale des scories en cordons et en plaquettes). On remarque que les sites pour lesquels l'indice de saturation est le plus élevé sont constitués de scories denses en cordons, alors que les scories fortement sous-saturées sont en plaquettes (fig. 101). Cette distinction est moins nette pour le site de "La Cour des Oyères", à Aron (Mayenne), en raison de la présence d'un individu fortement sous-saturé. Toutefois, pour les quatres autres sites, dont les deux lots de scories de Jublains, la différence est claire.

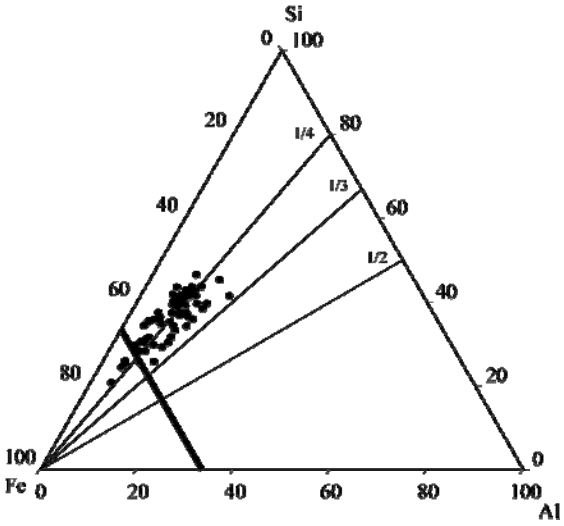


Fig. 100 : diagramme de saturation en fer des scories de réduction de la zone d'étude. La majorité des scories est nettement sous-saturée en fer, ce qui indique un rendement optimal de la réduction (éléments exprimés en mole dans 100 g d'échantillon puis convertis en %).

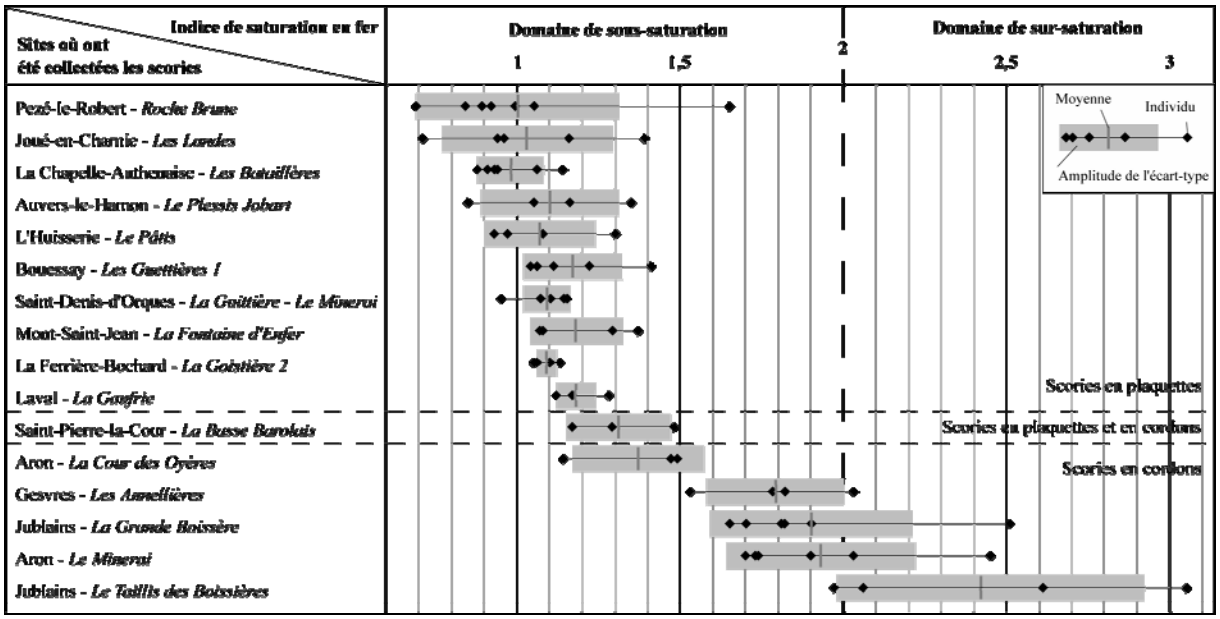


Fig. 101 : diagramme de répartition des indices de saturation en fer par sites. On distingue nettement les scories en plaquettes des scories en cordons.

La distinction observée pourrait être due au minerai : les sites d'Aron se trouvent à moins de 10 km de Jublains et, même si ce ne sont pas forcément les ateliers pour lesquels on dispose d'analyses qui ont produit les scories découvertes dans les remblais de la ville romaine, il y a de forte chance que le minerai mis en œuvre soit issu de formations géologiques topographiquement et chimiquement proches (probablement des minerais sidérolithiques). Toutefois, ce n'est plus le cas pour le site des "Annelières", à Gesvres (Mayenne), situé à plus de 30 km. Une remarque semblable peut être faite pour les scories en plaquettes : les sites qui en livrent se trouvent en divers points de la zone d'étude et jusqu'en Bretagne (région de Combourg : VIVET 1997). Il paraît exclu que ces ateliers aient utilisé un minerai chimiquement identique. La différence de degré de saturation en fonction des

faciès ne semble donc pas pouvoir être expliquée par la nature du minerai, en tout cas pas exclusivement : la teneur en fer reste un facteur à envisager.

L'indice de saturation ne peut permettre seul d'estimer un rendement chiffré. Il faudrait pour cela connaître dans chaque cas la teneur du minerai d'origine. Toutefois, ce concept permet d'estimer la qualité du processus de réduction en s'abstrayant de cette teneur : quelle qu'elle soit, la limite de saturation est la même. Donc, si la scorie produite est saturée ou sur-saturée, c'est que le processus n'a pas atteint un rendement optimal. En revanche, plus l'indice de saturation est bas plus le rendement a été élevé. On peut donc dire que s'il y a moins de fer dans la scorie, c'est qu'*a priori* plus de fer a été récupéré lors de la réduction. La très faible proportion de fer dans les scories en plaquettes pourrait ainsi correspondre à des rendements anormalement élevés du processus de réduction. La différence de degré de saturation en fer des scories de réduction paraît donc être une piste intéressante pour la perception de variations techniques au sein de la filière directe d'obtention du fer.

En outre, le taux de fer encore présent dans les scories pourrait expliquer en partie la différence de morphologie des déchets. En effet, la faible proportion de fer et corrélativement celle plus élevée de silice (rapport Al/Si en mole de 1/4) ont des conséquences sur la nature des minéraux qui ont pu se constituer dans la scorie. Elles influent donc sur la température de fusion du système Fe-Al-Si, la fluidité de la scorie et donc son faciès. On ne dispose malheureusement d'aucun examen minéralogique de scories en plaquettes, mais de telles observations devraient être faites pour mieux comprendre le mode de formation de ces déchets.

Un autre point doit être souligné : la présence plus importante de manganèse dans certaines scories. En effet, on a déjà souligné que les scories d'Aron contiennent un taux anormalement élevé de cet élément. La teneur de celui-ci entrant en ligne de compte dans l'établissement de l'indice de saturation, on pourrait penser que les différences observées reposent en fait sur les différences de teneur en Mn. Toutefois, cette idée doit être repoussée, d'une part, parce que les scories en plaquettes de Laval et de L'Huisserie contiennent également du Mn, certes en moindre proportion, mais elles sont très nettement sous-saturées ; d'autre part, parce que la projection dans le diagramme ternaire Fe-Al-Si montre bien que les scories en cordons sont plus proches de la limite de saturation (fig. 102) que les scories en plaquettes, qui s'en éloignent nettement (fig. 103). Or ce graphique ne tient pas compte du manganèse. Enfin, l'examen des teneurs des autres éléments majeurs ou en trace ne permet pas de distinguer les deux types de scories. La distinction des groupes se fait donc bien uniquement sur les proportions en fer, aluminium et silice.

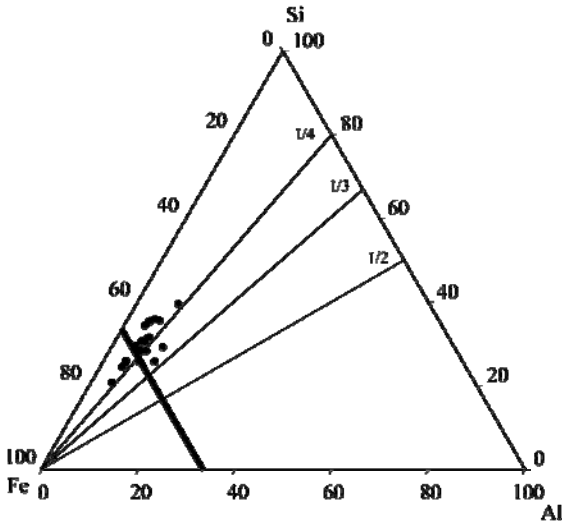


Fig. 102 : diagramme de saturation pour les scories denses en cordons.

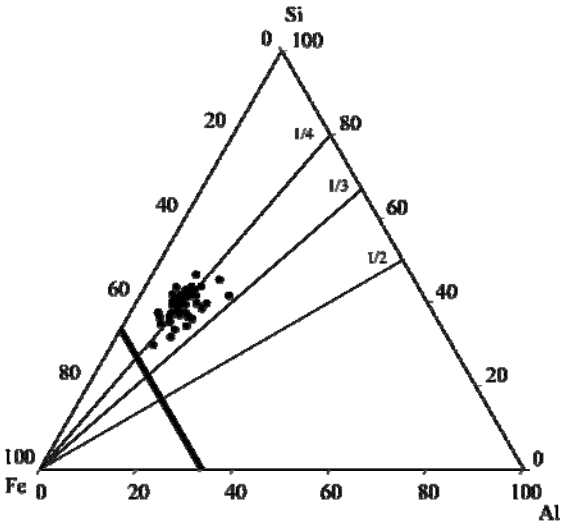


Fig. 103 : diagramme de saturation pour les scories en plaquettes.

On peut donc conclure que, dans l'attente de données plus précises sur les sites à scories denses en cordons, il semble que certains ateliers ont un rendement plus élevé que les autres et que cette différence influe sur la morphologie des déchets produits. Les facteurs pour expliquer cette différence d'efficacité dans le processus sont nombreux : volume et conformation du fourneau, mode de ventilation (température), durée de l'opération, ajout de fondant à la charge *etc*. La fouille d'un site ayant produit des scories en plaquettes, celui de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe), permet d'avancer des éléments supplémentaires sur ce sujet (cf. chap. 10). En outre, on peut s'interroger sur la chronologie de ces ateliers : les variations techniques amenant à des rendements différents se sont-elles succédées ou ont-elles coexistées ? La datation des sites de réduction découverts en prospection permet d'aborder cette question (cf. 7.4.5.1).

7.3. Dimensions des ferriers

La quantité de scories issue du processus de réduction est fonction de la quantité de minerai traité et donc de celle de métal produit, même si la proportion n'est pas constante selon la teneur du minerai et le rendement de l'opération de réduction. L'estimation du volume de résidus est donc un bon moyen d'évaluer la production des ateliers. Malheureusement, la plupart des sites ont été détruits et les scories ont été enlevées pour divers usages (empierrement des routes, refonte au haut fourneau *etc.*). Il est donc très difficile d'avoir une image précise de la quantité originelle de déchets. La hiérarchisation des sites de réduction est par conséquent délicate. Deux critères peuvent, toutefois, être retenus comme indicatifs : leur surface et leur hauteur. Ces deux donnés n'ont de sens que pour les sites où les déchets étaient accumulés en tas à proximité des bas fourneaux. Les paragraphes qui suivent ne concernent donc que les ateliers de réduction mettant en œuvre des structures avec écoulement de la scorie dont la caractérisation est certaine (ferriers).

7.3.1. La surface

On peut considérer que l'emprise au sol des amas de scories donne une image relativement fidèle du volume de déchets qui a été accumulé au cours du temps. Il faut nuancer ce propos en fonction de l'élévation des tas à l'origine est de celle conservée. En effet, cette dernière dépend de l'importance des récupérations éventuelles et du nivellement dû à la mise en culture des parcelles. Toutefois, le graphique de la figure 104 montre qu'un ferrier de 2 000 m^3 ne peut tenir sur une surface inférieure à 1 000 m² que s'il fait au moins 4 m de haut ; il faudrait qu'il fasse 12 m pour tenir sur moins de 300 m², ce qui défit les lois de la gravité. La surface est donc seulement indicative, mais elle permet de cerner les grandes classes.

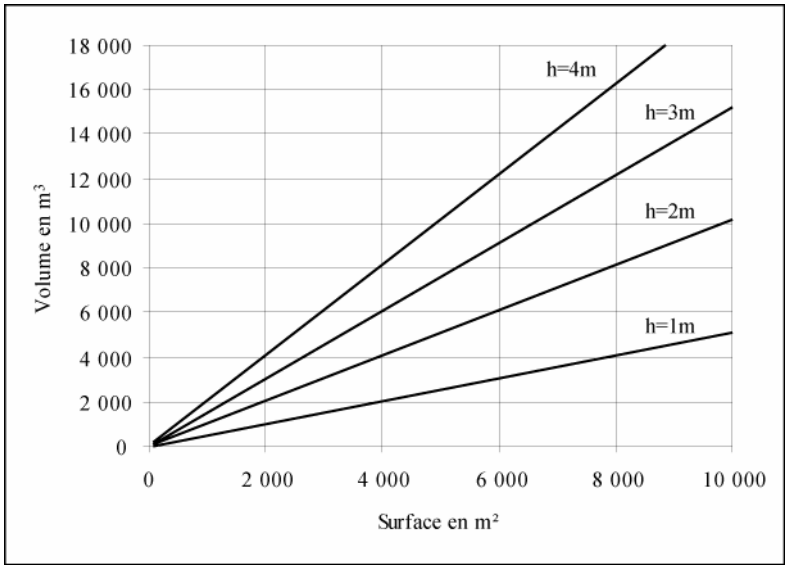


Fig. 104 : graphique mettant en relation la surface et le volume estimé des ferriers pour quatre valeurs de hauteur.

Pour permettre le calcul des surfaces des ferriers du Bas Maine, les dimensions des sites ont été enregistrées lors de la vérification au sol. Sur 273 ferriers de la zone d'étude, on possède des mesures pour 240 amas. Ces mesures n'ont pas été prises de manière précise, mais par une estimation de la longueur (L) et de la largeur (l) en nombre de pas (un pas faisant environ 80 cm). La surface (S) a été calculée en considérant que les ferriers sont généralement circulaires ou elliptiques. La formule utilisée est donc la suivante :

$$S = \frac{L}{2} \times \frac{l}{2} \times \pi$$

Les valeurs qui suivent sont des évaluations.

La superficie estimée des ferriers du Bas Maine varie entre 39 m² pour le plus petit et 21 441 m^2 pour le plus grand avec une moyenne de 2 264 m². Les sites de plus de 5 000 m^2 sont toutefois assez rares (10,8 %) (fig. 105) et plus de 50 % des ferriers font moins de 1 000 m² (fig. 106). Si l'on se concentre sur cette dernière classe (fig. 107), on peut même noter la présence de deux pics, l'un pour les valeurs comprises entre 301 et 500 m^2 (18,8 % de l'effectif total) et l'autre pour la classe 601 - 700 m^2 (12,5 %). On peut, en se fondant sur ces histogrammes, scinder le corpus en cinq catégories en fonction de la surface estimée :

- les très petits ferriers, dont la surface estimée est inférieure à 301 m^2 (8,8 %) ;
- les petits ferriers, dont la superficie estimée est comprise entre 301 et 500 m^2 (18,8 %) ;
- les ferriers moyens, dont la superficie estimée est comprise entre 501 et 1 000 m^2 (22,9 %) ;
- les grands ferriers, dont la superficie estimée est comprise entre 1 001 et 5 000 m^2 (38,9 %) ;
- les très grands ferriers, dont la surface estimée est supérieure à 5 001 m^2 (10,8 %).

Aucun ferriers dépassant les 3 ha, comparables à ceux connus dans la Montagne Noire (DECOMBEIX *et al.* 2000) ou l'Yonne (PIÉTAK 2002 : 124), n'a été repéré dans la zone d'étude.

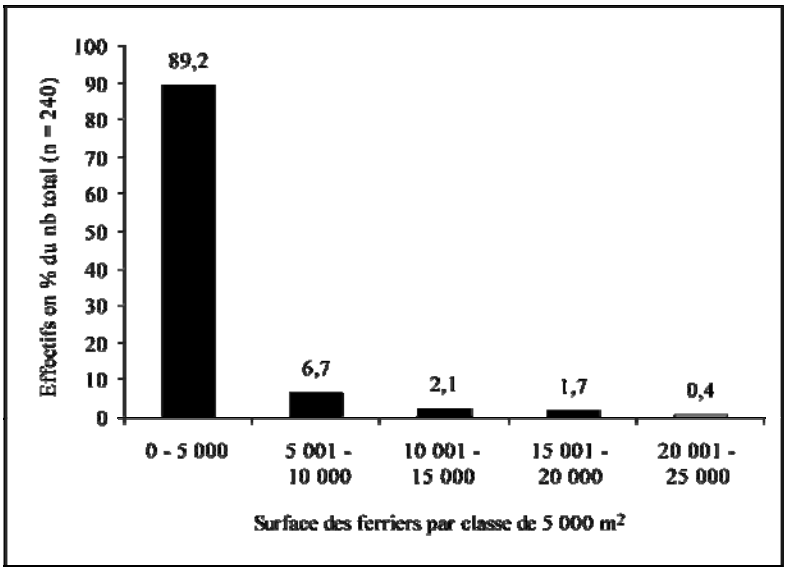


Fig. 105 : répartition des surfaces estimées des ferriers du Bas Maine par classe de 5 000 m^2. On note la prépondérance des ferriers de moins de 5 000 m^2.

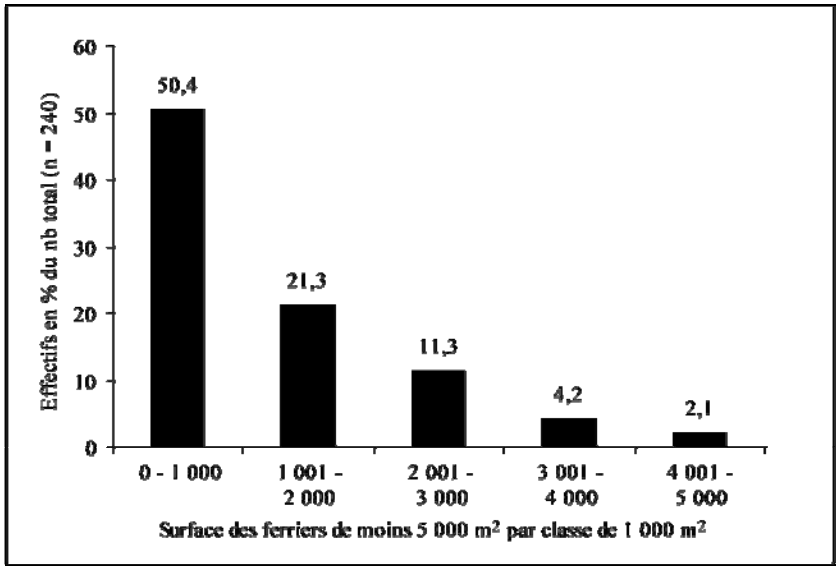


Fig. 106 : répartition des surfaces des ferriers du Bas Maine de moins de 5 000 m^2 par classe de 1000 m^2. On note que plus de la moitié des ferriers fait moins de 1 000 m^2.

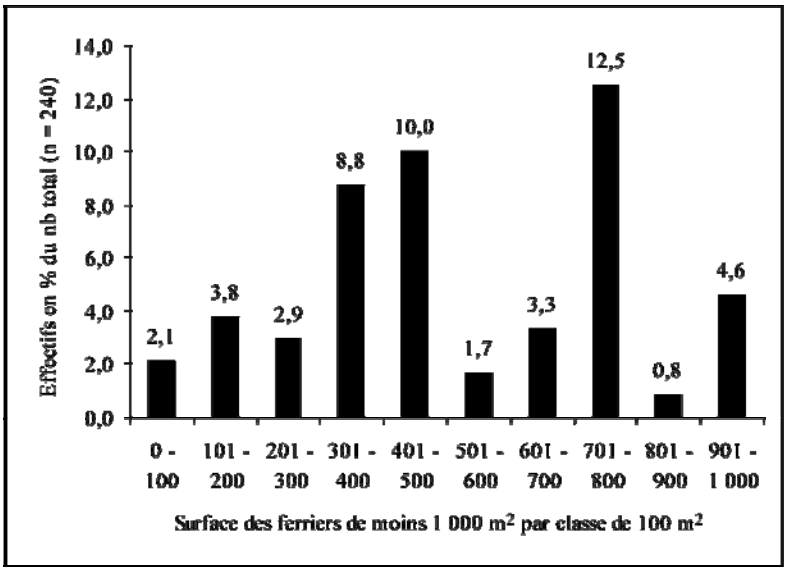


Fig. 107 : répartition des surfaces estimées des ferriers de moins de 1 000 m^2 par classe de 100 m^2. On remarque que la distribution n'est pas homogène, deux pics sont visibles pour les classes 301 - 500 et pour 701 - 800 m^2.

7.3.2. Hauteur et volume

Pour 107 sites, mieux conservés, la hauteur de l'accumulation (h) a pu être estimée. L'épaisseur réelle de scories ne peut être appréciée que par des relevés topographiques et des sondages. Ce type d'opérations n'a pas pu être réalisé dans le cadre de ce travail. Les données qui suivent sont donc purement indicatives.

Les hauteurs enregistrées sont comprises entre 0,5 et 6 m. Toutefois, les sites pour lesquels l'élévation conservée est supérieure à 2 m sont très rares, une dizaine environ. La plupart de ces sites se trouvent dans la forêt de Sillé, dont le couvert boisé et les fortes pentes ont permis la conservation exceptionnelle d'un ensemble de sites sur lequel on reviendra plus loin (cf. chapitre 9). En dehors de ce secteur, peu de ferriers sont suffisamment bien conservés pour pouvoir affirmer que les valeurs enregistrées sont proches de l'élévation originelle. On peut même, au contraire, supposer que les plus gros ferriers ont été récupérés en priorité et que ce sont donc eux qui sont le moins représentés. La carte postale montrant la récupération d'un ferrier sur la commune de Lignières, en Mayenne, montre une juxtaposition de tas dont la coupe semble mesurer entre 3 et 4 m (cf.4.3.2.3). Ce type de site devait être encore courant à la fin du XIXe s. dans la région. Plusieurs notes de cette époque évoquent des "amas considérables" qui ne sont, à l'heure actuelle, guère plus qu'une tache dans les labours.

À partir de la surface et de la hauteur, on peut proposer de calculer un volume approximatif des amas (V). Ces estimations ont été faites en s'appuyant sur les travaux de P.-M. Decombeix sur les ferriers de la Montagne Noire (DECOMBEIX *et al.* 1998 ; DECOMBEIX 2004). Cette démarche est fondée sur le fait que la forme des ferriers se rapproche généralement d'une calotte. C'est, en effet, le cas le plus courant mais ce n'est pas toujours vrai. Pour les sites implantés sur un terrain incliné, l'amas de déchets peut prendre la forme d'un "cône de déjection", c'est-à-dire celle d'une "langue"

s'étalant dans la pente. Toutefois, la formule mise au point par P.-M. Decombeix semble être une bonne approximation, la voici :

$$V = 0{,}4 \times L \times l \times h$$

Les calculs établis à partir des dimensions estimées sur le terrain et de cette formule sont indicatifs et ont pour but de comparer les sites entre eux. On ne pourra pas utiliser ces résultats pour estimer la production.

Les volumes calculés estimés varient entre 11 et 18 720 m^3. La projection de ces données sous forme d'un histogramme par classe montre que l'écrasante majorité des amas fait moins de 5 000 m^3 (88,8 %) (fig. 108). Si l'on découpe cette dernière classe, on s'aperçoit que près du tiers des volumes estimés est inférieur à 1 000 m^3 (fig. 109) ; cette valeur semblant constituer un seuil. En deçà de 1 000 m^3, la distribution des sites ne se fait pas de façon homogène, on note quatre pics (fig. 110). On peut donc distinguer cinq classes :

- les très petits ferriers, dont le volume estimé est inférieur à 300 m^3 (23 %) ;
- les petits ferriers, dont le volume estimé est compris entre 301 et 600 m^3 (16 %) ;
- les ferriers moyens, dont le volume estimé est compris entre 601 et 900 m^3 (17 %) ;
- les grands ferriers, dont le volume estimé est compris entre 901 et 5 000 m^3 (26 %) ;
- les très grands ferriers, dont le volume estimé est supérieur à 5 000 m^3 (11 %).

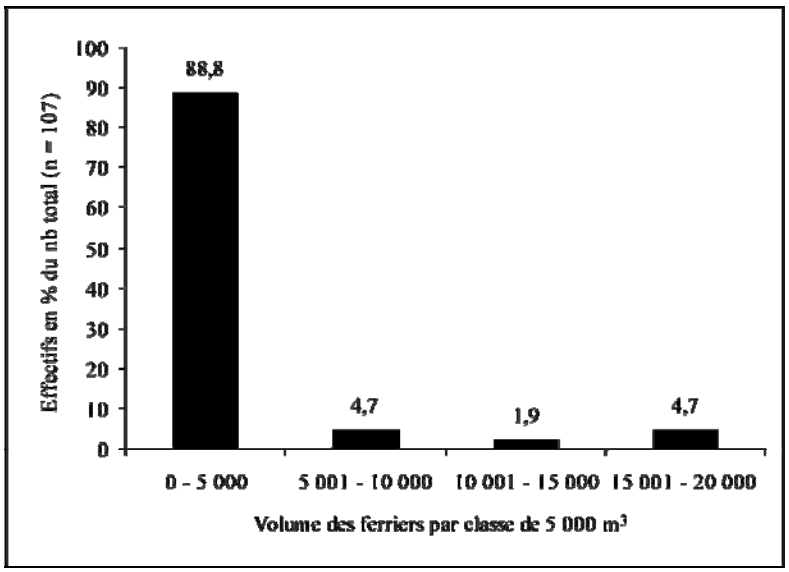


Fig. 108 : répartition des volumes estimés pour 107 ferriers du Bas Maine par classe de 5 000 m^3. On remarque que près de 90 % des sites font moins de 5 000 m^3.

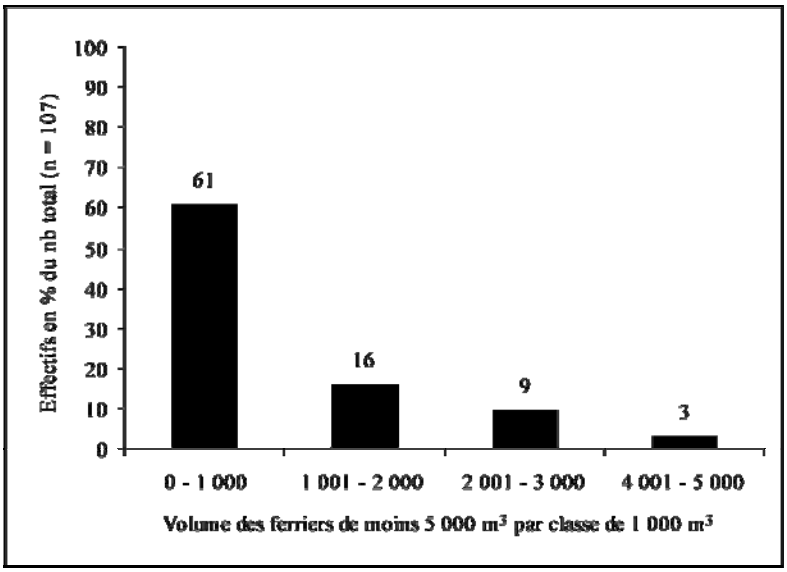


Fig. 109 : répartition des volumes estimés des ferriers du Bas Maine de moins de 5 000 m^3 par classe de 1 000 m^3.

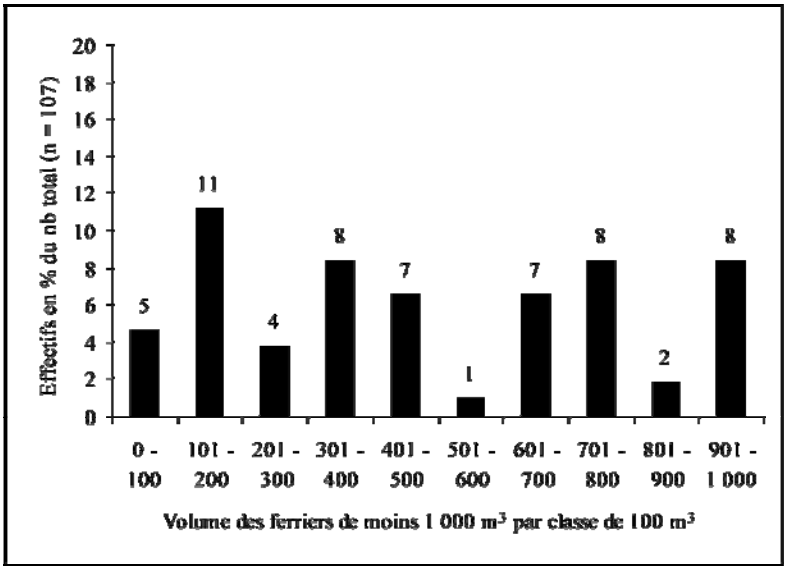


Fig. 110 : répartition des volumes estimés des ferriers du Bas Maine inférieurs à 1 000 m^3 par classe de 100 m^3.

7.3.3. Interprétation des classes

Quelle interprétation donner à ces chiffres ? La hiérarchisation des sites établie ici n'a pas de valeur intrinsèque. Un important ferrier peut être le fruit d'une activité intense sur un temps relativement court (c'est l'interprétation la plus couramment utilisée, parfois inconsciemment) ou celui d'une petite activité sur un temps long (ce qui ne signifie pas pour autant saisonnière). La quantité de déchets représente toutefois un moyen d'évaluer l'importance de la mise en valeur des ressources naturelles dans une zone de production et rejaillit donc sur l'évaluation de celle-ci. C'est également un moyen indirect d'évaluer l'échelle de production des sites. Si l'on ne peut dire, *a priori*, si un important ferrier a été produit par un petit atelier ou une série de batteries de fours, ce n'est pas le cas des plus petits sites qui sont, par définition, les restes d'ateliers où la production de résidus, comme de

métal, a été modeste. Ceci semble être très largement le cas dans le Bas Maine, où les petits et très petits ferriers sont bien représentés (avec 27,6 % des surfaces estimées et 39 % des volumes). Pour les plus gros ferriers, on ne possède pas, pour notre région, de données sur la durée d'occupation des sites hormis pour le site de "Roche Brune 1" (Pezé-le-Robert, Sarthe) qui a été fouillé dans le cadre de cette thèse (cf. chapitre 10).

7.4. Datation des sites de réduction

7.4.1. Datation de quelques scories piégées

La forte amplitude chronologique des structures sans écoulement de la scorie rendait la datation des scories piégées de la zone d'étude très intéressante (cf. 2.2). Malheureusement, comme on l'a vu, les scories piégées ont toutes été découvertes hors de tout contexte archéologique et aucun mobilier associé ne permet de les dater. Cependant, la présence de charbons de bois piégés à l'intérieur de bloc de scorie permet d'utiliser la technique du ^{14}C. Trois blocs de scorie ont été datés par ce moyen.

Le premier provient du site de "Bel Orient" à Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne, site 53247.11). Plusieurs fragments de bloc étaient visibles sur le talus du champ situé en face de ce lieu-dit[69], jusqu'en 2006 (ils ont disparu depuis). Lors de la prospection un de ces blocs a été prélevé. Il a été brisé et un échantillon de charbon piégé dans la scorie a été envoyé au Centre de Datation par le Radio-Carbone (CDRC) de l'université de Lyon 1[70]. La fourchette chronologique fournie par cette analyse est la suivante : 93-335 ap. J.-C.[71] ce qui place l'abattage de l'arbre utilisé durant l'époque romaine. De telles datations sont connues en Bretagne[72], mais n'étaient pas encore attestées dans le Maine.

La seconde datation a été réalisée sur du charbon provenant d'un bloc de scorie découvert en bordure d'un pré au lieu-dit "La Coulée du Gué" à Montreuil-le-Chétif (Sarthe, site 72209.10). Il s'agit d'un bloc complet d'environ 50 cm de diamètre et dont la partie conservée pesait 75 kg. Cette scorie piégée est la seule connue pour ce secteur mais elle se trouve en bordure d'un très important groupe de ferriers conservés dans la partie orientale de la forêt de Sillé. La chronologie de ces sites n'est pas parfaitement connue mais l'essentiel semble rattachable à l'époque romaine (cf. chapitre 7). En outre, J.-R. Maréchal mentionne des blocs de scorie piégée sur la commune de Ségrie, à proximité du lieu-dit "Les Chouanneries"[73] sans qu'on ait pu retrouver les vestiges indiqués (MARÉCHAL 1975a : 850 ; 1975b : 37). Le charbon prélevé au cœur de ce bloc a été daté entre 394 et 209 av. J.-C.[74], soit de la

[69] Le lieu-dit "Bel Orient" se trouve en fait sur la commune de Bréal-sous-Vitré (Ille-et-Vilaine), mais il est le plus proche du lieu de découverte : c'est pourquoi il a été retenu comme nom pour le site.
[70] Précisons ici que la date fournie par cette méthode n'est pas celle de l'opération de réduction mais celle de la mort des cernes de l'arbre ayant servi de combustible. La réutilisation de bois ancien ou l'abattage de vieux arbres ne peuvent donc pas toujours être exclus.
[71] Intervalle de confiance de 95 % avec des dates plus probables à 236, 185, 145, 315, 285. Datation du CDRC de l'université de Lyon 1 (Ly-13149), 1810 $\pm$ 40 BP (annexe 4.1).
[72] 35 av. J.-C. - 323 ap. J.-C. pour le site de "La Ville d'Ahaut" à Meillac, Ille-et-Vilaine : VIVET 2007 : 72 ; 127 à 370 ap. J.-C. pour le site de "Couédouan" à Plélan-le-Grand : LARCHER 1994 : 114 ; VIVET 2007 : 67 et 72.
[73] Ce lieu-dit n'existe pas sur la commune de Ségrie, mais il existe une "Petite" et une "Grande Chouannière", et "La Chouannière" est cité pour la présence de scories par les recherches anciennes (TERMEAU 1954 : 92 ; BOUVET 2001a : 432). Malheureusement, les prospections n'ont pas permis de vérifier ces indications, malgré le très fort potentiel de ce secteur (voir indice 72232.c).
[74] Intervalle de confiance de 95 %. Date la plus probable : 379 av. J.-C. Datation du CDRC de l'université de Lyon 1 (Ly-3492(OxA)), 2265 $\pm$ 30 BP (annexe 4.2).

période de La Tène ancienne à moyenne. Même si l'on ne peut pas exclure la possibilité de réutilisation de bois anciens ou l'abattage de vieux arbres[75] par des artisans gallo-romains, cette attribution chronologique pourrait prouver l'implantation de la sidérurgie extractive avant la conquête romaine dans la région des Bercons. On possède là aussi des parallèles bretons pour cette période, notamment le site de l'"Étang du Perray" à Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine) daté par radiocarbone entre 358 et 114 av. J.-C. (ANDRIEUX *et al.* 1993 ; LARCHER 1994 : 114 ; VIVET 2007 : 69), ou encore le site du "Rocher Abraham" à Saint-Pierre-le-Plesguen (Ille-et-Vilaine), daté par la même méthode entre 349 et 65 av. J.-C. (VIVET 2001 ; 2007 : 69-71).

Enfin la dernière scorie ayant fait l'objet d'une analyse radiocarbone provient de la ferme des "Harnas" à Saint-Loup-du-Dorat (Mayenne, site 53233.09). On ne connaît pas le contexte de découverte exact de ce bloc, utilisé, avec un autre, pour reboucher un trou dans la cour de ferme. Toutefois, le propriétaire assure que ce genre de blocs, qu'il appelle des "potirons", est très courant dans les parcelles voisines et qu'il en remonte régulièrement lors des labours. Deux blocs ont été prélevés. L'un était constitué uniquement de scorie dense, sans charbon, et n'a pu être exploité. L'autre se présentait sous la forme d'un bloc ovale dont le grand diamètre mesurait environ 45 cm et le plus petit 40 cm, pour une épaisseur proche de 30 cm. La partie inférieure était riche en morceaux de bois (les fibres étaient encore visibles). La datation de ces bois est comprise entre 770 et 410 av. J.-C.[76], soit de la période Hallstatt à la Tène ancienne. Ceci fait de cette scorie le plus ancien témoignage de la réduction directe connu en Mayenne et conforte l'hypothèse d'une installation de la métallurgie du fer précoce dans l'Ouest de la France. Cette datation est en effet tout à fait comparable à celles obtenues par la même méthode pour plusieurs sites fouillés sur le tracé de l'autoroute A 28. La publication de ces ateliers est en cours et on ne possède pas le détail des datations de ces différents sites, mais trois d'entre eux ont livré des scories datées entre le début du VIIIe s. et le Ve s. av. J.-C.[77].

Les trois datations dont on dispose pour la zone d'étude ne sont pas suffisantes pour dresser un tableau de l'évolution de l'utilisation de cette technique dans le Bas Maine. En outre, les ateliers les ayant produites sont encore inconnus. Il est impossible de savoir si ces scories sont issues de bas fourneaux à scories piégées mais à usage multiple tels que ceux mis au jour lors des fouilles préventives de l'autoroute A28 au nord du Mans (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001), ni si les ateliers étaient organisés en batteries (séries de bas fourneaux successifs juxtaposés). Sur ce dernier point, la découverte de quelques épandages de coulures issues de la partie inférieure de scories piégées dans le secteur de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour pourrait apporter des réponses. En effet, le site de "La Prée 2" (53129.08) à Launay-Villiers ou ceux du "Roc" (53247.04) et des "Rottes 2" (53247.14) à Saint-Pierre-la-Cour correspondent à des dispersions de scories sur des surfaces restreintes, quelques mètres carrés, une centaine tout au plus. Ceci plaide pour des ateliers limités. Enfin, en l'absence de données supplémentaires, il est tout à fait envisageable que cette méthode ait été utilisée sur plusieurs siècles dans ce secteur.

[75] En effet, si l'on abat un arbre pluri-centenaires, le cœur du tronc peut fournir une datation ^{14}C plusieurs centaines d'années plus anciennes que les derniers cernes.
[76] Intervalle de confiance de 95 %. Datation effectuée par le Poznan Radiocarbon Laboratory (Pologne), référence Poz-23156, 2475 $\pm$ 35 BP (annexe 4.3).
[77] site de "Beauvais" à Changé, de l'"Étang du Cruchet" à Écommoy et de "La Maison Neuve" à La Bazoge : CABBOÏ *et al.* 2007 : 37, tab. 1.

L'une de ces scories pourrait être contemporaine de sites utilisant des fourneaux à écoulement de scorie. On connaît, en effet, un ferrier à "La Basse Barolais" (Saint-Pierre-la-Cour, 53247.08), distant de 2 km à vol d'oiseau du site de "Bel Orient". Ce petit amas a livré des tuiles à rebord en surface et pourrait être attribué à la période romaine. Les deux sites auraient donc pu coexister. Ceci pose le problème de l'utilisation contemporaine de deux méthodes assez différentes. Les rendements de réduction dans les deux types de fourneaux peuvent être égaux, mais l'utilisation de bas fourneaux à scorie piégée, à usage unique, suppose la reconstruction de tout ou partie de la structure[78] entre deux opérations, ce qui entraîne une perte de temps, d'énergie et de matière par rapport à l'utilisation d'un bas fourneau à scorie coulée. Ce "coût" supplémentaire doit être reporté sur le métal produit. Dans le cas d'une unique opération, l'utilisation d'un fourneau de l'un ou l'autre type ne demandera pas d'effort différent. Si l'on veut produire en plus grande quantité, les bas fourneaux à écoulement de la scorie semblent plus intéressants. La mise en œuvre de ces techniques est donc plus liée à l'échelle de production qu'aux connaissances techniques à disposition.

7.4.2. Les sites à scories coulées

7.4.2.1. Les datations fournies par la bibliographie ancienne

Les recherches antérieures à la présente étude apportent quelques éléments intéressants auxquels on doit se référer. La bibliographie fournit ainsi des datations pour quelques sites maintenant disparus et pour lesquels toute vérification est impossible. En outre, les recherches anciennes ont permis la découverte de vestiges de réduction dans des contextes variés, autres qu'artisanaux. Ces datations n'ont évidemment pas la même valeur que celles présentées ci-dessus, fondées sur l'étude du matériel collecté sur le terrain, mais doivent néanmoins être prises en compte. En outre, certaines de ces informations ont été recoupées par le ramassage de mobilier en surface.

On tient ici compte de toutes les mentions de scories de réduction, qu'elles correspondent à un ferrier ou à la découverte de scories de réduction isolées ou dispersées.

Contrairement au secteur de Lavardin / La Bazoge (Sarthe), pour lequel la bibliographie ancienne rapporte la découverte de nombreux objets et monnaies romaines (MAULNY 1806, par exemple) on ne possède que très peu de comptes-rendus de découvertes réalisées sur les sites de réduction dans la région étudiée. On ne peut citer que le texte de V. Gomer pour Saint-Denis-d'Orques (Sarthe) (GOMER 1935). J'ai déjà eu l'occasion de présenter cette monographie communale rédigée dans les années 1930 et restée inédite (annexe 2, document 1). Dans un des paragraphes de ce texte, V. Gomer nous informe qu'un très important amas de scories a été récupéré. Voici ce qu'il dit :

"*Ce tas de scories se trouvait dans la partie ouest du champ de la Minière, section D 11, de 7 hectares environ, il était important. Lors de l'établissement de la ligne de tramway de St. Denis à St. Jean sur Erve il fut employé au ballast de cette ligne à proximité des Chartreux et l'on y trouva des*

[78] L'hypothèse a été proposée, sur le fondement d'exemples ethnologiques, que la cheminée de ces fourneaux pouvait être amovible et donc seule une nouvelle fosse devait être aménagée.

poteries romaines et 3 pièces de monnaie romaine de peu de valeur : 1° sesterce d'Hadrien (empereur romain régna de 117 à 138) ; 2° as d'Antonin Le Pieux (successeur d'Hadrien régna de 138 à 161) ; 3° denier de Vespasien de l'an 75 (empereur romain de 69 à 79). Ces 3 pièces sont aux mains de Mr. Marcignery propriétaire à St. Denis. On peut en conclure que ces scories dataient de l'époque gallo-romaine et provenaient d'une forge à bras ayant commencé à fonctionner dès cette époque ou même un peu antérieurement."

On a pu retrouver sur le terrain les traces de cet amas ou plutôt de ces amas, puisque six ferriers ont été distingués dans cette seule parcelle (sites du "Domaine des Chartreux 1 à 6", 72278.09 et 17 à 21). Deux d'entre eux ont livré du mobilier romain en surface (sigillée, tuiles à rebord, céramique commune) et ont donc pu être datés sans ambiguïté de cette période (site 72278.09 et 19). Pour les autres, le choix a été fait de les attribuer également à l'époque romaine, en se fondant sur le texte de V. Gomer. Ce dernier n'évoque en effet aucun mobilier susceptible d'être rattachable à une autre période, antérieure ou postérieure. On pourrait même, si l'on se fie au texte, dater ce site plus spécifiquement du Haut-Empire. Par prudence, on l'a plus simplement attribué à l'époque romaine.

Le ballast de la voie de tramway évoqué par V. Gomer a également été retrouvé au sud de l'étang du "Domaine des Chartreux". Cette dispersion de scories se présente sous la forme d'une bande d'environ 400 m de long sur 5 à 10 m de large (site 72278.25). On y trouve, mêlés aux scories, des fragments de tuiles à rebords. C'est l'exemple typique d'un site déplacé.

7.4.2.2. Les données archéologiques récentes

Elles concernent essentiellement des sites découverts depuis les années 1980, par des prospecteurs ou dans le cadre de très rares fouilles programmées ou préventives. Ces datations, dont on ne peut pas toujours assurer l'exactitude, doivent être discutées au cas par cas. On prendra ici en compte tous les sites ayant livré des scories de réduction.

L'une des fouilles qui nous intéresse au premier chef est celle du site de "La Glanerie" à Athée (Mayenne), qui a fait l'objet de trois campagnes de sondages sous la direction de J.-C. Meuret (MEURET 1996 ; 1997 ; 1998 ; 2000). Ce site fait partie de l'importante série d'enclos découverts par photographie aérienne par G. Leroux depuis les années 1980 (LEROUX *et al.* 1999). Il s'agit d'une ferme du second Âge du Fer, réoccupée durant la période gallo-romaine. Lors de la seconde campagne de fouille, en 1997, des blocs de scories de fer ont été mis au jour dans le comblement des fossés. Voici la description qu'en donne J.-C. Meuret : "*ce sont* […] *des scories coulées d'aspect cordé caractéristique à la partie supérieure, et irrégulier avec pierres et charbon de bois à la partie inférieure*" (MEURET 1997 : 15). Il s'agit donc sans aucun doute de scories de réduction directe du minerai du fer issues d'un bas fourneau à écoulement de la scorie. D'autres découvertes de blocs semblables sont mentionnées lors de la campagne de 1998 : certains spécimens pesaient plus de 10 kg (MEURET 1998 : 12). Pourtant, dans un article récent J.-C. Meuret revient sur cette première interprétation et prétend qu'il s'agit de fragments de scorie piégée issue d'un bas fourneau à usage

unique (MEURET 2007 : 108, fig. 2)[79]. La photographie qu'il en livre n'est pas caractéristique et pourrait correspondre à une partie de la scorie restée au fond d'une structure à écoulement de la scorie (fig. 111). On voit d'ailleurs, au premier plan, le départ de coulures en cordon. En outre, la dimension de ce bloc, qu'on peut estimer à environ 25 cm selon la photographie, est bien inférieure au diamètre moyen des scories piégées de la région. Je reste donc sur la première interprétation dans l'attente d'un réexamen de ces vestiges.

Fig. 111 : scorie avec départ de scorie coulée ou scorie piégée datée du IIIe s. av. J.-C. provenant du site de "La Glanerie" à Athée (Mayenne) (cliché J.-C. Meuret, d'après MEURET 2007 : 108, fig. 2).

Malheureusement, les structures de réduction n'ont pas été identifiées dans l'emprise des sondages et on ne peut s'appuyer sur d'autres éléments pour interpréter les résidus sidérurgiques. La fouille a néanmoins permis de fournir un contexte stratigraphique fiable à ces scories et de les dater de la seconde moitié du IIIe s. av. J.-C. (MEURET 1998 : 12). S'il s'avère qu'il s'agit bien de scories coulées, ce site attesterait donc l'utilisation de bas fourneaux à écoulement, en contexte d'habitat, dès La Tène Moyenne, dans le sud de la zone d'étude. Quoi qu'il en soit, il constitue un jalon important dans l'évolution technique et chronologique de la sidérurgie locale.

L'opération de sondages préventifs réalisée au lieu-dit "La Maison de Paille" à Meslay-du-Maine est la deuxième et dernière opération qui a livré des informations précises et circonstanciées sur un site de réduction de la région (site 53152.01). On y a repéré les traces d'une activité de réduction datée des XIe-XIIe s., caractérisée par la présence de plusieurs mètres cubes de scories en cordons, placées en rejet dans des fosses (LETHO-DUCLOS 2005).

Certains sites découverts lors de prospections antérieures à cette recherche ont été datés grâce au mobilier collecté en surface. C'est notamment le cas du site de "Coultru" à Juvigné (Mayenne, site

[79] Je n'ai pris connaissance de cet article qu'au cours de la rédaction de ce mémoire et je n'ai pas pu examiner moi-même la scorie en question.

53123.01), enregistré par le SRA Pays de la Loire (53.123.0002). La fiche de découverte indique la présence de tessons médiévaux en surface et attribue le site à cette période. On pourrait toutefois arguer du fait qu'il peut s'agir de céramique venue avec les fumures, mais aucun tesson de céramique moderne n'est signalé ce qui atténue le doute. Le site n'a pas pu être prospecté lors des vérifications et on conserve donc cette datation sans certitude.

Plusieurs sites à scories de réduction ont été découverts par L. Guyard à proximité du lieu-dit "La Diochère" à Chéméré-le-Roi, dont un a été daté de l'époque médiévale (n° PATRIARCH 53.067.0007, 0014 et 0015, sites 53 067.02, 03 et 04). Ces sites s'organisent autour d'une ancienne fortification médiévale, "Le Château du Déri", à présent coupée par la route départementale 166. La prospection a permis de repérer des scories de réduction de part et d'autre de cette voie, ainsi que derrière l'ancienne ferme de "La Diochère". Dans un cas sur les trois, des tessons de céramique médiévale étaient associés aux résidus sidérurgiques. Même si l'on ne peut pas être sûr du lien existant entre ce mobilier et l'activité sidérurgique, une datation du Moyen Âge a été retenue pour ce site (53 067.02).

D'autres sites présentant des scories coulées découverts durant ces quarante dernières années ont été attribués à une période, parfois sans qu'on puisse réellement savoir sur quels arguments. C'est notamment le cas du site de l'"Aubinière" à Arquenay, signalé dans la CAG de la Mayenne comme d'époque romaine sur les indications de A. Guéguen (NAVEAU 1992a : 139)[80]. Ce site pose en fait problème puisque les coordonnées communiquées par le SRA n'ont pas permis de retrouver ce site. En revanche, M. Hubert indique un petit ferrier éventré sur le bord de la voie antique Le Mans-Rennes, qui borde le lieu-dit l'"Aubinière" au nord et marque ici la limite communale entre Arquenay et La Bazouge-de-Chéméré (Mayenne). Le petit amas repéré se trouve sur cette dernière commune et il n'est pas certain qu'il corresponde au site indiqué par A. Guéguen ; il a donc été enregistré séparément, dans le doute (site 53 022.01), au risque de créer un doublon. La datation romaine du site d'Arquenay, dont on ne peut pas exclure l'existence, a donc été retenue sans qu'elle puisse être fermement étayée.

Il en va de même du site du "Bailleul" à Vaiges, dont la découverte revient au même inventeur et qui est lui aussi daté de l'époque romaine. Le site a été retrouvé sur le terrain (site 53 267.01). Il est coupé par la route départementale et bien visible sur le côté sud dans un enclos servant à l'élevage de sangliers. Malheureusement, la vérification a dû être limitée à l'examen des talus et des fossés bordiers et n'a pas permis la découverte de mobilier venant confirmer la datation proposée par A. Guéguen. Elle a toutefois été conservée, dans le doute.

Enfin, la présence de scories de réduction, mentionnées à de multiples reprises dans les remblais de la capitale diablinte, a amené à l'enregistrement d'un site à scories dispersées attribuées à l'époque romaine, sur la base des découvertes stratigraphiques réalisées lors des fouilles du "Terrain de Sport" (53 122.03). Les fouilles de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" ont également livré des scories de réduction, relevant probablement de la même origine, mais le choix a été fait de ne pas enregistrer de site supplémentaire, ce qui aurait surévalué l'importance de la réduction dans cette ville.

[80] Cette datation n'a pas été retenue par le SRA, site 53.009.0013.

Comme je l'ai déjà dit, dans la plupart des cas, les scories mentionnées dans les comptes-rendus de fouilles ou de prospections ne sont pas caractérisées. Par défaut, les mentions de scories de fer ont été attribuées à la phase de post-réduction, sans que l'on puisse toujours clairement assurer ce choix. Ce postulat est fondé sur le fait que les ferriers sont, sauf récupération ou arasement importants, généralement plus massifs. Il est toutefois possible que certains sites interprétés à ce titre relèvent en fait de l'étape de réduction. Cela pourrait être le cas du site du "Gué de Loré" (61 235.02), où est signalée une importante couche de scories de fer, peut-être liée à l'empierrement d'une ancienne voie, associée à de la céramique du haut Moyen Âge (BERNOUIS 1999 : 149-150). Toutefois, en l'absence d'information complémentaire, ce site n'a pas été retenu ici.

7.4.3. Bilan des datations obtenues

7.4.3.1. Les datations obtenues grâce au matériel collecté en surface des ferriers par les prospections récentes (2004-2007)

Seule une centaine de ferriers a livré un ou plusieurs tessons. Le plus souvent, ce matériel était numériquement et qualitativement insuffisant pour établir une datation. Ainsi, seuls 33 ferriers de notre zone d'étude ont pu être datés grâce au mobilier ramassé en surface ou dans des coupes réalisées anciennement pour la récupération des scories et deux par du mobilier recueilli lors de sondages. Les critères de datation ont été les suivants :

- un lot de céramique assez important (une dizaine de fragments) pour les ramassages de surface ;

- la présence dominante de mobilier de la même période (au moins la moitié) ;

- la découverte de fragments de grandes tailles excluant leur éparpillement lors des fumures ;

- ou la découverte en contexte stratigraphique d'un ou plusieurs tessons.

Les résultats des 13 % des ferriers pour lesquels on possède une datation grâce au mobilier collecté lors des opérations de terrains sont reportés dans le tableau de la figure 112.

Périodes	Gallo-romain		Bas Moyen Âge	Total
	Haut-Empire	Gallo-romain indét.		
Ferriers	5	28	2	35

Fig. 112 : tableau des ferriers datés grâce à la découverte de matériel céramique (prospection 2004-2007).

On remarque que les sites d'époque gallo-romaine, au sens large, sont de loin les plus nombreux (33 sur 35). On a vu que le matériel romain est généralement mieux visible sur les ferriers et souvent plus abondant que pour les autres périodes. En outre, une partie des sites attribués à cette

période l'est sur le seul argument de la découverte de tuiles à rebord et pourrait donc être daté du Bas-Empire ou du haut Moyen Âge.

Aucun des ferriers prospectés n'a livré de mobilier du Bas-Empire ou du haut Moyen Âge. L'absence de céramique mérovingienne, pourtant connue dans la région, doit néanmoins être soulignée malgré toutes les difficultés que pose son identification sur le terrain (rareté et problème de couleur). Il en va de même des sites du Bas-Empire. Les sites de cette période sont, on l'a vu, difficiles à percevoir en raison de notre méconnaissance des faciès céramiques régionaux pour cette période. Le fait qu'aucun site ne soit daté de cette période peut être attribué à cette ignorance mais peut aussi cacher l'absence réelle de site de cette période. Cette dernière interprétation pourrait d'ailleurs être appuyée par l'absence des productions caractéristiques de La Bosse (Sarthe) (céramique gris clair) sur les ferriers de la région, alors que les productions de cet atelier sont présentes jusqu'à la fin du IIIe s. en Sarthe (GUILLIER 1997) et à Jublains (BOCQUET *et al*. 2004 : annexe CD 20, 10).

La période protohistorique n'est pas représentée ici, aucun ferrier n'ayant livré de mobilier caractéristique de l'Âge du Fer, ni même de la période augustéenne. En fait, les plus anciens artefacts découverts sur les ferriers de la zone d'étude sont datables du second quart du Ier s. ap. J.-C. au plus tôt (production de sigillée de Gaule du Sud). Enfin, de manière générale, le Moyen Âge central et final sont très largement sous-représentés, avec seulement deux sites datables des XIVe-XVe s. sur les 273 ferriers enregistrés.

7.4.3.2. Bilan général

Les résultats des diverses méthodes de datation présentées ci-dessus (radiocarbone, étude du matériel de prospection et données antérieures) sont résumés dans le tableau de la figure 113. Sur les 425 sites liés à la réduction directe du fer enregistrés dans la zone d'étude, on peut proposer une datation pour seulement 55 d'entre eux, soit à peine plus de 12 % du corpus. Parmi ces quelques sites on ne compte que 43 ferriers (soit 16 % de ce type de site). Il faut en outre préciser que près du tiers de ces datations provient des données fournies par la bibliographie ancienne ou d'informations issues de prospections antérieures. Le manque de données sur la datation des sites sidérurgiques dans la zone étudiée constitue une réelle limite à leur interprétation. La répartition de ces sites est présentée lors de la présentation des zones de production (cf. 8.2.2).

Période	Protohistorique			Gallo-romaine			Médiévale				Total
Sous-période	*Hallstatt - La Tène Ancienne*	*La Tène Moyenne*	*Total*	*Haut-Empire*	*Gallo-romain indét.*	*Total*	*Moyen Âge Central*	*Bas Moyen Âge*	*Moyen Âge indét.*	*Total*	
Scories dispersées ou isolées dont les scories piégées	1	2	*3*		8	*8*			1	*1*	12
Ferrier				5	34	*39*	1	2	1	*4*	43
Total	1	2	*3*	5	42	*47*	1	2	2	*5*	55

Fig. 113 : tableau récapitulatif des datations des sites liés à la métallurgie du fer dans la zone d'étude (sites à scorie piégée et coulée).

On l'a déjà dit à de multiples reprises : la gêne occasionnée par le couvert végétal et la mauvaise visibilité au sol lors des vérifications de terrain sont en grande partie responsables de cette carence, mais le manque de données acquises à ce sujet est également imputable aux contraintes de l'exercice de thèse. Cette recherche a été menée en quatre années et le choix a été fait de privilégier une vision extensive de la région, puis de porter l'intérêt sur une zone et un site (la forêt de Sillé et la fouille du site de "Roche Brune"). En contrepartie de ce choix, l'acquisition de données précises sur les sites découverts, qui aurait nécessité des visites complémentaires et éventuellement des sondages, a été reportée à une phase ultérieure. La chronologie offerte par cette première phase de recherche sur un vaste territoire n'en est pas moins intéressante. Ainsi, malgré toutes les difficultés qu'on a évoquées plus haut, on peut dire que la période romaine constitue la phase de développement importante de la production sidérurgique par la réduction directe dans la zone étudiée (fig. 114). Les sites protohistoriques et médiévaux, il est vrai sans doute nettement sous-estimés, sont beaucoup moins nombreux.

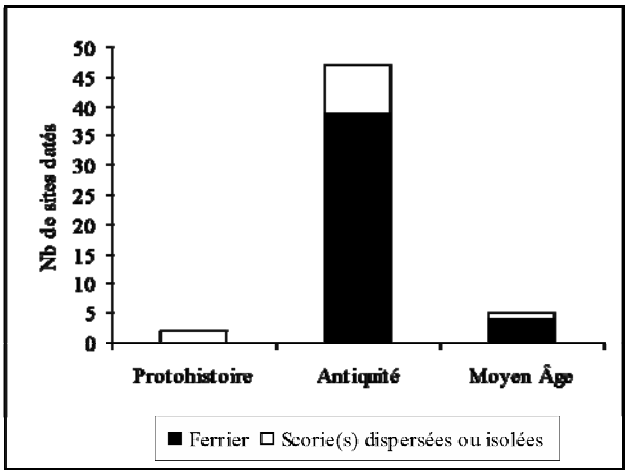


Fig. 114 : histogramme de la datation des sites liés à la réduction directe du fer (ferrier et scorie(s) isolées ou dispersées) par grande période chronologique. La prépondérance des sites de l'Antiquité est très nette.

7.4.4. Confrontation des documents historiques et des découvertes de terrain

Dans quelques rares cas, des ferriers reconnus au sol mais non datés se trouvent dans des secteurs dont l'activité sidérurgique ancienne est connue par les textes. On ne peut pas, bien entendu, dater les sites sur ce seul argument ; pourtant, dans certains cas, il fait peu de doute qu'il existe un lien entre les documents historiques et les vestiges visibles sur le terrain.

7.4.4.1. La sidérurgie médiévale dans la région de Craon

Le cas le plus explicite est celui de la région de Craon (Mayenne). Voici ce qu'en dit D. Bodard de la Jacopière en 1869 :

"*Dans cette forêt* [La Forêt de Lourzais] *existaient des forges catalanes, dont les scories ont été employées, il y a une dizaine d'années, à consolider le chemin de St. Saturnin à Rochepoulain. Ces*

forges appartenaient à l'abbaye de La Roë par le don que lui en fit Jourdain d'Eancé, vers 1150. […] *Les énormes monceaux de ces scories que l'on voit dans les bois des environs prouvent que l'exploitation du fer est fort ancienne dans le Craonnais.*" (BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869)

L'auteur s'appuie ici sur la mention du toponyme "Écrennes" (*Escrennis*), situé au cœur d'une enclave de la forêt de Lourzais (fig. 115), dans deux actes de donation de l'abbaye de La Roë datés des années 1148-1170[81]. Le second mentionne explicitement des "*fabricis*", des forges. D. Bodard de La Jacopière n'hésite pas à identifier les vestiges qu'il a repérés sur le terrain avec ces ateliers. Ce raccourci est toutefois trop facile. De fait, la découverte d'un petit ferrier proche du lieu-dit des "Écrennes" à Congrier (Mayenne, site 53 073.01) prouve la réduction directe du fer dans ce secteur. Ce site, très modeste, a livré en surface des fragments de tuiles à rebord de facture antique (*tegulae*), qui autorisent une datation possible de l'époque romaine ou peut-être du haut Moyen Âge, ce qui confirme l'ancienneté de cette activité dans la région. On ne peut malheureusement guère aller plus loin que ce constat, en l'absence de datation précise des sites de réduction directe découverts au sol.

La charte conservée par les archives départementales de la Mayenne assure cependant bien la pratique du traitement du minerai de fer dans la région dans le courant du XIIe s. Dans la seconde donation de la charte 118 du *Cartulaire de l'abbaye de Notre-Dame de la Roë* (acte 122), Renaud du Bourg-d'Iré donne aux religieux la coutume du fer (*cosduma ferri*). Le don consiste donc en la redevance que percevait le seigneur sur le fer produit par les religieux dans leurs ateliers (BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 51). Ces ateliers existaient donc déjà et fonctionnaient. Ceci indique par conséquent la présence d'ateliers de réduction dépendant de l'abbaye dans la région de Craon. Il ne fait guère de doute qu'une partie au moins des ferriers tout proches, situés sur les communes de Saint-Michel-sur-Roë, Saint-Aignan-de-la-Roë et, comme semble l'indiquer l'acte de donation de Renaud, plus au sud, à Renazé, Congrier ou peut-être à Saint-Saturnin et Saint-Martin-du-Limet, notamment autour du Bois du Limet, est directement liée à l'activité sidérurgique évoquée par ce texte (voir commentaire récent dans MEURET 2007 : 139-142).

[81] *Cartulaire*…, charte 118, actes 121 et 122 : ADM H 154 : 106-107. Des photographies de ces deux chartes sont fournies en annexe 1.1. Je ne cite ici que deux extraits de l'édition critique (HAMON-JUIGNET 1972) concernant le sujet qui nous intéresse : "*Jordanus de Ejenciaco* […] *dedit supra dicte ecclesie et canoniis terram que dicitur Escrennis*" (acte 121) ; "*Raginaldus de Iriaco* […] *dedit ecclesie Sancte Marie de Rota quicquid habebat in illa terra que vocatur de Escrennis et dedit cosduma ferri quod canonici supra ecclesie possent habere de suis fabricis.*" (acte 122).

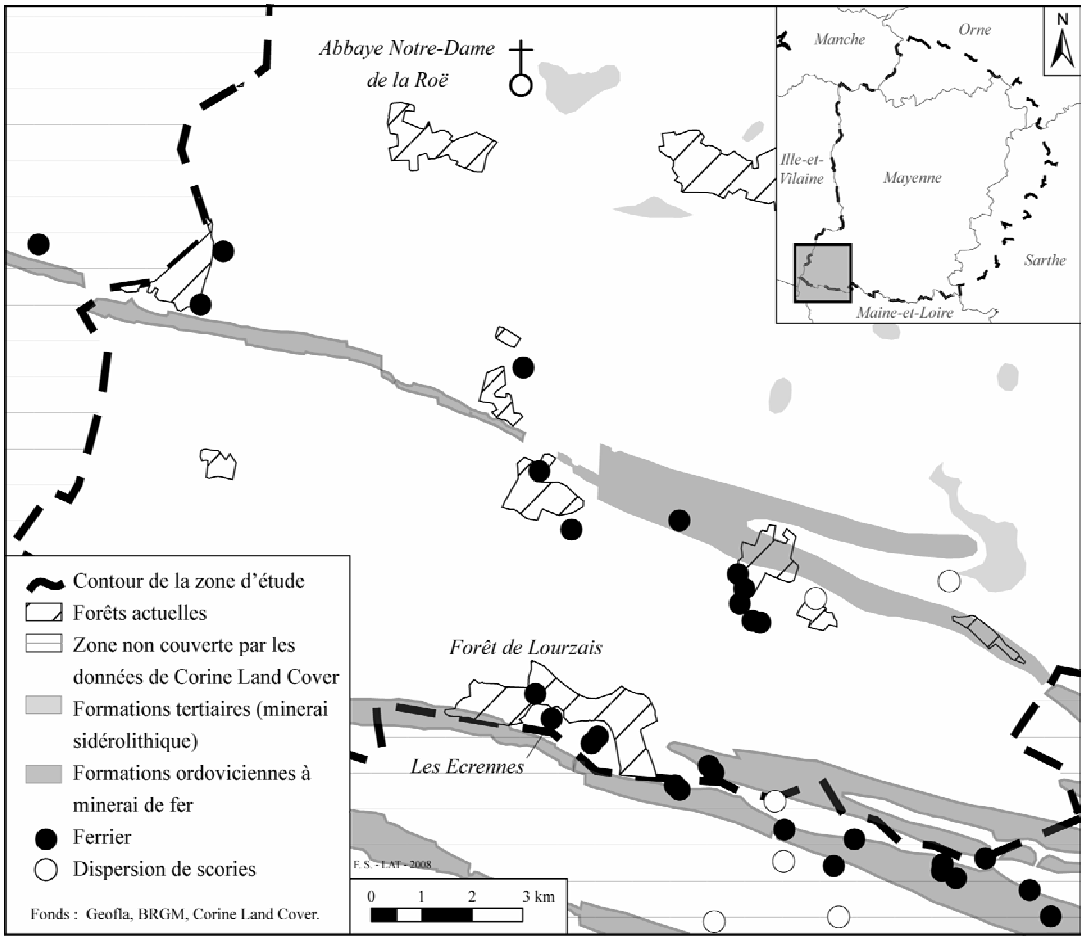


Fig. 115 : localisation des ferriers à proximité de l'abbaye de Notre-Dame de la Roë. N. B. : aucun ferrier de ce secteur n'est daté avec certitude.

J.-C. Meuret signale qu'à la même époque les chanoines de La Roë obtiennent le droit de clore leur "Bois de La Forge", malheureusement non localisé (MEURET 1993 : 511). Ce dernier ne cite pas explicitement la source qui lui permet d'affirmer ce fait (un acte du Cartulaire ?). Il précise néanmoins que le texte ne mentionne pas clairement la présence d'une forge (*fabrica*), terme qui, selon lui, aurait déjà été pris comme toponyme. Il y voit le signe de l'existence de bas fourneaux à une époque antérieure et l'associe à une phase de défrichement datable du haut Moyen Âge (*ibid.*). Les auteurs du *Cahier du Patrimoine* sur la métallurgie du Maine présentent une interprétation semblable pour la donation de Renaud qu'ils lient, selon un *a priori* commun, au mouvement de défrichement qui aurait accompagné la fondation de l'abbaye, créée en 1096 par Robert d'Arbrissel (BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 51). Cette interprétation, habituelle pour la sidérurgie médiévale, est loin d'être satisfaisante. Comme on l'a vu, les études palynologiques semblent démontrer que l'essentiel des défrichements de la période médiévale a eu lieu, dans la région, durant l'époque mérovingienne (BARBIER 1999 ; cf. 3.2.3) ; la production de fer par les ateliers de l'abbaye de La Roë au XIIe s. ne peut donc être liée de manière certaine à un phénomène de conquête des terres. En outre, les religieux de cette abbaye auraient été impliqués dans l'exploitation du fer dans d'autres lieux. Ainsi, en 1226, Aufroy de Sion fonde dans la forêt de Domnèche (Loire-Atlantique) une châtellenie qu'il confie aux chanoines de La Roë en la dotant des revenus d'une forge qu'il possédait dans sa forêt (HERBAUT 1991 : 62). On sait par ailleurs que l'abbaye a reçu dans le courant du XIIe s. le lieu de "Breil-Ingaut", assorti de droits

d'usage sur cette même forêt (*Cartulaire*… acte 61, d'après MEURET 1993 : 512). Cette forge est très certainement restée propriété du seigneur, seuls les revenus allant aux chanoines. On ne peut donc pas, lier, dans ce cas, les religieux avec l'activité sidérurgique, même si elle ne leur était pas totalement étrangère (MEURET 1993 : 512).

On possède donc un faisceau d'indices tendant à prouver qu'une part des ferriers repérés dans le sud-ouest du département de la Mayenne serait datable du Moyen Âge central et dépendrait, pour partie, de l'abbaye de La Roë. Ces arguments ne suffisent toutefois pas à accorder aux religieux un rôle prédominant dans la production sidérurgique du nord de l'Anjou médiéval. L'unique témoignage irréfutable est celui de l'acte 122 du cartulaire de Notre Dame de la Roë. S'il atteste bien l'existence d'ateliers de réduction dépendant de l'abbaye, il paraît néanmoins bien isolé. Si cette activité avait été prééminente, elle aurait sûrement laissé d'autres traces dans ce riche recueil de plus de 200 chartes. L'abbaye de La Roë ne peut donc pas être rapprochée du rôle joué par l'ordre de Cîteaux, notamment en Bourgogne, dans le développement d'une sidérurgie dynamique fondée sur le faire-valoir direct (GILLE 1968). En effet, cette abbaye de chanoines réguliers suivant la règle de Saint-Augustin ne semble pas avoir été un acteur important de la sidérugie régionale, ce qui s'accorde avec les constatations faites par M. Arnoux (1991) sur les ordres religieux et la production du fer en Normandie.

7.4.4.2. Le secteur de La Ferrière-aux-Étangs

Dans la région de la Ferrière-aux-Étangs, on possède trois textes attestant la production sidérurgique durant les XIVe et XVe s. La première mention d'une forge à La Ferrière-aux-Étangs date du milieu du XIVe s.[82], sans qu'on puisse dire s'il s'agit d'un atelier de réduction ou de forge. En revanche, en 1370, un aveu de dénombrement mentionne explicitement des mines et on peut donc supposer l'existence d'un ou plusieurs ateliers de traitement du minerai à proximité, sans toutefois les localiser avec précision (ARNOUX 1993 : 140, d'après l'aveu du 17 novembre 1373, AN P 1921, n° 45987, copie P 302, n° IIc LXVI). Le document le plus explicite est malheureusement un texte de seconde main, rapporté par une copie d'A. de Surville au début du XXe s.[83] (SURVILLE 1920 : 39-40). Il est le seul à mentionner un lieu-dit : le bois dit de la "haye de La Ferrière". Ce dernier toponyme n'existe plus à l'heure actuelle mais on le retrouve dans les états de sections du cadastre ancien, levé dans cette région vers 1810. Les parcelles boisées portant ce nom s'étendaient sur trois communes : au sud de La Ferrière-aux-Étangs, au nord de Dompierre et au nord-ouest de Champsecret (voir les indices 61 091.d, 61 146.b et 61 163.j). Ce bois correspond en fait à celui qui entoure le lieu-dit "Le Gué Plat" sur la commune de La Ferrière-aux-Étangs (fig. 116). La surface du secteur forestier a dû fluctuer depuis le XVe s. mais on peut être sûr que le bois signalé dans le texte rapporté par A. Surville se trouvait bien là. Ce secteur a été très fortement perturbé par les extractions de minerai de fer modernes et contemporaines ; le sud du bois du "Gué Plat" est appelé "Parc des Minières" : on y voit bien le relief tourmenté laissé par les excavations. À l'ouest du massif boisé sont encore visibles deux

[82] D'après un coutumier de 1346-1348, la forge de Guillot Michel, à La Ferrière, doit aux sergents fieffés de la forêt d'Andaine un soc de charrue à Noël (HUBERT 1956).
[83] Un extrait du texte d'A. Surville est fourni en annexe 1.4.

fours de grillage utilisés pour traiter le minerai au début du XXe s. On reconnaît, çà et là dans le bois, des dispersions de scories anciennes mais sans toujours pouvoir les interpréter (61 163.06). C'est pourquoi très peu de sites ont été enregistrés ici. Deux ferriers bien caractéristiques ont néanmoins été reconnus à quelques distances de cette forêt, l'un à proximité d'un chevalement, dit "Puits Prâlon", qui marque l'activité sidérurgique contemporaine (61 163.02) ; l'autre le long de la route de Dompierre à La Ferrière, dans un taillis au nord du lieu-dit "La Vente Burnou" (61 024.01). Malheureusement, ces deux sites n'ont pas livré de matériel en surface et on ne peut les associer de manière certaine à l'activité médiévale connue par les textes. Si l'on se fie au texte transmis par A. Surville, ce sont au moins quatre "forges grossières" qui se situaient à La Ferrière vers 1455 : une appartenant à Marguerite de La Ferrière, qui fait l'objet de la réclamation, une autre au seigneur, le duc d'Alençon, et deux à des férons. On peut signaler l'existence d'un autre site de réduction directe sur la commune, au lieu-dit "Le Mont Brûlé" (61 163.05). Il pourrait s'agir de l'une de ces forges, encore une fois sans certitude.

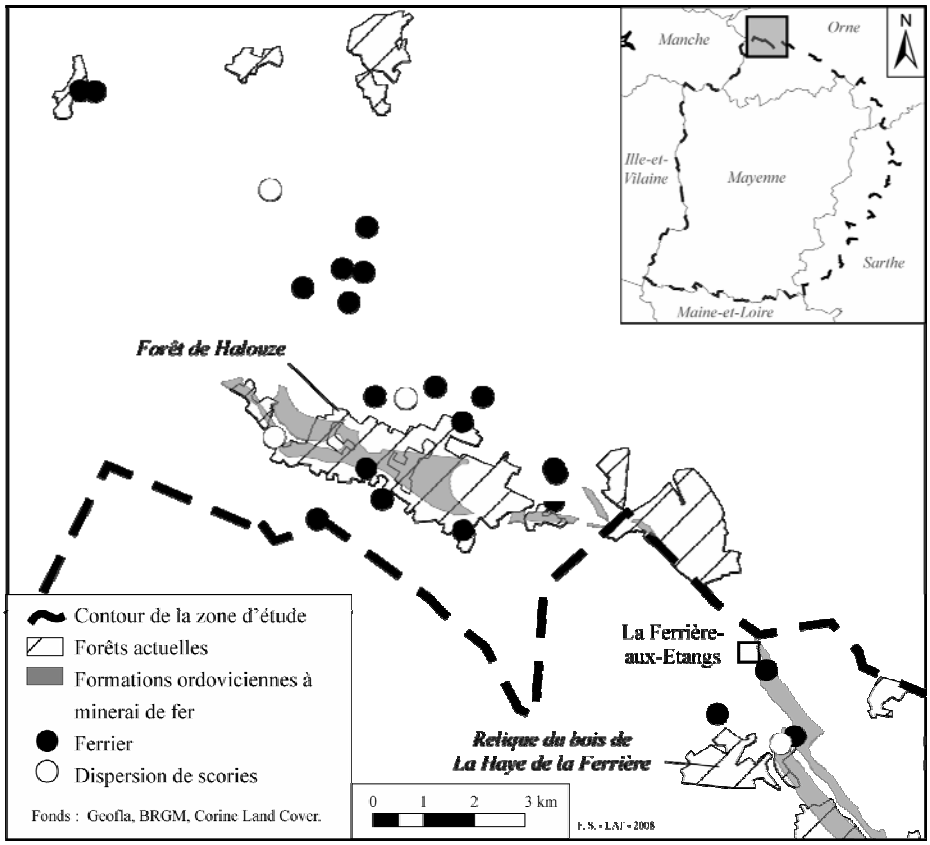


Fig. 116 : localisation des ferriers autour de la forêt de Halouze (Orne). N. B. : aucun ferrier de ce secteur n'est daté avec certitude.

Le texte d'A. Surville nous apprend également que ces "forges grossières" sont "propres à faire fer" ce qu'on peut traduire par le fait qu'il s'agit d'ateliers de traitement du minerai et de production de métal, mais la mention de la perception d'un intérêt sur les objets vendus intégré au salaire de l'ouvrier poêlier Guillaume Marie indique que ces forges produisent également des objets finis. Les ateliers concentrent donc les phases de réduction et de post-réduction, jusqu'à l'élaboration de l'objet.

La situation est sans doute la même pour la forêt de Halouze. On a déjà vu qu'elle fait l'objet d'extraction minière au moins depuis le XVe s., comme l'atteste un document des archives de la minière de Beaumont daté du 2 janvier 1473 (ARNOUX 1993 : 130-132 avec édition de la source p. 592-593)[84]. Ce texte indique qu'après le refus de Pierre Le Métayer de traiter un autre minerai que celui de la minière de Beaumont, le baron de Flers, Nicolas Chambellan, dit Grosparmy, a apporté son minerai "*aux faeseurs de paesles de nouvel édiffiés en la paroisse de Flers en la forest de Hallouse dont en est mestre Raoullet Le Verrier*" (*ibid*.). Notons ici que ce dernier nom ne nous est pas inconnu puisqu'il apparaît déjà dans le texte d'A. Surville, comme maître d'une "forge grossière" de La Ferrière-aux-Étangs (SURVILLE 1920 : 40). On pourrait s'interroger sur le sens de "*faeseurs de paesles*", si le texte ne spécifiait pas que le baron apportait à cet atelier du minerai à traiter et non du fer directement travaillable. Il s'agit donc bien d'un atelier de réduction directe du fer sûrement assorti d'une forge.

La forêt de Halouze se trouve en dehors de notre zone d'étude, mais a fait l'objet de quelques visites et M. Hubert y a repéré plusieurs sites[85]. Malheureusement, aucun de ces ferriers n'a livré d'éléments datants. Dans ce cas, comme dans celui du sud-ouest de la Mayenne, on peut néanmoins supposer qu'une partie au moins des ferriers enregistrés est datable du bas Moyen Âge mais sans pouvoir en préciser la proportion.

7.4.5. Chronologie, dimensions et faciès des scories

7.4.5.1. Faciès des scories et chronologie

On remarque parfois une certaine corrélation entre la datation des sites et le faciès de scorie majoritaire. Il n'est pas question d'établir une chrono-typologie des scories de réduction du fer, dont il est évident qu'elle n'aurait pas grande valeur ; toutefois, dans certains cas, la corrélation est suffisamment forte pour permettre d'établir un lien entre faciès de scories et datation.

On connaît le faciès dominant des scories pour 324 sites liés à la réduction directe du fer dans la zone d'étude (en ne tenant pas compte ici des sites à scories piégées) (fig. 117). Les scories en cordons dominent nettement ce classement, suivi des scories en plaquettes, et puis, en nombre moindre, arrivent ensuite les scories à cordons vacuolaires et les fonds de four. Parmi eux, on possède la datation de 47 sites. Si l'on projette la distribution des faciès dominants en fonction de la datation, on remarque certaines associations (fig. 118).

Ainsi 27 des 41 sites datés de l'époque romaine présentent des scories en plaquettes et inversement tous les sites ayant livré ce type de résidus pour lesquels on peut proposer une datation sont de l'époque romaine. Cette observation ne souffre aucune exception.

[84] Le texte extrait de la thèse de M. Arnoux est fourni en annexe 3, document 3.
[85] Communes du Châtellier, de Saint-Clair-de-Halouze, de La Chapelle-Biche, de La Chapelle-au-Moine et de Saint-Paul dans l'Orne : SARRESTE 2005 ; 2006b ; 2007b.

Faciès dominant des scories	Sites à scorie(s) isolée ou dispersées	Ferriers	Total
cordons	57	125	182
plaquettes	10	95	105
vacuolaires	1	17	18
fonds de four	3	9	12
cordons/plaquettes	0	7	7
Total	**71**	**253**	**324**

Fig. 117 : tableau des faciès dominants des scories pour 324 sites liés à la réduction directe du fer dans la zone d'étude. On ne tient pas compte ici des sites à scories piégées.

	Période	Protohistoire	Gallo-romaine			Médiévale				Total
	Sous-période	*La Tène Moyenne*	*Haut-Empire*	*Gallo-romain indét.*	*Total*	*Moyen Âge Central*	*Bas Moyen Âge*	*Moyen Âge indét.*	*Total*	
Faciès dominant des scoriss	plaquettes		5	22	27					27
	cordons	1		13	13	1		1	2	16
	vacuolaires						1	1	2	2
	cordons/plaquettes			1	1					1
	fonds de four						1		1	1
	Total	1	5	36	41	1	2	2	5	47

Fig. 118 : tableau mettant en parallèle le faciès dominant des scories avec la datation pour 47 sites ayant livré des scories de réduction directe du fer dans la zone étudiée. On ne tient pas compte ici des sites à scories piégées.

Les scories en plaquettes semblent donc associées à cette période, même si, une fois de plus, le nombre de sites datés n'est pas suffisant pour assurer fermement ce lien. Une telle association avait déjà été remarquée sur des sites datés de l'époque gallo-romaine en Ille-et-Vilaine (VIVET 1997). Un seul site mêlant à parts égales scories en cordons et en plaquettes a pu être daté, lui aussi de l'époque romaine.

La production de scories de cette dernière morphologie est, on l'a vu, très probablement le témoignage d'un changement technique qu'on a encore du mal à cerner. La corrélation possible entre cette mutation du faciès des résidus et l'époque romaine est donc une piste intéressante. En outre, malgré les difficultés liées à la datation des sites, ces déchets semblent spécifiques de cette période. De là à attribuer tous les sites à scories en plaquettes à la période romaine il n'y a qu'un pas, que je ne franchirai toutefois pas. Je l'ai dit, il serait illusoire, en l'état des connaissances, de vouloir créer une chrono-typologie des scories. On constate seulement que la corrélation entre faciès et datation est forte et l'on peut présumer qu'une part notable des ferriers présentant majoritairement ce genre de résidus est plus probablement antique que d'une autre période.

On peut sûrement pousser un peu plus loin les remarques. Les deux sites à scories à cordons vacuolaires pour lesquels on possède une datation sont attribués à l'époque médiévale. Il est d'ailleurs intéressant de noter que cette remarque à valeur en dehors de notre zone d'étude. Ainsi les sites médiévaux de la forêt de Paimpont fouillés par J.-B. Vivet présentent ce type de scories vacuolaires (visite des sites et communication personnelle de J.-B. Vivet). J'ai également eu l'occasion de reconnaître ce type de scories dans le ferrier de "La Ferrière" à Jupilles (Sarthe), qui a fait l'objet

d'une récupération en 1927. On sait, grâce à la surveillance des travaux par J. Derré, que ce site est médiéval (XIe-XIIe s.) (DERRÉ 1929 : 236 ; BOUVET 2001a : 242). Enfin, aucun site présentant ce type de scories n'a été daté de l'époque romaine, ce qui n'est pas une preuve en soi mais invite à penser que ce faciès de scorie n'est que peu ou pas produit à cette époque. La piste est ici encore plus ténue que pour le lien supposé entre scories en plaquettes et période romaine, mais elle existe. Ce n'est d'ailleurs peut-être pas un hasard si la majorité des sites du sud-ouest de la Mayenne, dont on a vu qu'une part pourrait être datée du Moyen Âge central, est constituée de scories vacuolaires. Il ne faudrait bien sûr pas entrer dans un raisonnement circulaire, induisant la datation des ferriers en raison de la morphologie de leurs déchets et l'attribution chronologique des déchets en fonction de la datation des mêmes sites : une fois de plus il faut rester prudent et se borner à constater le lien. Il serait nécessaire pour valider – ou invalider – l'association pressentie, de multiplier la datation des sites par des sondages et des datations ^{14}C. En l'état des connaissances on peut simplement constater qu'il semble exister une rupture technique, peut-être dans le courant du Moyen Âge central, entraînant la production de résidus de faciès différent.

Il en va de même des scories de fonds de four, représentées seulement par douze sites, dont un seul a pu être daté, du bas Moyen Âge. Il s'agit d'un petit ferrier situé à proximité de l'atelier romain de "Roche Brune", fruit probable d'une réoccupation. La découverte dans cet amas d'un abondant lot de céramique (dont des mortiers à œil de perdrix) permet de le dater au plus tôt de la fin du XIIIe s. et plus probablement des XIVe-XVe s. (cf. 10.2.5.2). Là aussi, on ne peut que remarquer que certains des sites présentant ce type de scories, dont celui du "Mont Brûlé" à La Ferrière-aux-Étangs (Orne, site 61163.01), se trouvent dans un secteur où une activité sidérurgique est attestée par les textes au XIVe-XVe s. Ceci reste à vérifier et à argumenter.

Dans certains cas, ces scories très spongieuses ont été découvertes à proximité de haut fourneau moderne (site de "La Forge" à Saint-Clair-Halouze, 61 376.01, en dehors de la zone d'étude : SARRESTE 2007b). Ceci pourrait suggérer un lien avec la transition vers le haut fourneau. L'étude chimique et minéralogique de ces déchets particuliers reste à faire.

Ces remarques ont plus une valeur indicative que réellement déterminante ; la datation d'un nombre plus important de sites et l'enregistrement systématique des faciès de scories dans d'autres régions pourraient peut-être permettre de pousser plus loin la piste ouverte ici. On remarquera enfin que les scories denses en cordons, les plus abondantes, ne semblent pas, quant à elles, caractéristiques d'une période : on en trouve de La Tène moyenne jusqu'au Moyen Âge central. Ceci démontre bien qu'il ne faut pas accorder une valeur absolue aux corrélations présentées ici, mais qu'il ne faut pas non plus les négliger.

7.4.5.2. Chronologie et dimensions

On ne possède que trop peu de données sur la datation des sites pour définir un modèle de l'évolution des dimensions des sites. Cette évaluation butte, de surcroît, sur le problème récurrent de la récupération ancienne des scories et de la durée d'occupation : un site en activité plus longtemps

produira plus de scories, aura donc des dimensions plus grandes et sera susceptible de livrer plus de matériel en surface. Je ne ferai donc ici qu'une remarque : on possède pour 41 des 43 ferriers datés une surface estimée. Parmi eux, 39 sont gallo-romains et 2 sont du bas Moyen Âge. Si l'on calcule une surface moyenne à partir de ces quelques données, on constate que celle des ferriers romains datés est d'un peu plus 3 550 m² alors que celle des ferriers médiévaux et d'un peu plus de 250 m². Vu l'effectif considéré, on ne peut toutefois pas comparer ces valeurs.

7.4.5.3. Faciès des scories et dimensions des ferriers

On possède pour 194 ferriers le faciès dominant des scories et une estimation de la surface (fig. 119). Le calcul de la surface moyenne des ferriers en fonction du type majoritaire de résidus qu'ils renferment permet de mettre en évidence que les sites à scories en plaquettes sont généralement beaucoup plus grands que les amas des autres faciès (fig. 120). En conséquence de quoi leur volume estimé est également beaucoup plus important (fig. 121 et 122).

	Surface totale en m²	Nb de sites	Surface moyenne en m²
cordons	157 275	92	1 710
plaquettes	238 628	75	3 182
vacuolaires	25 733	14	1 838
fonds de four	7 900	8	988
cordons/plaquettes	10 485	5	2 097
Total	**440 021**	**194**	**2 268**

Fig. 119 : tableau des surfaces moyennes des ferriers en fonction du faciès dominant des scories qu'ils contiennent. On remarque que les ferriers à scories en plaquettes sont beaucoup plus grands que la moyenne générale.

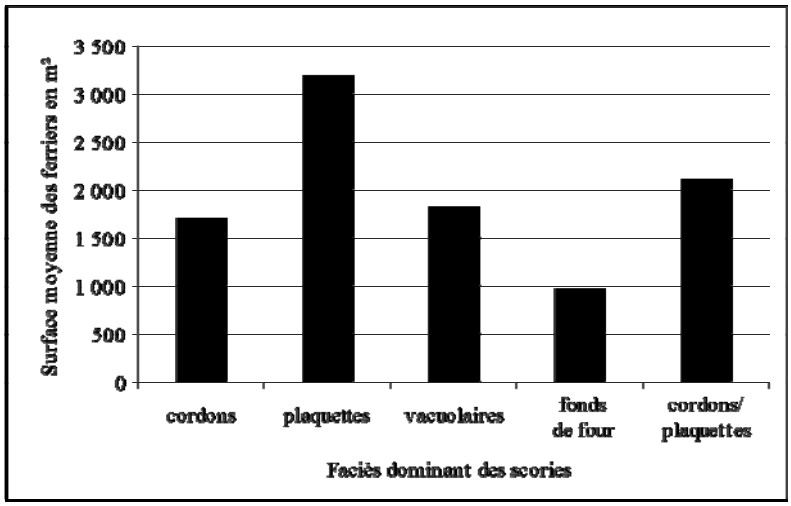


Fig. 120 : Surfaces moyennes des ferriers en fonction du faciès dominant des résidus qu'ils contiennent.

	Volume total en m³	Nb de sites	Volume moyen en m³
cordons	27 450	22	1 248
plaquettes	154 734	47	3 292
vacuolaires	2 960	5	592
fonds de four	1 591	5	318
cordons/plaquettes	3 080	2	1 540
Total	**189 815**	**81**	**2 343**

Fig. 121 : tableau des volumes moyens des ferriers en fonction du faciès dominant des scories qu'ils contiennent. On remarque que les ferriers à scories en plaquettes sont beaucoup plus grands que la moyenne générale.

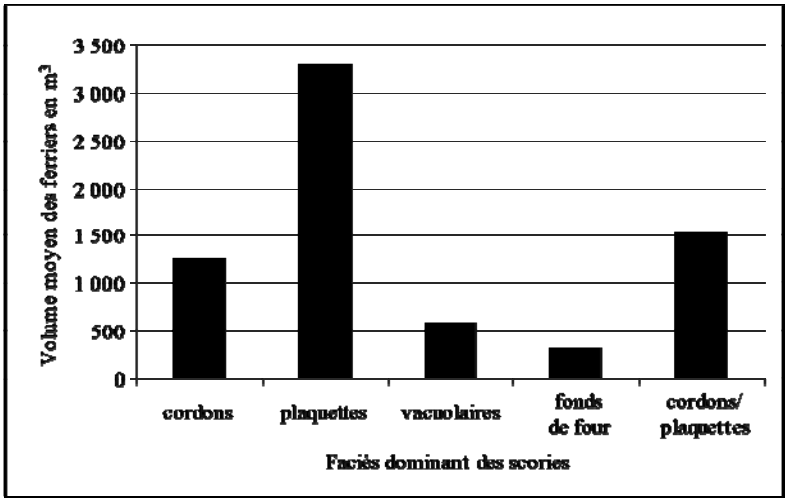


Fig. 122 : histogramme représentant les volumes moyens des ferriers en fonction du faciès dominant des résidus qu'ils contiennent.

Les scories en plaquettes constituent donc la majorité des déchets des plus grands ferriers, ceux de la forêt de Sillé, mais également à proximité de Laval, ou encore dans le secteur de la forêt de Charnie[86]. La corrélation entre ce faciès et la taille des sites est frappante. Doit-on voir dans ce fait le passage d'un changement technique permettant la production de très grande quantité de fer (et donc de déchets) à chaque opération ? La question n'est pas évidente et renvoie au problème de la durée d'occupation de ces sites et à leur structuration (combien de fourneaux ?).

On a déjà souligné le lien qui pourrait exister entre les scories en plaquettes et la période romaine. Certains de ces grands ferriers à scories en plaquettes font partie de ceux qui ont livré un abondant mobilier céramique en surface[87]. Il s'agit des ferriers de "La Gaufrie" à Laval (53 130.01), du "Pâtis" et de "Pierre Blanche" à L'Huisserie (53 119.01 et 02) et des "Landes" à Joué-en-Charnie (Sarthe, 72 149.01). On pourrait ajouter à ce groupe le ferrier de "Roche Brune 1" à Pezé-le-Robert (72 234.06) dont le mobilier céramique sera présenté en détail dans le chapitre dédié à ce site (cf. chapitre 10).

Les quatre premiers sites ont essentiellement livré de la céramique sigillée : elle représente plus de 80 % des tessons collectés lors de plusieurs visites effectuées par M. Hubert ou moi-même. On peut bien sûr expliquer cette très forte représentation par la plus grande facilité à reconnaître cette poterie rouge vif et vernie dans la terre sombre des ferriers. Néanmoins, même si l'on ne tient pas compte de cette proportion, le nombre de tessons collectés témoigne de l'abondance de ce type de production sur ces amas. Je présente volontairement ces quatre sites ensemble, car les formes comme la datation du mobilier collecté à leur surface sont étonnamment homogènes. Les lots réunis ont été

[86] Sites de "La Forêt des Chartreux 1" à Saint-Denis-d'Orques – 72278.04 –, des "Landes" à Joué-en-Charnie – 72149.01 – du "Point du Jour" à Viré-en-Champagne – 72379.06 – *etc.*

[87] Il s'agit d'une abondance toute relative : les sites de L'Huisserie ont livré chacun une trentaine de tessons dont la moitié est romaine ; les sites de Laval et Joué-en-Charnie en ont livré environ une centaine chacun en très grande majorité romaine. Les ramassages ayant été faits en plusieurs temps par M. Hubert ou moi-même, on ne possède pas de comptage précis. Quoi qu'il en soit, ces sites ont livré plus de matériel en surface que certains sites fouillés, c'est en cela qu'ils sont exceptionnels.

examinés par R. Delage (INRAP) et A. Ferdière[88]. Ils sont constitués très majoritairement de productions des ateliers de Gaule du Centre (Lezoux, Gueugnon) et de quelques rares tessons de Gaule du Sud. On peut donc dater ces ensembles du milieu du Ier s. au début du IIIe s. ap. J.-C. (ce sont, avec l'atelier de "Roche Brune 1", les cinq sites datés du Haut-Empire). Ces ateliers ont donc pu fonctionner en même temps. Il ne faut cependant pas exclure la possibilité d'occupation plus ancienne (augustéenne ?) ou postérieure. Rien ne permet néanmoins de penser que ces ateliers fonctionnaient avant la Conquête. De même, ces sites ont peut-être poursuivi leur activité au-delà du début du IIIe s., mais le mobilier collecté n'en témoigne pas.

Le ferrier des "Landes" à Joué-en-Charnie s'étale sur plus de cinq parcelles actuelles ; son diamètre est estimé à près de 200 m et, malgré la récupération récente des scories, on peut présumer que l'amas devait être très élevé, peut-être de plusieurs mètres. La présence exclusive de mobilier romain en surface ne permet pas de conclure sur la durée d'occupation mais laisse présager une activité intense sur ce site. En outre, on peut supposer l'existence, à proximité de ces ateliers, d'habitats dévolus aux artisans. L'abondance du mobilier céramique (plusieurs dizaines de tessons) et la présence de vaisselle de présentation (sigillée) ne laissent pas de doute à ce sujet. Il est probable, mais malheureusement non certain, que quelques-uns des autres très grands sites à scories en plaquettes appartiennent à ce groupe. On peut ainsi signaler le site du "Point du Jour" à Viré-en-Champagne, ceux de "La Guittière", de "La Forêt des Chartreux 1" et l'ensemble du "Domaine des Chartreux 1 à 6" à Saint-Denis-d'Orques, mais aussi une partie des amas de la forêt de Sillé.

[88] Formes identifiées pour le site de "La Gaufrie" à Laval : plusieurs fragments d'assiettes Lezoux 54 et Lezoux 43, de coupelles Drag 33 et Lezoux 42, d'une coupe Lezoux 8, d'un mortier Lezoux 97 et de vases moulés Drag 37 (deux potiers décorateurs : Cinnamus, Paternus).
Formes identifiées pour le site des "Landes" à Joué-en-Charnie : assiettes Walter 79, Curl 23, Lezoux 56, coupelle Drag 33, jatte-mortier Lezoux 97, vases moulés Drag 37 (potier décorateur Cinnamus).

Chapitre 8
Étude de répartition et zones de production

8.1. Implantation des sites de réduction

La présence relativement proche de minerai de fer est évidemment la condition *sine qua non* de l'installation d'un atelier de réduction directe du fer. La disponibilité de cette ressource ne signifie pas pour autant que l'atelier s'installe nécessairement sur le gisement même, d'autres facteurs entrant en ligne de compte. On peut scinder ces paramètres en deux :

- les premiers relèvent des contraintes techniques : présence de minerai, de combustible, éventuellement d'eau, topographie du terrain ;

- les autres sont plus d'ordre social et économique : proximité d'un axe d'échange ou d'un marché, propriété du terrain, gestion de la production par une autorité supérieure, concurrence avec d'autres ateliers contemporains.

Les paramètres techniques peuvent être approchés par une étude de la répartition des sites par rapport à leur environnement naturel (ressources minières, cours d'eau, données sur le boisement, topographie de la région *etc*.). La situation est plus complexe pour les paramètres socio-économiques dont la compréhension nécessite la maîtrise des mécanismes culturels dans lesquels fonctionnent les ateliers et donc en premier lieu de leur chronologie ; élément qui nous fait cruellement défaut dans la région étudiée. On verra cependant ce que peut nous apporter pour cette deuxième catégorie l'étude de la position des ferriers par rapport aux voies de circulation anciennes connues et leur distribution dans la carte archéologique générale de la région pour les périodes concernées.

Pour aborder ces questions, j'ai tenté d'appliquer, dans la mesure de la documentation à disposition, un SIG. Toutefois, on ne possède pas encore de données suffisamment précises pour que son utilisation soit toujours pertinente dans le cadre de cette étude. L'outil informatique, et en particulier les requêtes spatiales, n'est donc utilisé que lorsque cela est envisageable au vu de la qualité des fonds à disposition.

8.1.1. Relation des sites de réduction aux matières premières

8.1.1.1. Le minerai

J'ai déjà exprimé les difficultés qu'il y a à cerner les zones minières (cf. 6.2), en fonction des documentations géologiques d'une part et des informations documentaires d'autre part. Les cartes ci-dessous proposent une confrontation de la distribution des sites de réduction directe du fer et de ces deux fonds (fig. 123 et 124). Même en tenant compte des imprécisions des cartes géologiques, on remarque que la majorité des sites de réduction se trouvent sur des formations pouvant contenir du minerai de fer ou dans une zone minière, ce qui n'est pas surprenant. Un calcul effectué sur SIG le confirme (fig. 125 et 126) : plus de 32 % des sites de réduction directe du fer de la zone d'étude se trouvent sur les 7,7 % du territoire représentés par les formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer ; 86,5 % se situent à moins de 2 km.

Au-delà de ce déterminisme, on peut faire deux constats :

- tout d'abord, près de 13,5 % sites de réduction se trouvent à plus de 2 km de minerai, plusieurs s'en trouvent même très éloignés si l'on considère la distribution des cartes ci-dessous ;

- parallèlement, il y a des zones de potentiel minier qui n'ont pas ou peu été exploitées par la méthode directe de réduction : c'est le cas de la région d'Évron dont nous avons vu qu'elle alimente les hauts fourneaux au XVIIe et XVIIIe s.

Ces propos doivent néanmoins être nuancés. Pour le premier point, plusieurs gisements ponctuels ont probablement échappé à la cartographie géologique et certains ont pu disparaître du fait même de leur exploitation. En outre, l'implantation d'un ferrier sur une formation potentiellement riche en fer n'atteste pas l'exploitation de celle-ci. Pour le second point, rien ne permet d'affirmer que tous les gisements étaient reconnus anciennement. On peut cependant établir deux conclusions :

- la présence de minerai de fer immédiatement sur place paraît être un facteur important mais non une condition *sine qua non* à l'installation d'un atelier de réduction ; ceci suppose le transport de matière première ;

- le potentiel minier ne suffit pas à l'installation d'un atelier ou d'une zone de production sidérurgique, ainsi plusieurs zones minières très fortement exploitées à l'époque moderne et contemporaine ont été ignorées durant les périodes anciennes et ceci sous entend que d'autres facteurs entrent en ligne de compte, le premier d'entre eux étant la présence de combustible.

Comme on le verra plus loin on peut mettre en évidence l'importation du minerai sur plusieurs kilomètres dans le cas de l'atelier romain de "Roche Brune" (cf. 10.3.1.3). Ce type de transport a, en outre, déjà été mis en évidence lors de l'étude du site du "Latté", à Oulches (Indre) (DIEUDONNÉ-GLAD 1994).

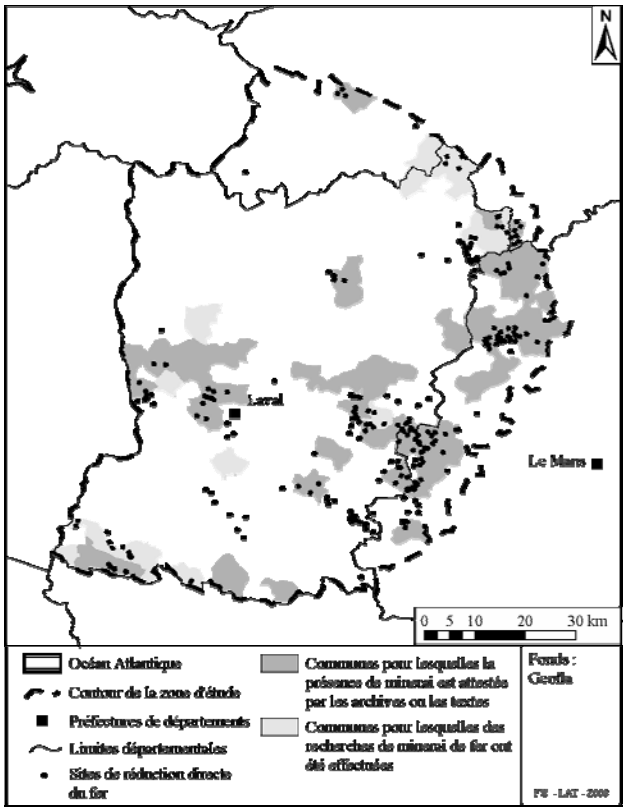


Fig. 123 : carte confrontant la distribution des sites de réduction directe du fer par rapport aux zones minières définies d'après la documentation historique.

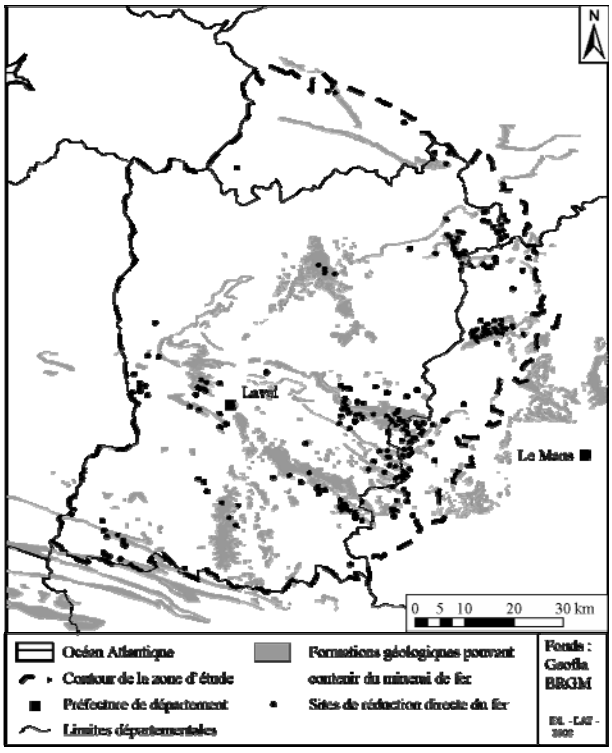


Fig. 124 : carte confrontant la distribution des sites de réduction directe du fer aux zones minières définies d'après les données géologiques.

Pour l'époque médiévale, on a également la preuve, dans la région, de transport de minerai sur des distances relativement longues. Ainsi, un papier de la minière de Beaumont daté de janvier 1473 indique que les maîtres férons affiliés traitaient uniquement le minerai provenant de Beaumont (ARNOUX 1993 : 592-593 ; annexe 1.5). Lorque le Baron de Flers apporta du minerai extraire en forêt de Halouze dans l'atelier d'un féron de la minière de Beaumont, nommé Le Metayer, c'est sous la contrainte que celui-ci est obligé de le traiter avant de refuser en arguant qu'il "*n'en volloit user ne d'aultre que de ladite myniere de Beaumont*" (*ibid.*). Or si l'on place cette action dans la région de la forêt de Halouze, ce qui paraît le plus probable puisque le minerai du Baron de Flers échut finalement dans l'atelier de Raoul Le Verrier installé dans cette même forêt, cela signifie que l'atelier de Le Métayer importait son minerai sur plus de 30 km depuis la minière de Beaumont, située à Saint-Rémy-sur-Orne dans le Calvados. Cet exemple montre que le transport de minerai sur des distances relativement longues n'est pas un obstacle à son exploitation à cette période. On peut d'ailleurs, en sortant du cadre chronologique de cette étude, insister sur le fait que le minerai extrait dans la région d'Évron durant les XVIIe et XVIIIe s. était traité dans des hauts fourneaux distants en général de plus de 15 km (LAURAIN 1926-1927 ; 1938). Le transport du minerai semble donc être, depuis l'Antiquité, un phénomène relativement courant.

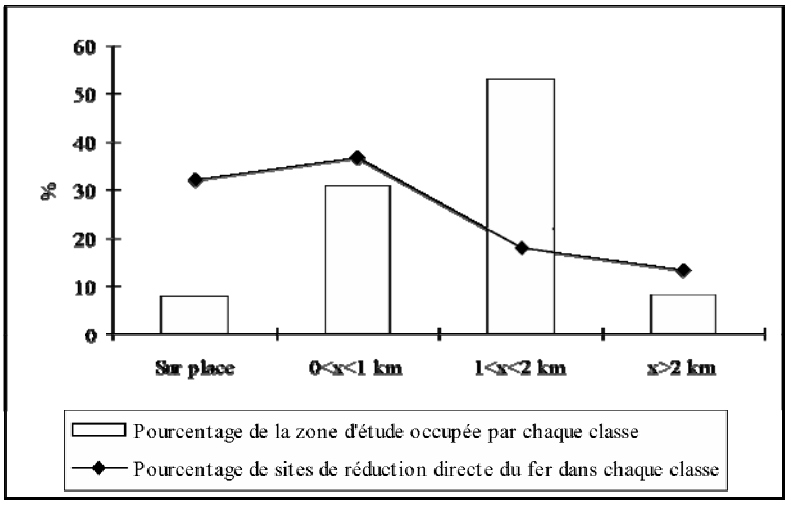


Fig. 125 : graphique confrontant la distribution des sites de réduction de la zone d'étude avec les formations pouvant contenir du minerai de fer.

Formations pouvant contenir du minerai de fer…	% de la zone d'étde	Nb de sites de réduction directe du fer	% de sites de réduction directe du fer
… sur place	7,72	91	32,27
… à une distance de 0 à 1 km	30,91	103	36,52
… à une distance de 1 à 2 km	53,06	50	17,73
… à plus de 2 km	8,31	38	13,48
Total	100	282	100

Fig. 126 : tableau montrant les relations entre les sites de réduction directe du fer de la zone d'étude et les formations pouvant contenir du minerai de fer

8.1.1.2. Le bois

- Ferriers et milieux boisés

La présence de bois est probablement le paramètre le plus important pour l'implantation d'un site de réduction et paradoxalement celui sur lequel on a le moins d'information (DIEUDONNÉ-GLAD 1996). En effet, l'emprise et l'importance des massifs forestiers anciens nous échappent totalement (cf. 3.2.3). Les diagrammes polliniques nous permettent de suivre l'évolution générale du couvert boisé, et dans certains cas de rapprocher celui-ci de l'activité d'un site sidérurgique ou d'une zone de production, mais ils sont impuissants à reconstituer le boisement dans sa conformation topographique. En outre, l'étude de D. Barbier (1999) sur la région n'a pas concerné de tourbière située dans ou à proximité d'un massif boisé, ce qui aurait pu permettre d'avoir une connaissance un peu plus précise de son évolution. Il est vrai que les sols forestiers, souvent acides en fonction du boisement (résineux), ne se prêtent guère à la conservation des pollens.

On a déjà vu (cf. 3.2.3) que l'on peut supposer que certains des massifs forestiers de la région ont pu exister anciennement, certains peut-être dès l'Antiquité, mais leur évolution dans le temps en fonction des phases de défrichements ne permet pas d'assurer qu'ils ont tous toujours été des boisements permanents.

Les données concernant les relations topographiques qui ont pu exister entre les sites de réduction et les massifs boisés contemporains de leur activité sont donc très minces. En fait, les seules données disponibles concernent le Bas Moyen Âge et la région de La Ferrière-aux-Étangs (Orne). Ainsi, un texte daté de 1455, rapporté par une copie d'A. Surville (1920 : 39-40), indique que la "forge grossière" appartenant à Marguerite de La Ferrière se trouve dans son bois de la Haye de la Ferrière et qu'elle y fait produire le charbon pour son atelier. La situation semble être la même dans la forêt de Halouze, voisine de La Ferrière : un texte issu des archives du métier de férons de la minière de Beaumont, daté de janvier 1473 (ARNOUX 1993 : 130-131 ; annexe 3, document 3), nous apprend que des "*faeseurs de paesles*" se sont récemment implantés dans la forêt de Halouze. On a vu qu'on peut sans aucun doute identifier ces installations à des ateliers de réduction directe (cf. 4.3.1.1), situées ici dans la forêt qu'ils exploitent pour le charbonnage. M. Arnoux indique que ceci semble être la règle à cette époque en Normandie (*ibid.* : 130).

Il est impossible d'étendre chronologiquement et géographiquement ces constatations. On bute en fait sur plusieurs problèmes à ce sujet :

- d'une part, un atelier de réduction nécessite un approvisionnement continu et important en combustible, mais on ne peut évaluer avec précision ni le volume de bois nécessaire à la confection du charbon, ni la surface boisée nécessaire à l'abattage de ce bois : celle-ci dépend en effet du mode de gestion de la forêt (futaie, taillis) ou d'éventuelle récupération ou collecte ;

- d'autre part, l'approvisionnement des sites sidérurgiques ne constitue que l'un des aspects de l'utilisation des massifs boisés : le bois est, pour les époques anciennes, un matériau de construction mais également un combustible de chauffage indispensable et sert aux autres artisanats (production céramique entre autres).

La gestion des milieux boisés en fonction des périodes est une question délicate. On ne sait même pas si elle a existé pour les périodes anciennes de la sidérurgie (Hallstatt – La Tène) ; la production de l'époque était, il est vrai, très limitée. La stabilisation, voire l'augmentation, de la proportion des pollens d'arbres par rapport au total des pollens dans la région à l'époque romaine pourrait traduire un souci de gestion de la forêt (BARBIER 1999 : 141), même si rien ne permet de l'affirmer fermement.

Par ailleurs, les ateliers de réduction directe ont donc dû entrer en concurrence avec les autres installations humaines pour l'exploitation des forêts. Ceci pourrait expliquer pourquoi les plus gros ferriers, correspondant aux plus importants ateliers de réduction, ne se trouvent pas à proximité des villes où le bois devait être moins abondant en raison des défrichements pour l'agriculture et donc où la concurrence pour l'exploitation des forêts a dû, au moins depuis la La Tène finale, être la plus forte.

L'origine du bois qui alimentait les ateliers de réduction directe de la région n'est donc pas connue et l'on ne peut presque jamais affirmer que ceux-ci se trouvaient en milieu boisé à l'époque de leur installation.

- Un enregistrement pollinique à proximité des ferriers

La thèse de D. Barbier, portant sur l'évolution du paysage dans le nord de la Mayenne depuis la fin du Pléistocène (vers 12 000 av. J.-C.) à nos jours, a déjà largement été évoquée (BARBIER 1999). Pour cette recherche l'auteur a réalisé une série de carottages sur plusieurs tourbières de la région. Il se trouve que dans trois cas ces sondages sont proches de sites de réduction directe : le sondage de la "Corniche de Pail" a été réalisé à moins de 2 km du ferrier du "Vieux Saint-Julien" à Pré-en-Pail (53 185.02) ; celui de "Glatigné" est à moins d'1,5 km du ferrier de "La Jaffetière" à Changé (53 054.02) ; mais le cas le plus intéressant est celui de "La Baforière" à Blandouet (Mayenne) qui se trouve à moins de 300 m de deux ferriers et surtout voisine avec des sites qui ont pu être datés de l'époque romaine (*ibid.*, I : 127-148 et II : fig. 35 et 36) (fig. 127).

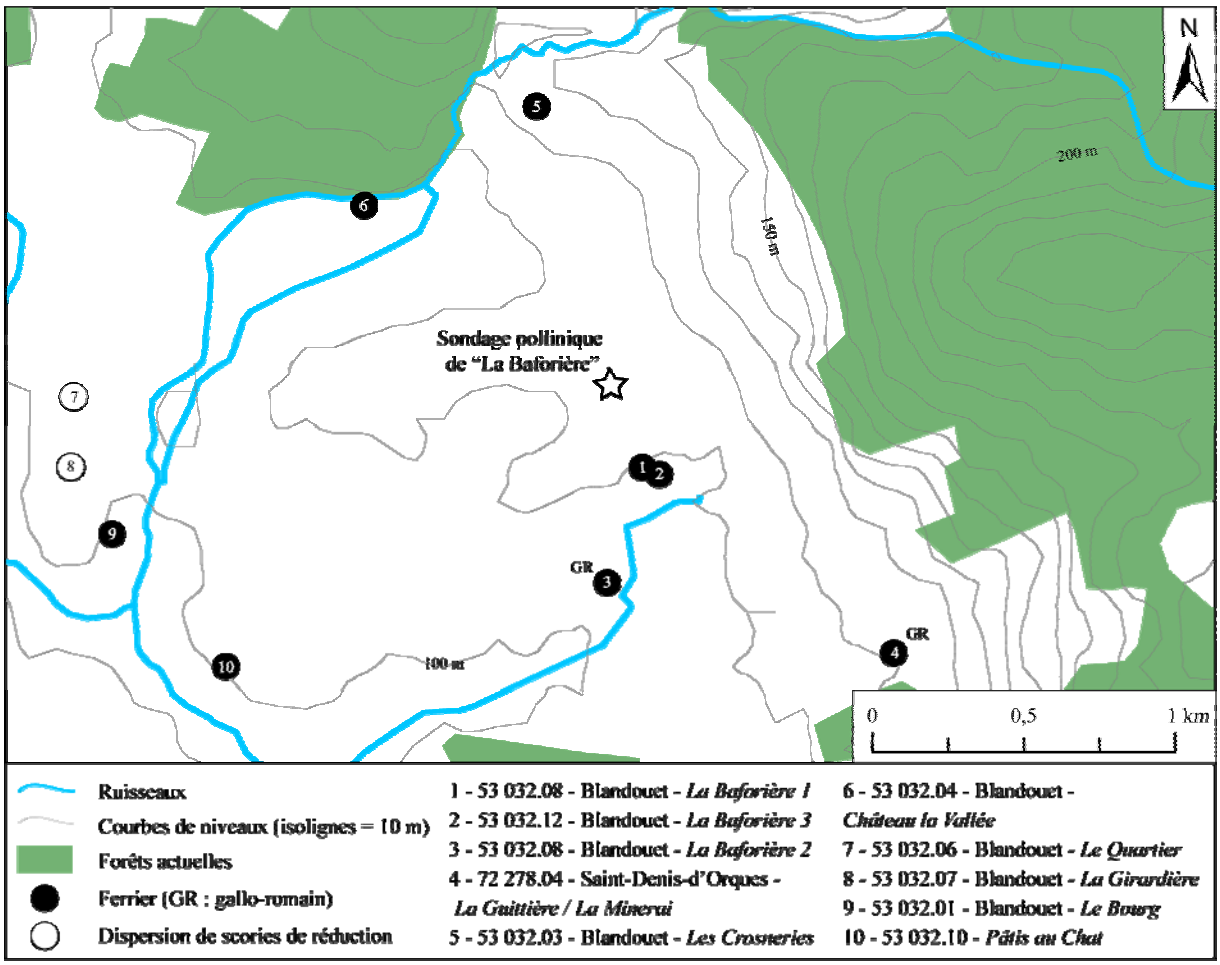


Fig. 127 : localisation du sondage pollinique de "La Baforière" par rapport aux sites liés à la réduction directe.

La datation des phases distinguées par l'étude palynologique, appelées zones d'assemblage pollinique (ZAP) (BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 140), doit être discutée. En effet, les âges reportés sur le diagramme société-environnement ne sont pas calibrés, or la calibration change

considérablement les datations obtenues[89]. Ainsi, celle qui se situe à la fin de la phase BAF 6, correspondant d'après D. Barbier à l'époque romaine, est datée des années 1446-1665 ap. J.-C. Ce résultat est toutefois contradictoire avec l'analyse effectuée sur un échantillon prélevé 12 cm plus haut dans la carotte de sédiments, dans la phase BAF 7, et qui donne une datation entre 1027 et 1099 ap. J.-C. On peut donc penser que l'analyse radiocarbone de BAF 6 est aberrante. Cela pourrait s'expliquer par le fait qu'il existe une perturbation à ce niveau du sondage, interprétée comme un incendie. Or le résultat de l'analyse de l'échantillon pris dans la phase BAF 5 donne, quant à lui, une datation calibrée entre 236 et 19 av. J.-C. On peut donc affirmer que l'enregistrement pollinique correspondant à la période gallo-romaine se situe bien entre la phase BAF 5 et BAF 6. Ce sondage nous offre donc la possibilité d'approcher l'évolution du paysage à proximité d'un site de réduction directe du fer, ici pour la période romaine.

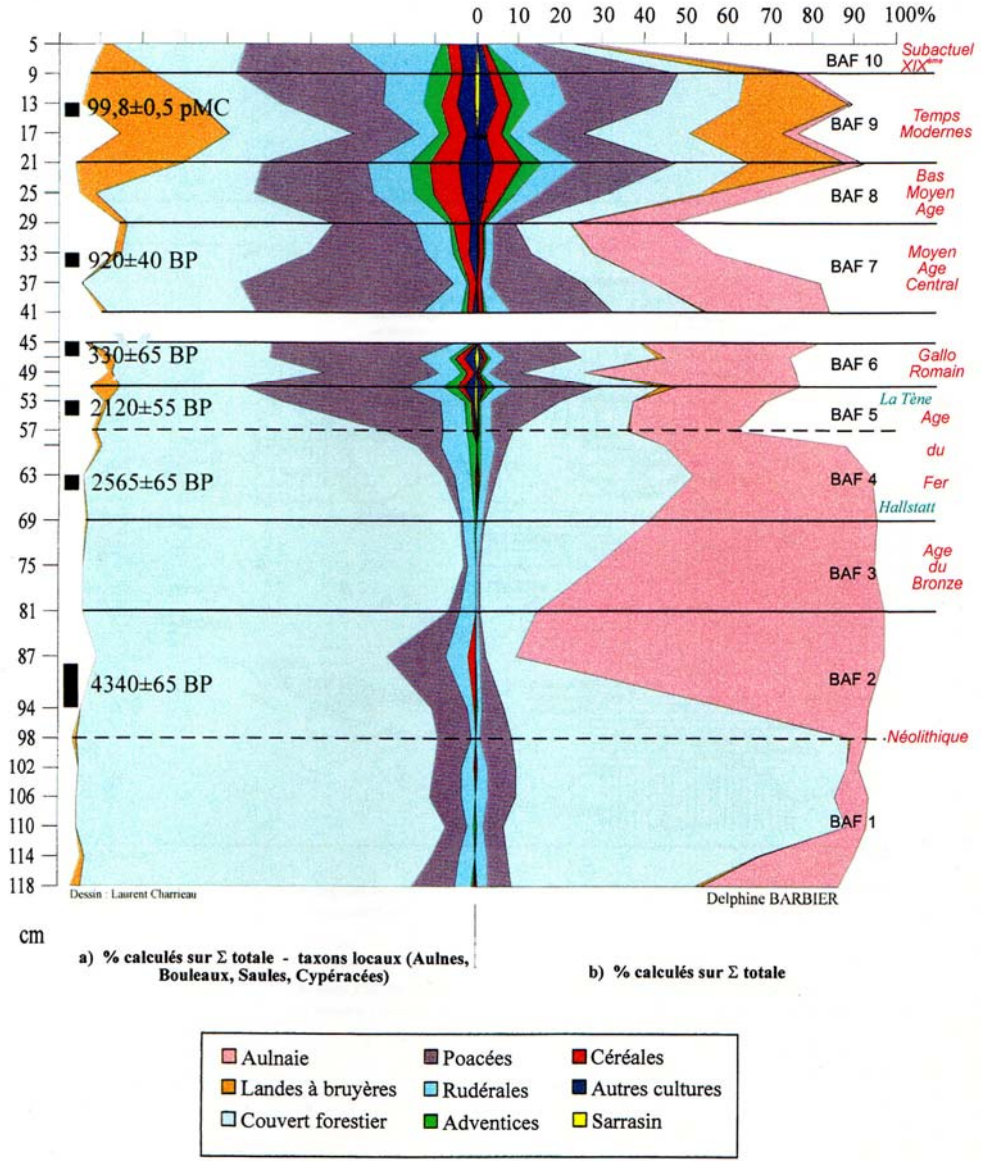


Fig. 128 : diagramme "société-environnement" du sondage de "La Baforière" (Blandouet, Mayenne) (d'après BARBIER 1999).

[89] Les datations qui suivent ont été calibrées grâce au logiciel CALIB disponible sur Internet : http://calib.qub.ac.uk/calib/ ; cf. STUIVER, REIMER 1993 et REIMER *et al*. 2004.

Le sondage de "La Baforière" (fig. 128) traduit une quasi désertion de la région durant l'Âge du Bronze et le premier Âge du Fer : les taxons anthropiques (céréales), présents au Néolithique, disparaissent (*ibid.* : 139). La couverture boisée atteint alors son *optimum* et représente 90 % des pollens, les herbages étant pratiquement inexistants. La transition Hallstatt/La Tène ancienne est marquée par une nette transformation : le diagramme pollinique indique une déforestation touchant particulièrement le chêne, le noisetier et le tilleul, au profit du hêtre et des fougères. Parallèlement, on voit réapparaître des céréales et des herbacées. Ces phénomènes se poursuivent durant le second Âge du Fer : des prairies se mettent en place, avec l'agriculture mais aussi l'introduction du noyer. C'est peut-être à cette époque que s'installent certains des sites de réduction dans ce secteur, bien qu'on ne puisse pas encore l'attester fermement. En revanche – et paradoxalement – pour la période romaine, pendant laquelle on sait que les sites de "La Baforière 2" (53 032.08) et de "La Guittière/Le Minerai" (72 278.04) fonctionnent, l'enregistrement pollinique révèle une légère reprise du boisement (*ibid.* : 141). Celui-ci s'accompagne également d'un accroissement modéré des cultures (sarrasin, chanvre, noyer, châtaignier). Ces deux phénomènes ne doivent sûrement pas être interprétés comme le signe de la baisse de la pression anthropique mais plus probablement comme le témoignage d'une meilleure gestion des espaces. En effet, il ne fait pas de doute que la tourbière de "La Baforière" a enregistré l'évolution du paysage de la zone d'approvisionnement des ferriers voisins, dont celui de "La Guittière/Le Minerai" (72 278.04) qui est l'un des plus importants de la région : son volume est estimé à 11 250 m^3, pour une surface voisine de 1,5 ha. Il s'agit donc d'un centre de production important qui est en fonction à l'époque romaine. Le ou les ateliers qui le composaient devaient exercer une forte pression sur le boisement environnant. Si celle-ci n'apparaît pas dans l'enregistrement pollinique, c'est qu'elle devait être contrebalancée par une exploitation raisonnée des massifs forestiers n'entraînant pas des coupes à blanc mais privilégiant peut-être une gestion en taillis.

Les phénomènes constatés pour la fin de la séquence stratigraphique correspondant à l'époque romaine sont plus contrastés : on assiste alors à une baisse des cultures, avec une atténuation des céréales et des rudérales et la disparition du sarrasin, du chanvre et du châtaignier. Des observations semblables ont été faites sur deux autres sites étudiés par D. Barbier à Changé et Lévaré (Mayenne) (BARBIER, VISSET, BURNOUF 2002). D. Barbier met en relation ces faits avec la transition Haut/Bas-Empire, qui est marquée par de nombreuses crises. On ne sait pas si à cette période les ateliers de traitement du minerai fonctionnent encore : aucun mobilier spécifique de l'Antiquité tardive n'a été retrouvé sur les ferriers du Bas Maine mais les faciès céramiques sont toutefois encore mal connus dans la région (cf 4.3.2.5). Le dépôt de la période romaine s'arrête sur une phase d'incendie (naturel ou anthropique ?) qui a perturbé l'enregistrement des pollens correspondant au haut Moyen Âge.

L'exemple – unique ? – de l'étude pollinique de la tourbière de "La Baforière" permet de conclure que l'installation d'un atelier sidérurgique ne correspond pas toujours au déboisement de la région qui l'entoure. On peut supposer qu'après une période de défrichement intense durant le second Âge du Fer, une gestion plus raisonnée a vu le jour. Il ne s'agit pas ici de projeter sur les populations anciennes une conscience écologique qu'elles n'avaient sûrement pas (d'autres exemples le montrent). Toutefois, il semble assez logique d'imaginer, dans le cadre de la production sidérurgique, la mise en place d'un système d'exploitation forestière permettant de ne pas épuiser trop rapidement les ressources. En effet, si l'on coupe une forêt à blanc il faut attendre plusieurs dizaines d'années pour

que le boisement reprenne ; or les ateliers de réduction directe du minerai de fer sont de gros consommateurs et ne peuvent se passer de charbon de bois très longtemps. Pour pérenniser l'activité, il a donc fallu veiller à assurer l'approvisionnement en bois. C'est sûrement ce mécanisme simple qui a amené à exploiter la forêt de façon raisonnée. La multiplication de ce type d'étude, menée en connexion avec la fouille de sites de production sidérurgique, pourrait sans doute apporter des éléments complémentaires aux premières constatations avancées ici grâce à un heureux hasard.

8.1.2. Implantation topographique et hydrographique

La proximité d'un cours d'eau est bien sûr liée à l'implantation topographique : ces deux critères seront donc envisagés ensemble. Seuls les ateliers de réduction bien localisés, c'est-à-dire les ferriers, seront pris en compte ici.

La position topographique des sites de réduction varie énormément (MANGIN *et al.* 1992 : 66-73) ; il est difficile de fournir une règle générale sur l'implantation à l'échelle de la zone d'étude dont les reliefs sont changeants et où se superposent des sites de périodes différentes, durant lesquelles les contraintes d'implantation ont pu changer. On ne dispose pas pour cette étude d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) suffisamment précis pour utiliser dans ce cas un SIG (cf. 5.2.1.2). C'est, malheureusement, le seul outil capable de fournir des informations objectives et quantifiées pour ce sujet (altitudes, surface et orientation des pentes).

Pour pallier cette difficulté, une tentative d'enregistrement de la position topographique a été faite lors des vérifications mais elle s'est rapidement heurtée au problème de la définition de celle-ci : si celle d'un plateau est assez claire, à partir de quand parle-t-on de sommet, de rebord de plateau, de sommet ou de bas de pente, de talweg ? À l'expérience, ces critères se sont révélés inefficaces car trop flous ; l'enregistrement de ce champ a donc été abandonné. On ne peut pas, par conséquent, fournir une étude statistique réellement argumentée sur ce point. Toutefois, l'impression générale est que les ateliers ne semblent pas suivre une règle d'implantation stricte et s'adaptent le plus souvent au relief de la région. Ainsi, dans les quelques enregistrements dont on dispose, c'est la position de plateau qui domine largement ; mais ailleurs, lorsque les pentes sont fortes, les ferriers sont plus généralement situés en bas de pente. Ainsi dans certains secteurs, on a pu constater, lors des vérifications, que les sites sont le plus souvent situés au fond des talwegs : c'est le cas en forêt de Sillé – on y reviendra – ou autour de la forêt de Halouze ; mais dans ces deux cas cette constatation n'a pas valeur de règle.

De même, on ne dispose pas de données réellement satisfaisantes pour ce qui est de la pente et de l'orientation de celle-ci. Plusieurs auteurs ont souligné le fait que l'exposition au vent dominant permettrait une meilleure ventilation des bas fourneaux et l'évacuation des gaz de réduction. L'utilisation d'un MNT plus précis que celui dont on dispose pour cette étude – la base de données BD Alti de l'IGN par exemple – permettrait de chiffrer plus précisément l'inclinaison et l'orientation des pentes sur lesquelles se sont installés les sites de réduction de la région. Malheureusement, le niveau de précision des levées du SRTM, avec un point tous les 90 m, n'autorise pas une telle approche. On ne peut donc pas mener d'étude statistique à ce sujet. Dans le Bas Maine l'orientation des pentes est en

grande partie tributaire de l'orientation générale des formations géologiques du Massif Armoricain, qui structurent fortement le paysage et le relief selon deux directions : l'une nord-ouest/sud-est, dite armoricaine, l'autre inverse, sud-ouest/nord-est, dite varisque. Dans les deux cas, les pentes des synclinaux armoricains sont généralement orientées soit au nord, soit au sud. En revanche, la plupart des cours d'eau de la région s'écoule du nord vers le sud : les flans de vallées sont donc le plus souvent exposés à l'est ou à l'ouest. La répartition des ferriers sur ces pentes ne semble pas privilégier une orientation particulière.

L'étude de la répartition des sites par rapport au cours d'eau est donc un moyen de pallier, dans une certaine mesure, le manque de données sur l'implantation topographique. Plusieurs auteurs ont mis en avant la proximité récurrente des ferriers avec des cours d'eau. M. Mangin en a conclu que "*la présence de l'eau est trop systématique pour n'avoir pas été un paramètre important sinon primordial*" (*ibid.* : 73). De même, les calculs effectués pour une zone du Berry par N. Dieudonné-Glad ont montré "une installation préférentielle des sites de réduction directe à proximité de l'eau" (DIEUDONNÉ-GLAD 1991 : 86-93). Enfin, dans la région d'*Argentomagus*, 34 % des ateliers gallo-romains sont à moins de 400 m d'un cours d'eau permanent ou intermittent, mais on ne connaît pas, pour ce dernier exemple, la proportion du territoire que représente cette zone (LAÜT 1994 : 224).

L'étude de la répartition des sites de réduction directe du Bas Maine par rapport au réseau hydrographique semblait donc être un point intéressant, permettant de valider ou non ces constatations. Pour ce faire, on dispose de la base de données Carthage (cf. 5.2.1.2). Ce fond numérique offre la possibilité de visualiser sur SIG le réseau hydrographique à l'échelle du 1/50 000. Cette couverture reprend l'essentiel des ruisseaux et rivières visibles sur les cartes au 1/25 000 avec une précision topographique légèrement moindre. Il faut bien sûr être prudent dans l'utilisation des données sur le réseau hydrographique actuel dans la perspective d'une étude régressive. En effet, si les grands cours d'eau n'ont pas beaucoup changé, si ce n'est la canalisation de quelques portions, les ruisseaux ou les rivières secondaires ont pu subir de nombreuses divagations naturelles ou aménagements anthropiques. Certains des ruisseaux intermittents reportés sur les cartes sont ainsi des fossés de drainage ou de simples fossés parcellaires ayant capté une source ou une résurgence. En outre, il ne faut pas oublier que le niveau des rivières et la capacité des sources ont pu fluctuer et influer sur le débit saisonnier de chaque cours d'eau (permanent, intermittent). Les données contemporaines offrent néanmoins une base de réflexion. En effet, malgré les divagations qu'ont pu connaître les cours d'eau, les vallées et les bassins versants n'ont pas dû radicalement changer au cours des 3 000 dernières années ; on peut donc supposer que la trame générale du réseau hydrographique est la même.

Pour l'étude de répartition qui nous intéresse ici, les retenues d'eau, lacs ou étangs – ces derniers étant, en principe, artificiels – n'ont pas été pris en compte. La marge de précision topographique du dessin des cours d'eau, comme celle des coordonnées des sites sidérurgiques, est de l'ordre de 50 m. En outre, les cours d'eau sont représentés ici sous la forme d'un réseau filaire ne tenant pas compte de leur largeur. Or, si ceci n'a pas beaucoup d'importance pour les plus petits ruisseaux, cela peut en avoir pour les grandes rivières comme la Mayenne. Le choix a donc été fait d'utiliser des classes de distance de 200 m, permettant de s'affranchir, en partie, de ces difficultés.

Le diagramme de la figure 129 donne la répartition des ferriers par rapport aux cours d'eau (quel que soit leur gabarit) par classe de distance et à la surface qu'occupe chacune des classes dans la zone d'étude.

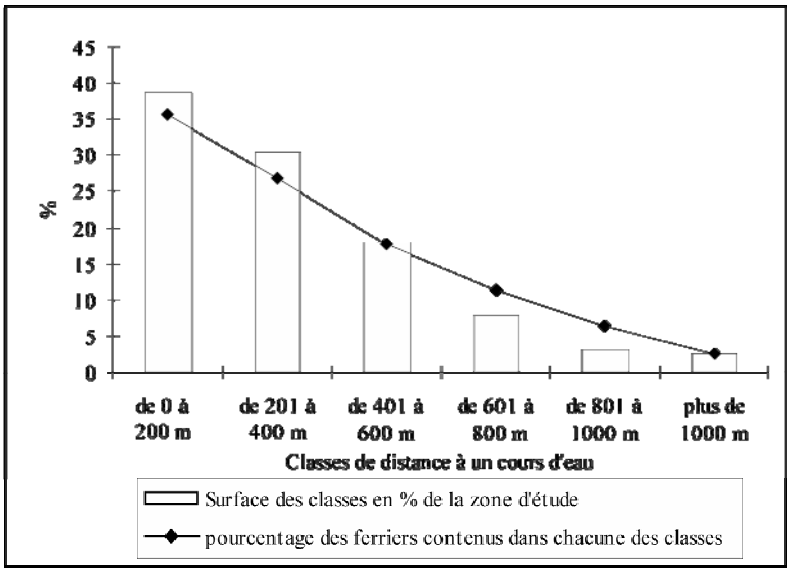


Fig. 129 : diagramme représentant la distance des ferriers aux cours d'eau par classe de 200 m en fonction de la surface occupée par chacune de ces classes dans la zone d'étude. On voit que la courbe représentant les sites suit globalement la tendance générale des surfaces, si ce n'est la plus forte représentation des classes supérieures à 600 m.

On remarque que la courbe représentant les sites suit globalement l'histogramme des surfaces. La légère sur-représentation des classes supérieures à 600 m indique qu'une partie des sites s'éloigne des ruisseaux et rivières : 20 % des ferriers se trouvent sur les 13 % de la zone d'étude situés à plus de 600 m d'un cours d'eau. La sous-représentation de la première classe peut toutefois être due au recouvrement des sites implantés en bord de rivière ou en bas de pente par les alluvions ou les colluvions. Il est bon de remarquer que 93 % du territoire étudié se trouve à moins d'un kilomètre d'un cours d'eau. Par conséquent, n'importe quel point de la zone d'étude se situe à moins de dix minutes de marche d'un ruisseau : ceci permet d'expliquer la relative indifférence des sites envers les ressources en eau. On peut donc dire que la proximité d'un ruisseau ou d'un cours d'eau ne semble pas être un facteur déterminant dans l'implantation d'un site de réduction dans le Bas Maine.

L'eau n'est d'ailleurs pas, à proprement parler, indispensable dans le processus de réduction directe du fer, mais elle peut être utilisée pour divers usages dans les opérations antérieures, comme le lavage du minerai – s'il est nécessaire et lorsqu'il est réalisé sur place –, la préparation de l'argile pour les bas fourneaux ou, au cours du traitement du minerai, pour refroidir les outils et rafraîchir les opérateurs. Il ne semble pas, néanmoins, qu'une grande quantité d'eau soit nécessaire et on peut envisager qu'une mare ou une simple réserve suffise.

Certains cours d'eau ont pu constituer des axes d'échanges et permettre la circulation des semi-produits issus des bas fourneaux. Malheureusement, on ne dispose que de très peu d'information sur la navigation ancienne dans la région étudiée. Toutes les rivières ne sont pas aujourd'hui navigables et on ne peut dire avec certitude lesquelles l'ont été. Par conséquent, il est très difficile de

dire si l'écart constaté entre les sites de réduction directe du fer et le réseau hydrographique en général signifie que ce mode de transport était négligé. Seule, la découverte d'une embarcation ancienne ou, mieux, celle d'un chargement de semi-produits dans un cours d'eau permettrait de supposer ou d'attester la circulation du fer par voie d'eau dans la région, découverte qui reste hautement improbable[90]. En l'absence d'information sur ce sujet, on doit supposer que l'essentiel du métal produit par les ateliers de réduction était distribué par voie terrestre.

Les ateliers de réduction directe pour lesquels on peut proposer une datation ne sont pas assez nombreux pour permettre de cerner une évolution dans l'implantation des sites. Il est même impossible de dire s'il y a eu une évolution en fonction des périodes. Là aussi, la datation d'un nombre plus important de sites pourrait peut-être permettre de mettre en évidence un changement à travers le temps dans les paramètres d'installation des sites de réduction directe du fer.

8.1.3. Les relations aux voies anciennes

8.1.3.1. Scories et voies romaines

Les voies anciennes sont nombreuses dans le Bas Maine. Le paysage bocager a su conserver la marque de ces tracés. Toutes ces routes ne sont pas contemporaines et certaines ont pu être utilisées sur de très longues périodes, de l'Âge du Fer à l'époque moderne, concurremment ou non. Ces axes constituent des lignes structurantes dans l'occupation du territoire. Reliant les agglomérations entre elles, ils passent par des points spécifiques, notamment les gués sur la Mayenne, et constituent des axes de circulation et d'échanges mais aussi des voies de passage obligées. L'étude des relations des sites sidérurgiques à ces tracés est donc intéressante. Pour ce faire, on peut s'appuyer sur le recensement des voies anciennes établi par J. Naveau pour la cité diablinte et par J.-C. Meuret pour le sud-ouest du département de la Mayenne, ainsi que sur une petite série d'études de cas (LAMBERT 1865 ; BARBE 1865 : 125-171 ; LIGER 1895 : 156-167 ; 1903 : 160-161, 170-183, 193-203, 213-223, 239-241, 333-339 ; BOUTON 1947 ; HUBERT 1960 ; ÉRAUD *et al.* 1986 ; GUÉGUEN 1985 ; 1986 ; MEURET 1993 : 199-228 ; NAVEAU 1997 : 48-61).

Pour la présente étude, l'état des connaissances sur les voies anciennes n'a pas fait l'objet de recherches spécifiques ou d'une mise à jour. La chronologie de ces axes est donc en grande partie inconnue et il en va de même des sites sidérurgiques : on a vu que très peu de ces sites sont datés avec certitude. Ce problème chronologique rend l'analyse spatiale de ces deux éléments très délicate. Toutefois, on peut supposer que, pour les voies dont la durée de fonctionnement n'est pas connue, il existe très probablement des sites sidérurgiques contemporains, non datés eux aussi. La mise en évidence de proximité entre sites et voies peut donc être une piste, qu'il restera à argumenter.

Un autre aspect complique l'étude des relations entre sites à scories et voies anciennes : la réutilisation, à toutes les époques, des scories pour la recharge des chemins. C'est d'ailleurs à la

[90] On connaît la découverte de "lingots" bipyramidaux dans la Saône, à Châlons-sur-Saône, (information orale, colloque de l'AFEAF de Bourges, 1er-4 mai 2008).

présence de ces scories dans les voies anciennes que la Mayenne doit sa première mention dans le recensement des sites métallurgiques anciens rédigé par A. Daubrée en 1868[91] (DAUBRÉE 1868 : 307-309). Ce dernier rapporte les informations inédites d'un ingénieur des mines, M. de Hennezel, qui indique l'existence d'une voie romaine constituée de scories entre Ballée et d'Épineux-le-Seguin (Mayenne) (*ibid.*). La seule voie connue dans ce secteur est la voie numérotée 9 par J. Naveau, mise en évidence par A. Guéguen (GUÉGUEN 1985 : 44-48). La seconde référence invoquée par A. Daubrée, celle d'A. de Caumont, concerne quant à elle la voie du Mans à Chartres entre les bourgs de Bouer et Lavaré (Sarthe), situés en dehors de la zone d'étude (CAUMONT 1830 : 62). D'autres auteurs, après A. Daubrée, rapportent la découverte de scories sur certaines voies de la région, notamment pour la voie romaine du Mans à Rennes, connue sous le nom de "Chemin Rennais", ou celle du Mans à Corseul (LIGER 1895 : 156bis ; 1903 : 224).

Dans sa présentation de la voie de Jublains à Vieux, H. Barbe dit : "*Entre Beauvais et Lillavoie, la chaussée n'a pas été fouillée, mais on peut dire qu'il n'est pas un champ par où elle passe où n'apparaissent, épars plus ou moins abondamment sur le sol, les scories de fer* […]" (BARBE 1865 : 135). Les sondages menés par l'ingénieur E. Lambert au XIXe s. sur les voies romaines rayonnant autour de Jublains ont révélé la présence de scories dans plusieurs d'entre elles (LAMBERT 1865 : 118, 120, 122, 125). Les mentions de scories rapportées par H. Barbe et E. Lambert dans les voies partant de Jublains ont pu, dans certains cas, être vérifiées, notamment le long de la route de Grazay ou, au sud de la ville, dans la parcelle du "Champ Ferré" au lieu-dit "La Petite Antepoutre" (indice 53 122.a).

Pour les autres sondages effectués par E. Lambert, la chronologie des recharges et la nature exacte des déchets employés ne sont malheureusement pas connues et restent sujettes à caution. Les scories mentionnées par l'ingénieur des Ponts et Chaussées à Belgeard, dans un secteur où aucun ferrier n'est connu, ne seraient-elles pas des scories de forge (LAMBERT 1865 : 125) ? Rien ne permet de l'affirmer, mais la question reste posée.

L'utilisation des scories dans l'empierrement des voies depuis au moins l'époque romaine a pour conséquence de rendre inutilisables certains des sites inventoriés pour l'étude de répartition qui nous intéresse ici. En effet, certaines des dispersions de résidus de traitement du minerai enregistrées en prospection pourraient provenir de l'encaissement de chemins plus ou moins anciens, à présent disparus. Ce doute pourrait d'ailleurs être étendu à des amas très modestes situés le long d'axes connus et qui ne pourraient être que des tas de matériaux apportés pour la construction ou la réfection des routes, à une date plus ou moins reculée. Il faut donc rester prudent et éliminer de cet examen les sites à scories dispersées, susceptibles d'être liés à la présence d'une voie. Seuls les ferriers attestés, circonscrits et bien caractérisés, seront donc pris en compte.

[91] "Enfin, quelquefois, l'âge reculé des scories est également prouvé par ce fait que les voies romaines en étaient empierrées : par exemple, dans le département de la Mayenne, entre Ballé et Épineux et ailleurs, d'après M. de Caumont" et "ceux [les ferriers] de la Mayenne, où ces scories ont servi à l'empierrement de voies romaines sur différents points" (DAUBRÉE 1868 : 307-309).

8.1.3.2. Analyse spatiale

L'analyse statistique de la relation des sites de réduction directe du fer aux voies nécessitait de mesurer de la façon la plus précise possible la distance entre ces deux éléments : pour ce faire, le SIG a été mis en œuvre. L'ensemble des itinéraires rapportés par la bibliographie a été reporté, dans la mesure du possible, sur les cartes au 1/25 000, grâce au logiciel Cartoexploreur®. Les lignes ainsi définies ont ensuite été exportées sur SIG pour les comparer à la localisation des sites enregistrés. Le tracé exact des voies anciennes n'est pas toujours connu et on a distingué, pour plus de sûreté, trois niveaux de précision :

- 1 : bon niveau de précision, la voie peut être suivie à travers les limites parcellaires et son existence est certaine ;

- 2 : on perd l'itinéraire sur une courte distance (inférieure à 200 m) entre deux tronçons de niveau 1. Une ligne droite est alors tracée ;

- 3 : tracé hypothétique, on connaît l'orientation générale du chemin mais son emprise exacte est inconnue.

Seule la première catégorie peut être utilisée pour cette étude, la marge d'imprécision des autres étant trop élevée pour permettre l'établissement de mesures fines. On peut estimer que les tronçons de voies de niveau 1 constituent un "couloir" de 50 à 100 m de large dans lequel une voie ancienne est supposée passer. On a déjà vu que les sites sidérurgiques sont localisés quant à eux avec une précision de l'ordre de 25 à 50 m. On peut donc, sans trop de risque, mesurer la distance des sites aux voies par classes de 200 m.

Les résultats de ces calculs montrent que la répartition des ferriers par rapport aux voies n'est pas aléatoire (fig. 130) : si l'on compare le pourcentage de sites compris dans chaque classe de distance par rapport à la surface prise par cette classe dans la zone d'étude, on voit que les ferriers se trouvent préférentiellement soit à moins de 200 m, soit à plus de 1 400 m d'une voie. Ainsi, 10 % des ferriers se trouvent sur les 6 % du territoire situés à moins de 200 m du passage d'une voie ancienne et 71 % sur 61 % des terrains situés à plus de 1 400 m d'un tronçon attesté et bien localisé (fig. 131).

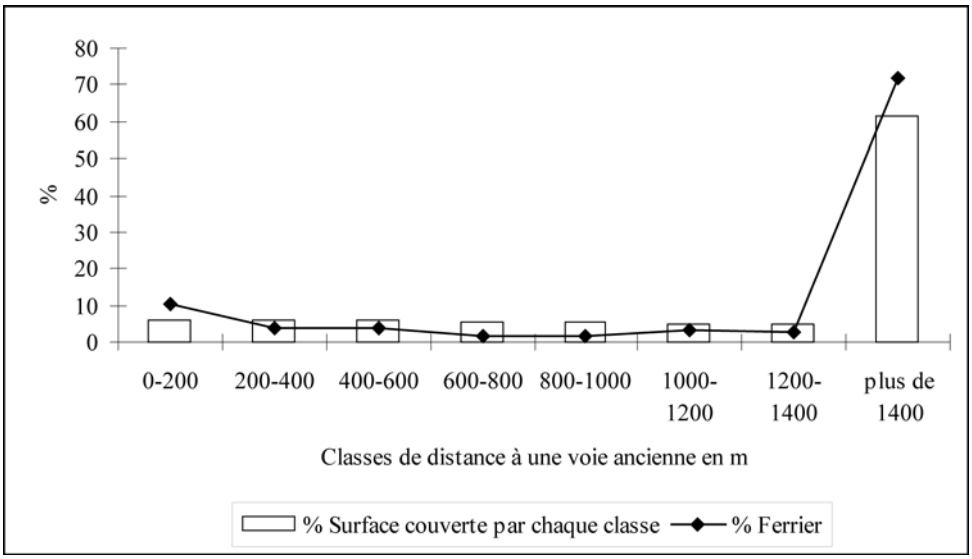


Fig. 130 : histogramme comparatif de la distance des ferriers aux voies anciennes connues.

La sur-représentation de la dernière catégorie peut être expliquée par différents facteurs. D'une part, on ne connaît pas toutes les voies sillonnant le territoire et de nombreux tronçons connus n'ont pas été pris en compte. Certaines zones de production ne sont, ainsi, pas traversées par une voie ancienne reconnue : c'est le cas, par exemple, de la forêt de Sillé. Ces zones pèsent lourdement dans les calculs et faussent la perception de cette dernière classe. D'autre part, le problème de la chronologie ressort sûrement fortement. Certains des sites localisés ne sont probablement pas contemporains des itinéraires retenus. L'interprétation archéologique est donc délicate. Il est toutefois très vraisemblable que certains ferriers se trouvaient très éloignés des grands axes de circulation. Si un chemin d'accès à l'atelier est nécessaire, ne serait-ce que pour apporter les matières premières et emporter les produits, il ne s'agissait pas nécessairement d'une voie ralliant la capitale ou l'agglomération la plus proche. On ne peut malheureusement pas conclure sur l'éloignement aux voies.

En revanche, la proximité de certains sites de réduction par rapport à une voie ancienne est claire. On a déjà exprimé les précautions nécessaires, notamment sur la présence de tas de scories liés à la réfection de ces voies. Toutefois, ces tas ne pouvaient pas être très importants et ne se situaient, s'ils ont existé, vraisemblablement pas à plus de 50 m des travaux. L'existence de ferriers de dimensions moyennes à grandes à 100 ou 150 m du tracé supposé permet d'ôter une part du doute. L'autre difficulté est la chronologie : dans aucun cas on ne peut, dans la zone étudiée, assurer la stricte contemporanéité d'un ferrier et d'une voie. Seule la récurrence du phénomène peut amener à conclure que certains sites de réduction devaient se trouver à proximité d'un axe de circulation terrestre. Un argument conforte nettement cette dernière hypothèse : la présence de scories de réduction dans l'empierrement des voies. En effet, si ces résidus ont été utilisés comme matériaux de construction, c'est qu'ils devaient se trouver à proximité. Malheureusement, même si le phénomène semble attesté pour l'époque romaine, on ne peut pas dégager la chronologie exacte de ces installations, ni leur relation avec l'axe de circulation qu'elles bordent.

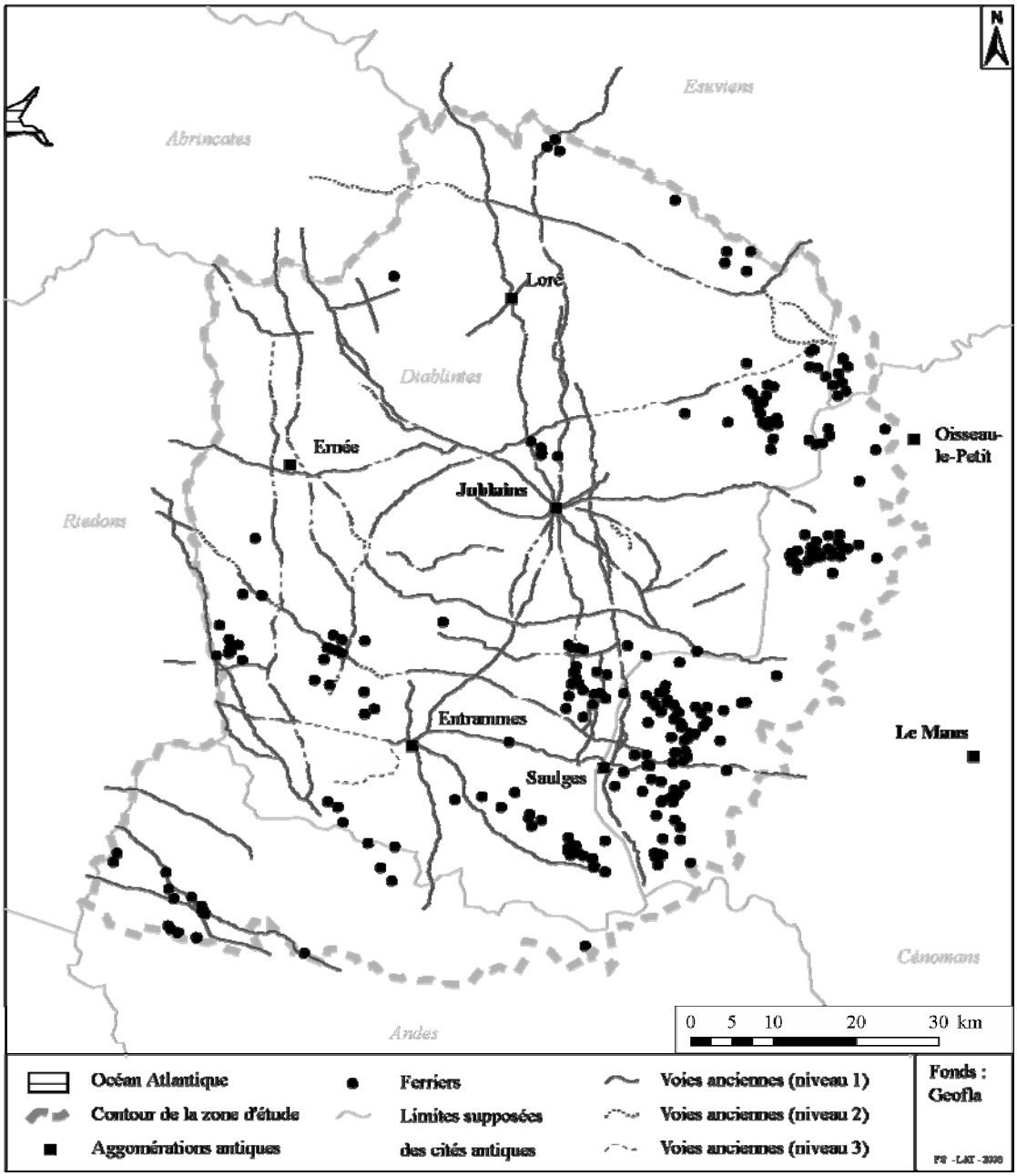


Fig. 131 : carte des ferriers de la zone d'étude par rapport au réseau des voies anciennes connues.

8.1.3.3. Proximité entre ferrier et voie : interprétations

L'implantation d'un atelier de réduction à proximité d'une route peut présenter des avantages évidents : l'accès direct à la clientèle, l'écoulement des produits, l'évacuation rapide des déchets (réutilisation immédiate ?), la facilité d'accès. On peut donc s'interroger sur l'impact "commercial" de ces ateliers et sur leur taille. Parmi les 27 sites localisés à moins de 200 m d'une voie, dont on rappelle que la coexistence n'est pas assurée, on possède les dimensions de 19 ferriers. Onze ont une superficie inférieure à 800 m². Six ont une surface comprise entre 1 000 et 3 000 m², un mesure près d'1 ha et un autre plus de 2 ha. Ce dernier se situe à Marcillé-la-Ville, à proximité du lieu-dit "La Chauvinais" (53 144.01). Le ferrier, probablement constitué de trois amas à l'origine, a été complètement arasé par

les labours, ce qui explique son emprise importante. Il est voisin de la capitale diablinte et c'est même le plus proche, à 6,6 km. Le fait qu'il se situe en bord de la voie romaine aboutissant à *Noviodunum* est intéressant, mais ne peut être interprété en l'absence d'une datation de ce site. Le ferrier de la "Croix Blanche" à Saint-Aignan-sur-Roë, mesurant plus de 9 000 m², est quant à lui coupé par la route actuelle, dont le tracé reprendrait celui de la voie romaine. Cet amas est constitué de scories à cordons vacuolaires : or nous avons vu que ce faciès peut être, dans certains cas, lié à la période médiévale. La situation est donc paradoxale – la voie si elle est romaine ne peut couper un ferrier médiéval – et remet en cause les constatations avancées plus haut. Soit la corrélation entre faciès et datation est fausse, ce qui est possible, soit le tracé retenu pour la voie romaine n'est pas le bon, ce qui est encore plus probable.

Certains cas sont plus troublants : à deux reprises dans le territoire étudié, des alignements de ferriers le long de voies anciennes ont été constatés. Le premier cas se trouve dans la région de Laval (fig. 132). À l'ouest de cette agglomération, deux voies se croisent presque perpendiculairement, l'une reliant Le Mans à Corseul, l'autre venant du nord et se dirigeant probablement vers Angers (voies 4 et 8 du classement de NAVEAU 1997 : 52-54). La découverte d'une borne miliaire réutilisée dans l'église du bourg du Genest-Saint-Isle atteste le passage à proximité d'une voie romaine (voie nord-ouest/sud-est). Ce tracé est, en outre, bien visible. Pour l'autre voie, la chronologie est plus délicate : il s'agit d'un axe reliant le Cotentin et l'Anjou et qui connaît plusieurs tracés parallèles (voie nord-sud). On constate, au sud de la voie 4, à l'ouest du carrefour des deux tracés, la présence de quatre ferriers situés à moins de 250 m de la voie et séparés l'un de l'autre d'une distance quasi exacte de 500 m. Un seul de ces sites a livré du matériel céramique en surface, un unique tesson de cruche à engobe blanc du IIe s. ap. J.-C., qui ne suffit malheureusement pas à dater le site avec certitude. Cette disposition est, pour le moins, surprenante. Il pourrait s'agir d'un hasard si l'on ne disposait pas d'un deuxième exemple similaire.

Au sud du Bois des Vallons, dans la plus importante zone de production de la région, celle de Charnie, se trouvent quatre ferriers situés à moins de 200 m d'une route et éloignés les uns des autres de 600 m (fig. 133). Aucun de ces sites n'a pu être daté (un a livré un unique rebord de tuile de facture romaine). Le tracé est une version possible d'une voie menant de Jublains à Angers, reconnue jusqu'à Livet par A. Guéguen et dont J. Naveau propose la suite, selon lui très hypothétique, reportée ici (GUÉGUEN 1986 : 69-78 ; NAVEAU 1997 : 56-57). Les sites constituant cet alignement sont indubitablement des ferriers. Le site du "Fay" à Saint-Léger est mentionné par A. Angot (ANGOT 1910, t. 3 : 614 ; site 53 232.01). Le même lieu-dit est mentionné en 1907 dans les archives pour un avis de découverte de minerai de fer, sans doute le ferrier lui-même (ADM S 766 et 767). Malheureusement, ce site se trouve dans les terrains adjacents à un important manoir moderne (XV-XVIIe s.) (ANGOT 1910, t. 2 : 156), maintenant en grande partie détruit et dont les débris ont été épandus dans tous les champs alentour. La céramique ramassée en surface du ferrier est donc en grande partie moderne. Les trois autres sites de cet alignement sont nettement plus modestes que ce premier site, dont l'extension totale est proche d'un hectare. Une fois de plus, rien ne permet d'attester la contemporanéité des sites les uns par rapport aux autres, ni même à la voie romaine, dont le tracé est en outre ici hypothétique. La situation est néanmoins troublante. L'alignement des sites sur le tracé et l'écart qui les sépare laissent supposer qu'il existe bien un lien entre ces éléments.

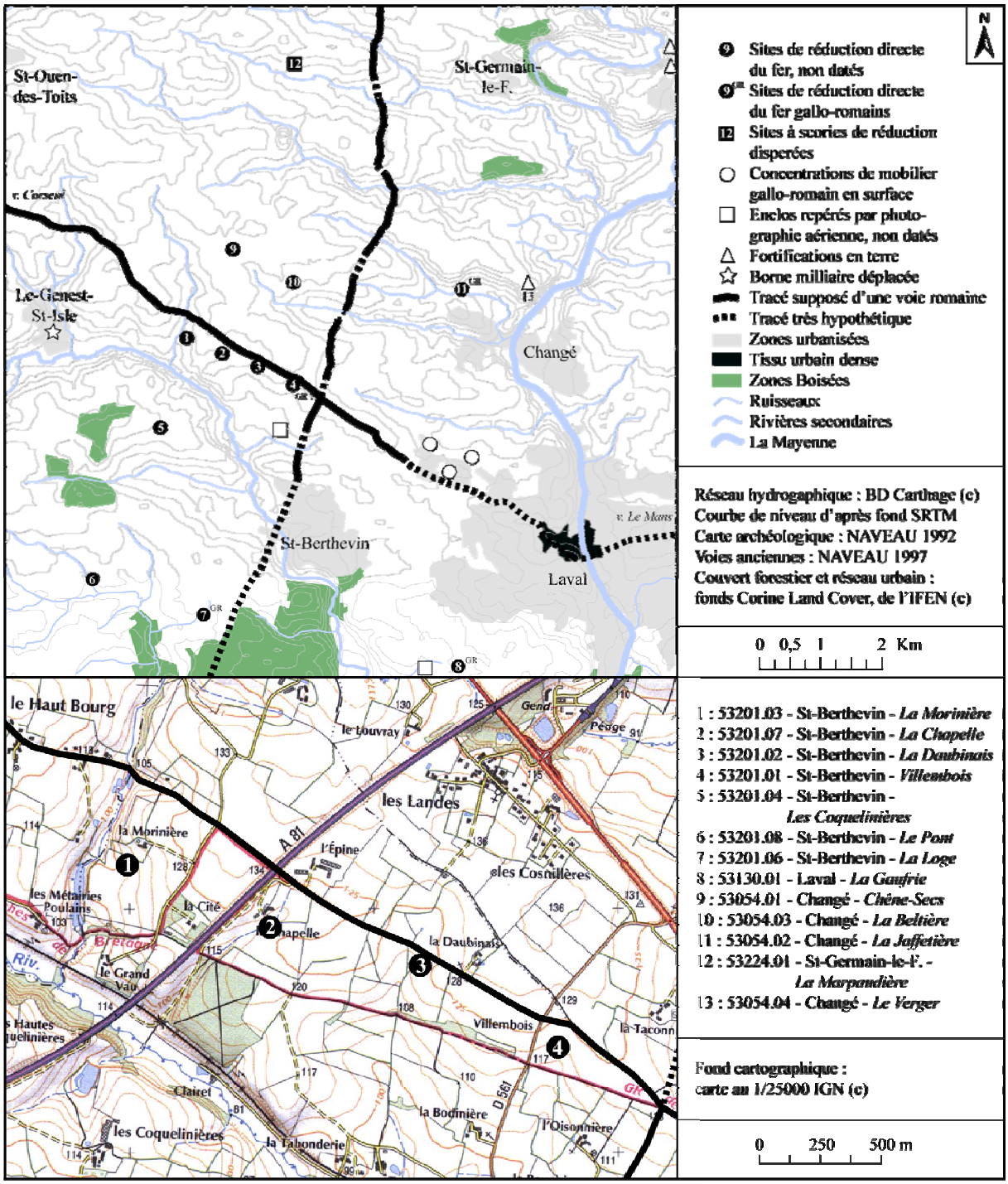


Fig. 132 : ferriers et voies romaines : l'alignement le long de la voie Le Mans-Corseul à l'ouest de Laval.

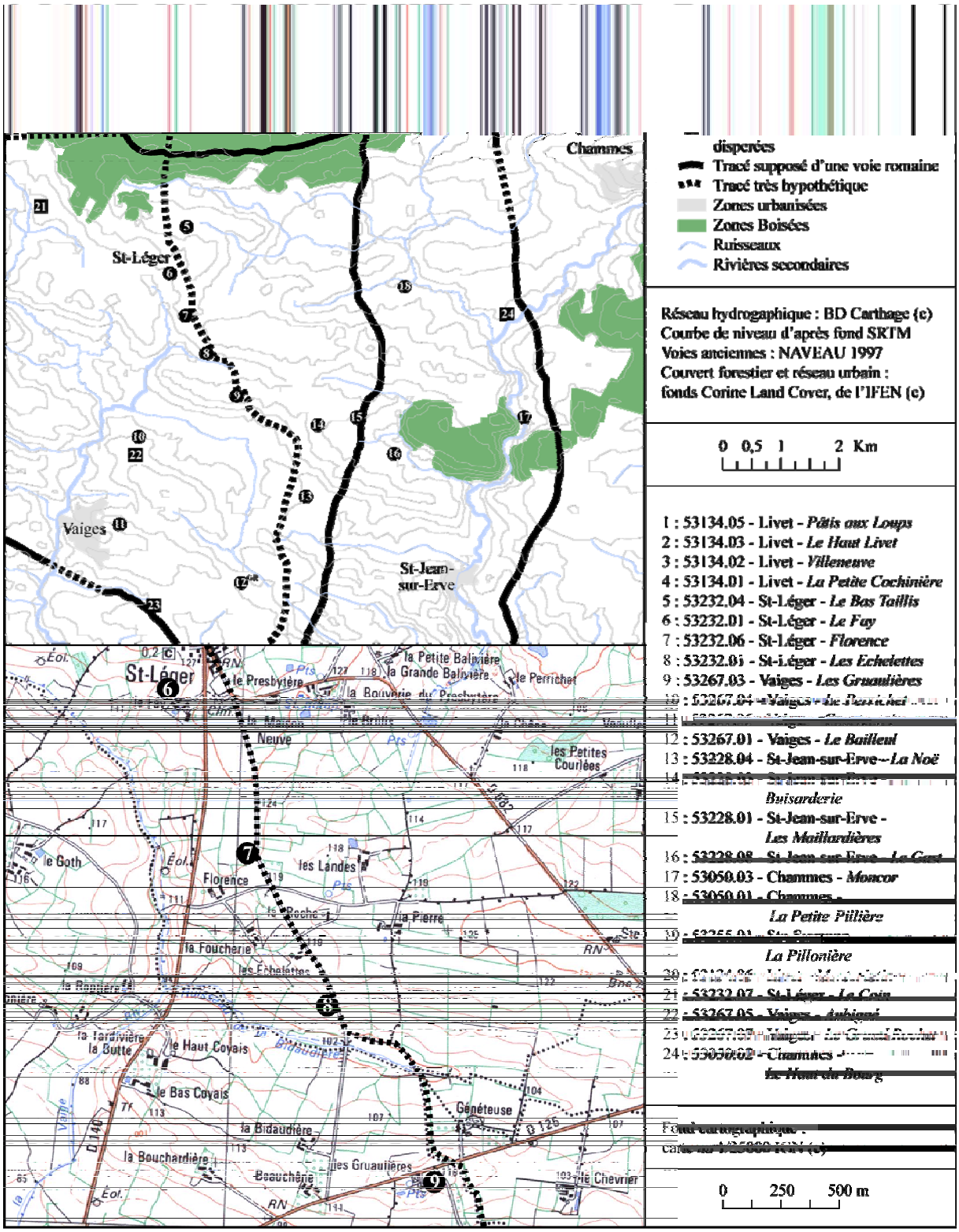


Fig. 133 : ferriers et voies romaines : alignement de sites le long d'un tracé hypothétique au sud du Bois des Vallons.

Il est difficile d'apporter une interprétation à ces deux cas : s'agit-il d'une concentration d'ateliers le long d'un axe au sein d'une zone dévolue à la production sidérurgique ou du déplacement successif d'ateliers au fur et à mesure de l'épuisement des ressources ? On a déjà constaté ailleurs l'existence d'écart minimal entre deux sites : ainsi, dans la région d'*Argentomagus*, les ferriers de plus d'1 ha ne sont jamais distants de moins d'1 km (*Agriculteurs*… 1993 : 80). Une observation similaire a été faite en forêt de Sillé (cf. 9.3.2.1). Ces écartements pourraient correspondre à l'espace nécessaire à l'approvisionnement de chaque atelier en combustible. Cette supposition ne permet cependant pas de trancher entre les deux hypothèses présentées plus haut (contemporanéité ou succession). Quoi qu'il en soit, l'alignement sur la voie révèle une forte attraction de cet axe d'échange sur l'implantation de ces sites. Il paraît donc clair que les sites de réduction écoulaient ici directement leur production par la voie qui les longeait.

8.2. Les zones de production du Bas Maine

8.2.1. Comment définir une zone de production

8.2.1.1. Problème de vocabulaire

J'ouvre ici une parenthèse sur le vocabulaire employé pour désigner ces secteurs. Le terme de "district*" est couramment utilisé par les archéologues travaillant sur les mines et la métallurgie et ce depuis les années 1970 (DOMERGUE, HÉRAIL 1978 par exemple). Il s'agit, en fait, d'un anglicisme usité en géologie pour désigner littéralement des "régions" minières (*mining district*). On en trouve l'existence dans des publications de géologues français au moins depuis le début du XXe s. (HYVERT 1911). Lors de l'étude sur le Morvan Auxois, M. Mangin a proposé d'utiliser ce terme pour désigner la concentration de sites miniers et métallurgiques anciens repérée dans cette région (MANGIN *et al*. 1992 : 14 et 222-237). Il se référait pour cela à l'étude consacrée aux provinces danubiennes pour lesquelles on possède des sources écrites relativement abondantes sur les mines antiques (monnayage et documents épigraphiques) (DUSANIČ 1977 ; MANGIN *et al*. 1992 : 14). Toutefois, S. Dusanič utilise dans son texte le mot *district* uniquement dans le sens de région : les secteurs miniers étant désignés, durant l'Antiquité, par le métal exploité : *ferrariae* pour le fer *etc*. M. Mangin donne ainsi à ce vocable géologique une valeur historique. Ce placage d'un terme anglais sur une réalité archéologique déjà difficile à cerner a entraîné un glissement. Dans la synthèse récemment publiée par C. Domergue et M. Leroy dans *Gallia*, un "district" est défini de la manière suivante : "*un espace géographique délimité dans lequel se concentre un nombre notable de sites miniers et/ou d'ateliers métallurgiques appartenant à une ou plusieurs périodes chronologiques, mais faisant de cette zone un secteur de production cohérent d'un point de vue spatial et métallifère*" (DOMERGUE, LEROY 2000b : 148). Issu de la géologie minière, ce mot a pris un sens général pour définir un groupe de sites métallurgiques et/ou miniers, tout métaux et toutes périodes confondus. J'émets, cependant, des réserves sur l'utilisation de ce terme. Tel qu'il est utilisé, il donne une fausse (?) impression d'unité. La diachronie qui le définit est bien souvent effacée au profit de la période majoritairement reconnue et on oublie rapidement que la désignation recouvre un ensemble généralement très hétérogène. Il paraît donc dangereux de définir *a priori* des groupes en se fondant uniquement sur des critères topographiques. La tentation est grande par la suite de généraliser à l'ensemble les informations acquises pour quelques sites. Je ne refuse pas l'existence de groupes de sites ayant pu fonctionner dans des cadres communs sous une organisation spécifique et j'en propose même un exemple hypothétique dans le Bas Maine (forêt de Sillé). Toutefois, ce type de groupement doit être argumenté par des datations communes, des spécifiés morphologiques ou topographiques. Tous les sites reconnus dans un secteur ne font pas partie de ce type d'unité. En outre, les limites adoptées correspondent bien souvent à l'emprise de la zone d'étude et la densité à celle de l'intensité des recherches. Enfin, des systèmes de gestion différents ont pu coexister ou se succéder. C'est pourquoi, à l'instar de M. Leroy, je préfère désigner les concentrations de sites de réduction sous le terme, plus neutre, de "zones de production" en gardant à l'esprit les difficultés évoquées ci-dessus (LEROY 2001 : 82, note 9). Ces zones ne se définissent que par la concentration de sites et ne se réfère donc pas, sauf spécification particulière, à une période chronologique.

8.2.1.2. Problème de diachronie

Très peu de sites liés à la production sidérurgique ancienne sont datés dans la région. On ne reviendra pas ici sur les raisons de cette carence mais plutôt sur ces conséquences. En l'absence de données chronologiques il est impossible de dire si les sites formant les concentrations perceptibles sur les cartes sont contemporains et donc s'ils constituent des unités regroupant plusieurs ateliers, comme cela pourrait être le cas dans une exploitation contrôlée par un grand propriétaire foncier (quel que soit son statut administratif). Un seul secteur fait exception à la règle, celui de la forêt de Sillé (cf. chapitre 9).

Sans informations supplémentaires sur la datation, les critères permettant de distinguer des sites contemporains sont difficiles à établir. On peut en avancer un : la morphologie des déchets. En effet, on peut supposer qu'à une époque donnée, la technique de production est à peu près partout la même (à l'exception notable des scories piégées), au moins dans un secteur réduit, et donc que les résidus produits ont une morphologie proche. L'argument est bien sûr très contestable, car l'association entre le faciès et la chronologie est encore très largement à prouver. Ceci n'empêche pas dans cette démarche d'associer entre eux les sites dont les scories présentent la même morphologie, sans préjuger pour l'instant de leur datation.

8.2.1.3. Définir les concentrations

Une zone de production se définit comme une concentration de sites de réduction directe. Il est pourtant difficile de cerner clairement ces zones. Dans les faits, deux solutions sont envisageables pour dessiner les contours des zones de production. La première et la plus usitée est fondée sur l'observation : on dessine à vue le contour des concentrations de sites perceptibles sur la carte de répartition, parfois en fonction d'autres critères (géologie, topographie). En raison de la variabilité des contours adoptés d'une région à l'autre, d'une publication à l'autre, la comparaison des zones de production entre elles est rendue difficile. On ne peut se fier à des densités ou des surfaces établies sans savoir sur quels critères ces chiffres ont été fondés. C'est pourquoi une approche mathématique semble utile. C'est la seconde solution : trouver un outil statistique fiable permettant de définir des zones selon des critères objectifs ; c'est ce que a été tenté dans le cadre de cette étude grâce au SIG. Bien sûr ce type de traitement n'a de sens que si l'on possède un échantillon relativement représentatif des sites de réduction, ce qui n'est le cas que de très rares régions, mais semble être celui du Bas Maine.

Pour ce faire, on prend en compte les ferriers et les sites à scories dispersées. Pour permettre une vision la plus exhaustive possible et éviter de couper des zones de production qui s'étendent en dehors de l'emprise prise en compte pour la présente étude, je fais apparaître sur les cartes qui suivent une partie des sites liés à la réduction directe du fer enregistrés à l'extérieur de la zone d'étude par M. Hubert, l'Association des Amis du Château de Noyant-la-Gravoyère (Maine-et-Loire) ou moi-même

(fig. 134) (DAUFFY 1996 ; 1997 ; 1998 ; SARRESTE 2004b ; 2005 ; 2006b ; 2007b), soit 191 sites liés à la réduction directe qui viennent s'ajouter aux 426 de la zone d'étude. Il faut garder à l'esprit que les recherches documentaires (bibliographie, micro-toponymie, examen des photographies aériennes) n'ont porté que sur la zone d'étude délimitée en pointillés sur les cartes : l'enregistrement des sites en dehors de cette emprise ne saurait donc être exhaustif.

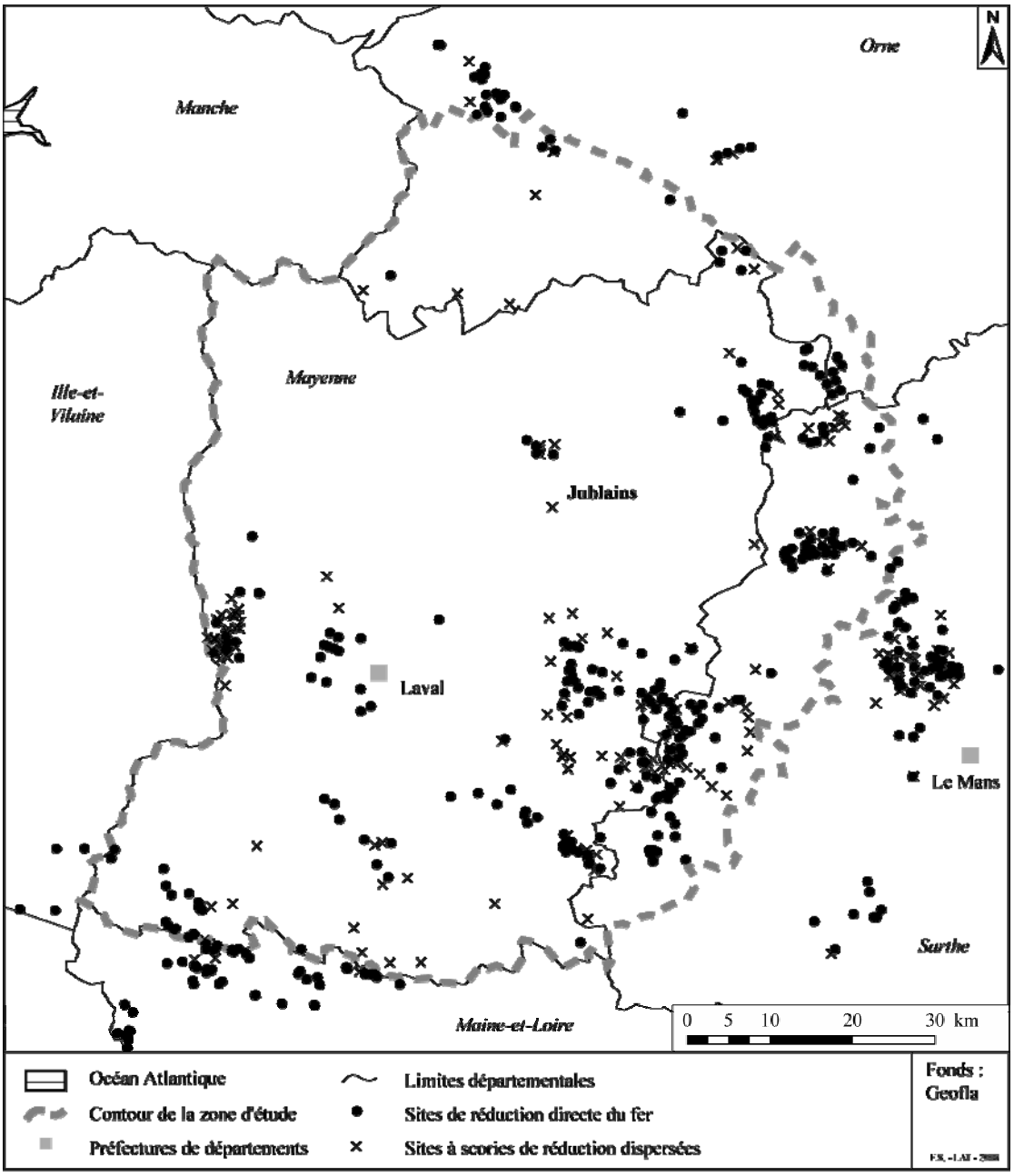


Fig. 134 : carte de répartition des sites liés à la réduction directe du fer dans la zone d'étude et à ses marges.

- L'approche subjective

C'est celle qui a été utilisée pour définir les zones de production de la région lors de leur présentation sommaire pour le colloque *Early Ironworking in Europe II* (Plas Tan Y Bwlch, 17-21 septembre 2007) (SARRESTE à paraître). Il s'agit du dessin, à "main levée", des concentrations

perceptibles sur la carte de répartition des sites liés à la réduction directe du fer. Celui-ci ne tient pas compte de la densité mais seulement de la présence/absence de site. Les zones de production sont donc essentiellement définies par la présence de ferriers, plus que par le nombre de ceux-ci. Cette première approche permet de définir quinze ensembles de taille et d'importance variables (fig. 135), qui sont présentés ci-dessous (8.2.2).

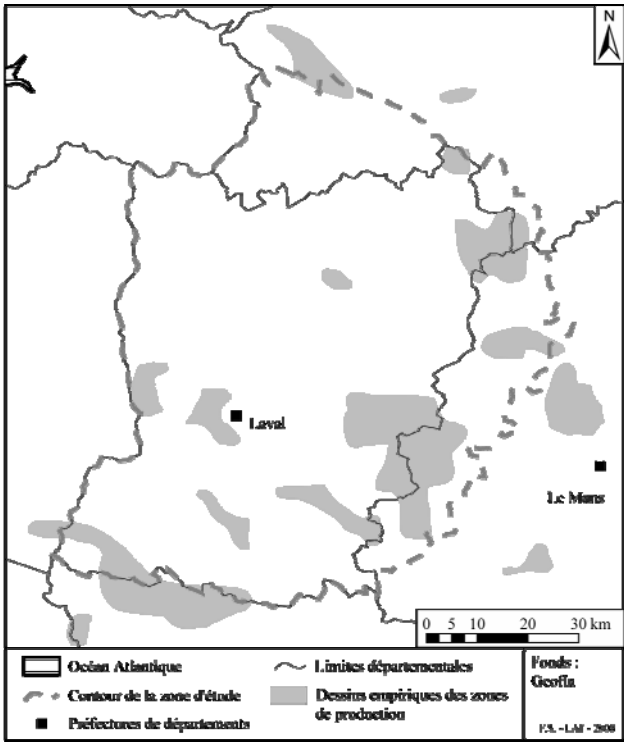


Fig. 135 : carte des zones de production par dessin subjectif.

- L'approche mathématique

Les zones étant définies comme des concentrations, c'est la densité de sites qui permet de mieux les cerner. Le calcul de cette valeur peut se faire selon différentes méthodes mathématiques dont deux sont présentées ici : la méthode du plus proche voisin et celle – ou plutôt celles – d'interpolation (DJINDJIAN 1991 : 114-120).

La méthode du plus proche voisin (*nearest neighbour*) consiste à mesurer la distance entre chaque point de la distribution et son voisin immédiat. La moyenne des distances observées est ensuite rapportée à une moyenne théorique correspondant à une distribution aléatoire du même nombre de sites dans une surface identique à celle prise en compte. Ce rapport permet de déterminer s'il y a concentration, distribution aléatoire ou uniforme. Dans notre cas, il est évident qu'il y a concentration ; notre but est de définir au mieux ces concentrations dans l'espace. Pour cela, la méthode du plus proche voisin peut apporter quelques pistes. En effet, il est possible de fixer une distance seuil, au-delà de laquelle les sites ne seront pas associés. On obtient ainsi des groupes de sites dont l'écart entre deux n'est jamais supérieur à **x** km. Il est ensuite possible de donner une surface à ces ensembles, soit en reliant les points situés en bordure de la concentration, soit en appliquant une "zone tampon"

correspondant à un rayon **r** autour de chaque point. On peut alors appliquer la méthode du plus proche voisin pour déterminer la distribution des sites au sein de ces nouvelles aires. L'application de cette méthode a été tentée assez tardivement dans ce travail grâce au conseil de P. Chareille, professeur agrégé à l'Université de Tours[92]. Toutefois, l'automatisation du processus reste très longue et les calculs complexes. Les travaux engagés ont permis de traiter partiellement qu'une partie d'une zone de concentration, sans que les calculs soient achevés. Il n'a donc pas été possible de mettre œuvre plus avant cette méthode dans le cadre de cet exercice, malgré les perspectives qu'elle offre pour l'objectivation des zones de production sidérurgique.

Un second type de méthodes existe, celles par interpolation (DJINDJIAN 1991 : 119-120). Elles permettent d'établir des cartes de densité à partir de distribution de points, par des procédés de lissage dont les variables diffèrent souvent d'un logiciel à l'autre. Toutefois, le principe général le plus courant est celui de pondération : le système applique une valeur à chaque point en fonction de la distance avec les points voisins par une mesure barycentrique pondérée. Cette pondération peut être facteur d'une distance donnée "d" ou de rapport de celle-ci (1/d, $1/d^2$ *etc*.). Le système calcule alors une densité interpolé en suivant une grille dont on peut choisir la taille des cellules. On peut ensuite établir des courbes de niveaux reliant les cellules de mêmes valeurs et ainsi dessiner des aires correspondant à des pôles de concentration.

Il n'y a pas une méthode meilleure que l'autre. Dans les deux cas, le dessin des pôles de concentration passe par la détermination de valeurs seuils arbitraires (distance limite entre deux sites pour le plus proche voisin, distance seuil "s" pour la pondération dans les méthodes d'interpolation). Chacune de ces méthodes présente des avantages. La première semble plus rigoureuse, car elle ne fait pas appel à des processus de lissage et le traitement se faisant sur tableur, on connaît les manipulations effectuées, ce qui n'est pas le cas en général des logiciels d'analyse spatiale pour lesquels on a rarement accès aux formules. Toutefois, la principale limite de cette première méthode est qu'elle ne dessine pas une aire mais détermine des groupes, dont le dessin passe encore par l'arbitraire. En revanche, la seconde méthode donne un contour aux pôles de concentration en se fondant sur une densité, certes interpolée, mais fondée sur les valeurs choisies au départ. Il faut également souligner que ces méthodes d'analyses spatiales ont été développées par les géographes pour comprendre des distributions d'objets actuels dont on connaît en théorie l'effectif complet. Leurs applications aux données archéologiques, par définition lacunaires, se heurtent à de nombreux obstacles, à commencer par la représentativité de la distribution des sites, qui est bien souvent fonction de l'intensité des recherches ou des conditions de découvertes (opérations sur des tracés linéaires ou recherches concentriques autour d'un site ou d'un centre de recherche). Dans le cas qui nous occupe, on peut néanmoins supposer que la systématisation des recherches a permis de couvrir de façon relativement homogène le territoire, même s'il est difficile de qualifier le nombre de sites disparus et leur distribution.

La fonction "Densité" du module *Spatial Analyst* du logiciel Arcview fonctionne selon le second système, c'est celui qui a été utilisé ici. Pour cela, l'importance de chaque site a été pondérée par deux facteurs : leur interprétation et une distance. Il est en effet nécessaire de distinguer la nature

[92] Je le remercie ici vivement pour ces précieux conseils et la réalisation des calculs préliminaires.

des sites pris en compte. Les sites à scories dispersées ne correspondant pas forcément à un atelier, leur part dans le calcul de densité est donc pondérée : un ferrier compte pour 1 et un site à scories dispersées pour 0,5. Le système requiert ensuite l'entrée de plusieurs paramètres : le champ de population, dans notre cas celui de pondération (1 ou 0,5), un rayon dans lequel la présence d'un autre point va être recherchée pour établir une densité pour chaque cellule de l'image de sortie (raster) et la taille de ces cellules (dimensions du pixel). Il n'y a pas de réglage idéal. Si l'on sélectionne un rayon de recherche d'1 km, on obtient une figure qui à cette échelle revient à la cartographie des sites par point et ne présente donc pas d'intérêt pour notre question. Si l'on double le périmètre de recherche, on commence à voir ressortir les secteurs de forte concentration et les zones dessinées sont resserrées autour des sites de réduction : c'est probablement la vision la plus satisfaisante pour le calcul de surface des concentrations (fig. 136). En prenant un rayon de recherche de 4 km, l'image générée est la plus expressive mais exagère considérablement les surfaces des zones de production (fig. 137).

Cette seconde méthode permet de mettre en évidence plusieurs pôles de concentrations, subdivisant parfois les ensembles perçus par le dessin subjectif. Ce sont ces centres, en gris plus soutenu sur la carte, qui marquent les réelles concentrations (fig. 138). On peut ainsi discerner des secteurs au sein des grandes zones de production de la région. En revanche, dans certains cas, les groupes réunis par la projection informatique correspondent probablement à des zones de production indépendantes : c'est notamment le cas des régions de Sillé et Lavardin/La Bazoge (Sarthe), qui se touchent dans le dernier modèle mathématique (fig. 137) mais constituent en fait deux noyaux distincts comme le souligne la seconde carte de densité (fig. 136).

Par la suite, le réglage retenu est le suivant : une pondération des sites en fonction de leur conservation (1 ou 0,5), un rayon de recherche de 2 km, des pixels de 250 m de côté et la représentation des densités à partir de 0,25 site/km². Cette valeur n'est pas arbitraire : elle correspond à la densité pour laquelle les sites isolés n'apparaissent pas. Les aires ainsi obtenues en raster ont ensuite été vectorisées afin de calculer leur surface et permettre des interrogations spatiales. On parlera pour ces aires de "pôles de concentration". Il est possible de donner la surface de ces pôles de concentration, le nombre de sites qu'ils contiennent et donc d'établir une densité moyenne, pour les deux types de site ou uniquement pour les ferriers. Ces données chiffrées n'ont aucune valeur historique et ne sont pas absolues : elles ne sont calculées que pour établir des comparaisons entre les pôles de concentration, afin de définir au mieux les secteurs dans lesquels la production sidérurgique a été une activité humaine importante, voire dominante : les zones de production. Ce constat doit néanmoins être rapporté à la chronologie des sites observés.

Le principal avantage de la méthode mathématique est son objectivité. Elle repose sur un calcul automatique reproductible sur d'autres régions et d'autres zones de production. Les chiffres de densité et de surface des zones dessinées par le modèle mathématique, même s'ils sont surestimés – au moins pour les seconds –, peuvent donc être comparés d'une zone de production à l'autre.

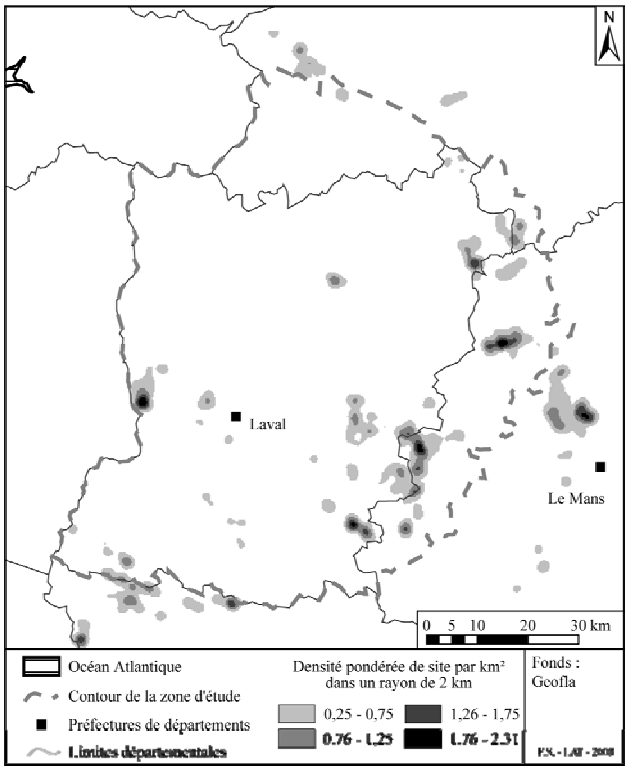


Fig. 136 : carte de la densité pondérée des sites liés à la réduction directe du fer avec un rayon de recherche de 2 km.

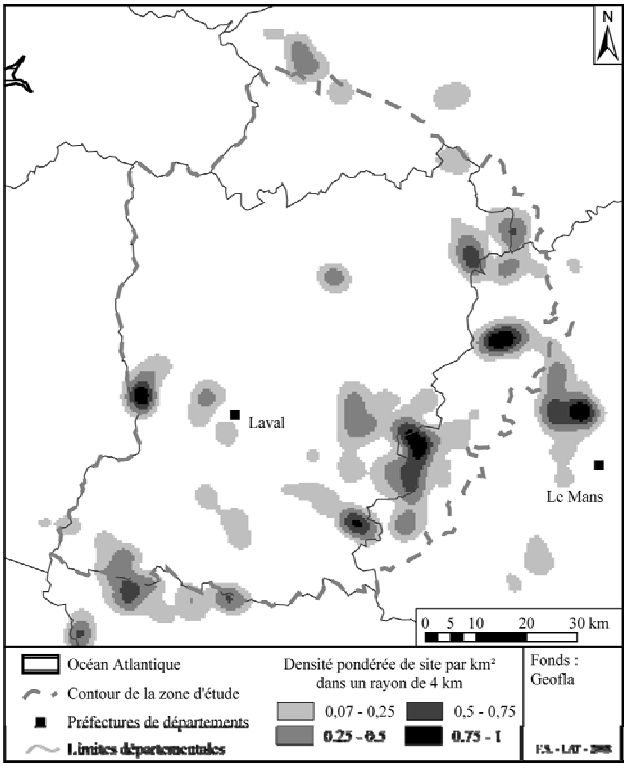


Fig. 137 : carte de la densité pondérée des sites liés à la réduction directe du fer avec un rayon de recherche de 4 km.

De fait, les deux approches, subjective et mathématique, ne sont pas opposées : les résultats sont proches et apportent des informations complémentaires. La première cerne, à l'œil, les régions où sont présents des sites de réduction directe et exclut ainsi une partie du territoire, dépourvue de ce type d'activité sidérurgique. La seconde, quant à elle, fournit une image plus fidèle de la distribution des sites à l'intérieur des zones de production et met en évidence des ensembles qui ne sont pas toujours visibles sur une simple carte de répartition. Il faut toutefois souligner le fait qu'aucune de ces deux méthodes ne prend en considération la taille des sites où leur datation. Les zones définies sont donc, au même titre que les secteurs miniers, des zones d'exploitation reconnues dont l'importance et la chronologie doivent ensuite être établies.

La présentation des zones de production dans le paragraphe qui suit tient donc compte de ces deux approches : l'approche empirique a été retenue pour définir les zones de production sidérurgiques ; la carte obtenue par le modèle mathématique de la figure 136 (périmètre de recherche de 2 km) est utilisée pour les calculs de surface et de densité des pôles de concentration. L'appartenance des sites à l'une ou l'autre zone ou pôle de concentration est fournie sous la forme d'un tableau, en annexe 3.2.

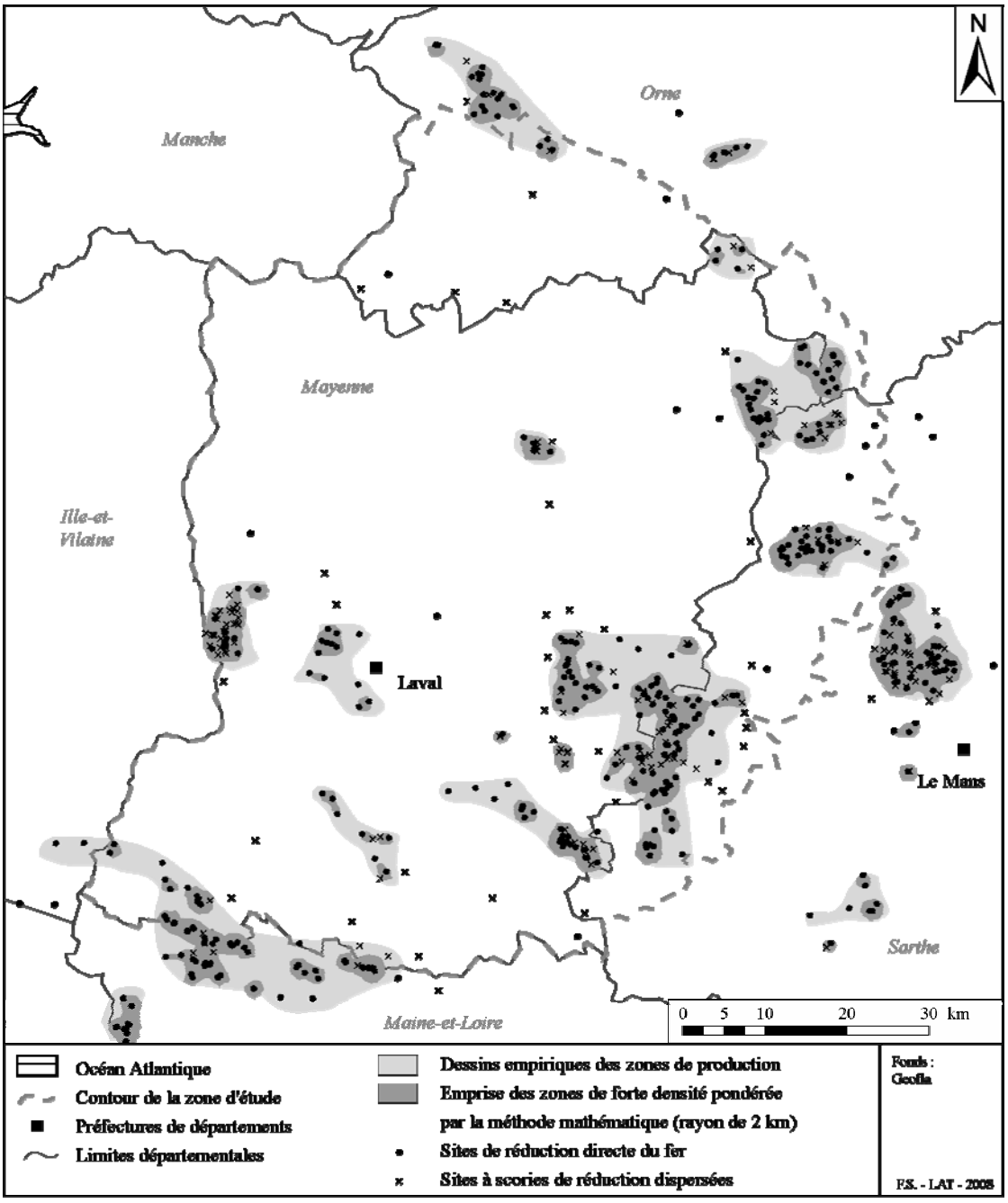


Fig. 138 : carte des zones de production et des sites liés à la réduction directe (ferriers et sites à scories de réduction dispersées) avec les limites administratives contemporaines.

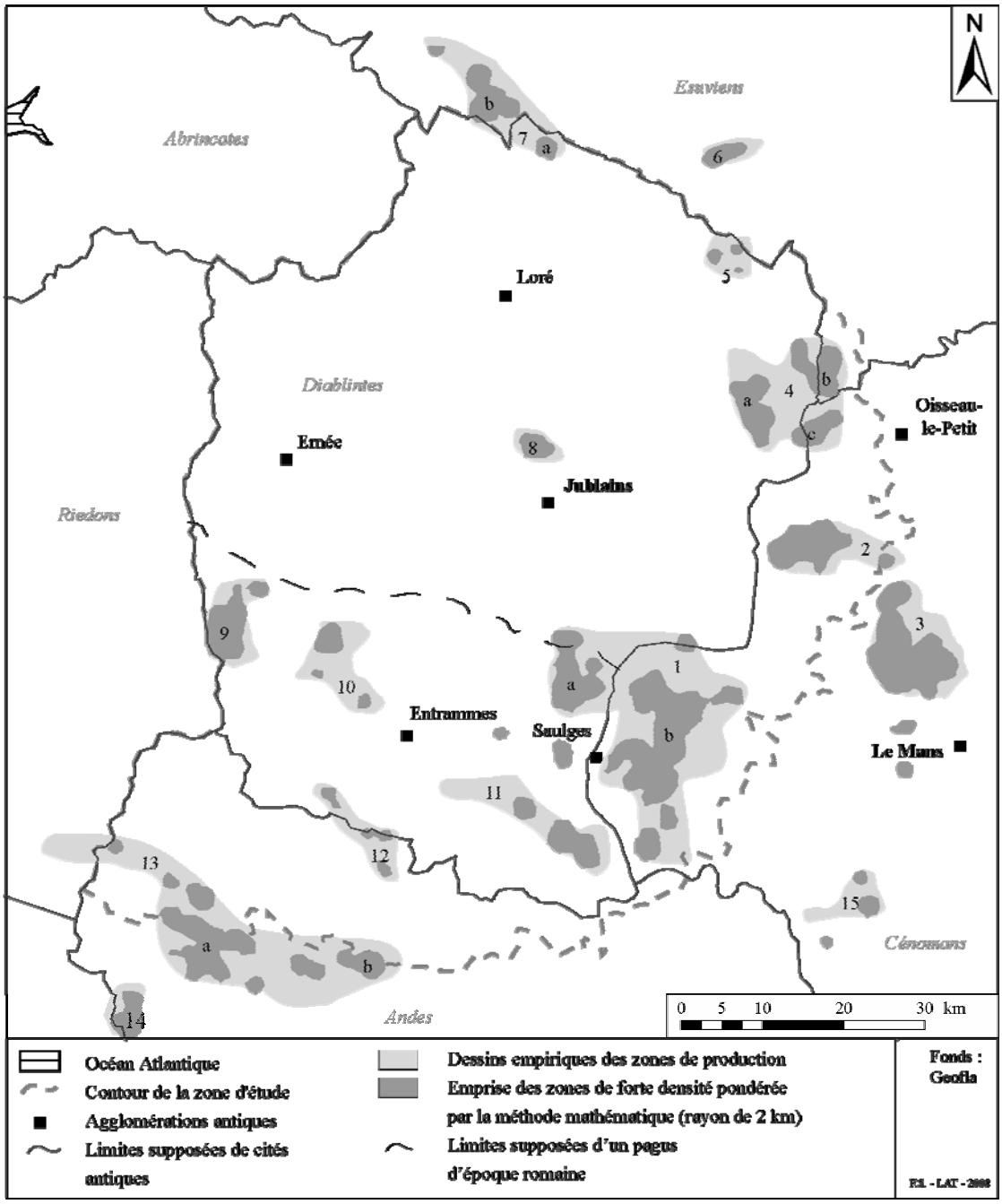


Fig. 139 : carte des zones de production et des pôles de densité avec leur numéro, les limites de cités antiques, la limite supposée du *pagus* d'Entrammes et les agglomérations antiques (les capitales ont leur nom en gras).

8.2.2. Les zones de production dans l'ouest du Maine

Les cartes des figures 138 et 139 fournissent deux visualisations des zones de production avec leur pôle de densité, l'une avec la représentation des sites et des limites administratives actuelles, la seconde avec la numérotation des zones, qui apparaît dans les paragraphes descriptifs ci-dessous, et les frontières supposées des cités antiques. La disposition des zones par rapport à ces limites administratives est commentée par la suite (cf. 8.2.3.3).

Il faut préciser d'emblée que certaines des zones de production mentionnées ci-dessous se trouvent à la marge ou même en dehors de la zone d'étude (fig. 139). Toutefois, elles se situent dans le prolongement direct des ensembles délimités au sein du Bas Maine et c'est pourquoi je les mentionne ici. Ainsi, quatre des aires décrites par la suite sont constituées uniquement par des sites découverts à l'extérieur de l'aire de recherches systématiques (Lavardin/La Bazoge, Cérans-Foulletourte, Rânes et Saint-Michel-et-Chanveaux). C'est notamment le cas de la seconde zone en nombre de sites, celle de Lavardin/La Bazoge, qui se situe dans la continuité de la concentration mise en évidence dans la partie orientale de la forêt de Sillé et dans laquelle s'inscrivent les sites mis au jour lors des travaux préventifs menés préalablement à la construction de l'autoroute A28 (BOUVET 2001b). En dehors de ces ensembles extérieurs, plusieurs zones de production du Bas Maine s'étendent hors des limites choisies pour la présente étude : ce sont les secteurs de La Ferrière-aux-Étangs (Orne) et du sud de la Mayenne. Les investigations n'ont évidemment pas été menées avec la même intensité sur ces secteurs hors de la zone d'étude et donc leur connaissance n'est pas exhaustive : c'est particulièrement le cas de la zone du sud de la Mayenne, qui s'étend très largement dans le nord-ouest du Maine-et-Loire, au nord-est de la Loire-Atlantique et au sud-est de l'Ille-et-Vilaine. De même, le département de la Sarthe possède un très fort potentiel.

La hiérarchisation des zones de production se fonde sur plusieurs éléments qui apportent des informations complémentaires :

- le nombre de sites liés à la réduction directe (ferriers ou dispersion de scories de traitement du minerai) est déterminant dans l'établissement du classement des zones, mais doit être reporté à la surface ;

- la surface des zones définies à vue n'est pas satisfaisante : on doit donc se référer aux surfaces des pôles de concentration dessinés par le SIG et à la proportion de celles-ci par rapport au dessin subjectif ;

- la densité est le critère le plus délicat puisqu'il est établi seulement sur les pôles de concentration et non sur toute la surface des zones de production ; c'est le croisement entre la densité et la surface des pôles qui permet d'établir un classement des zones ;

- la chronologie : la fourchette entre le site le plus ancien et le plus récent permet d'envisager la durée sur laquelle l'exploitation a eu lieu, et ainsi de relativiser la formation de la concentration ;

- les dimensions des sites peuvent également être un témoignage de l'intensité de la production d'un secteur, mais ces données doivent être manipulées avec les précautions présentées ci-dessus ;

- enfin, le type des déchets doit être pris en compte, notamment la présence de scories piégées ou la coexistence de différents faciès de scories coulées.

Les figures ci-dessous regroupent l'ensemble de ces informations pour les zones représentées sur les cartes précédentes (fig. 140 à 145). Toutefois, tous les critères présentés ci-dessus ne sont pas toujours applicables : pour les secteurs d'une dizaine de sites, les pôles de concentration n'ont que très peu de signification car ils ne regroupent que deux ou trois sites.

On peut distinguer les zones de production en fonction de leur importance selon trois niveaux :

- les zones de **premier niveau** sont celles composées d'au moins un pôle de concentration comptant plus de 25 sites de réduction directe avérés (ferriers ou scories piégées en place) ;

- les zones de **second niveau** sont des régions regroupant entre 11 et 25 sites parmi lesquels on peut délimiter au moins un pôle de plus de 10 sites ;

- les zones de **troisième niveau** sont celles qui comptent 10 sites ou moins, sans pôles de forte concentration.

Le seuil inférieur, moins de 10 sites, est celui en dessous duquel on ne distingue plus en général de pôles de concentration. En revanche, les paliers supérieurs sont arbitraires.

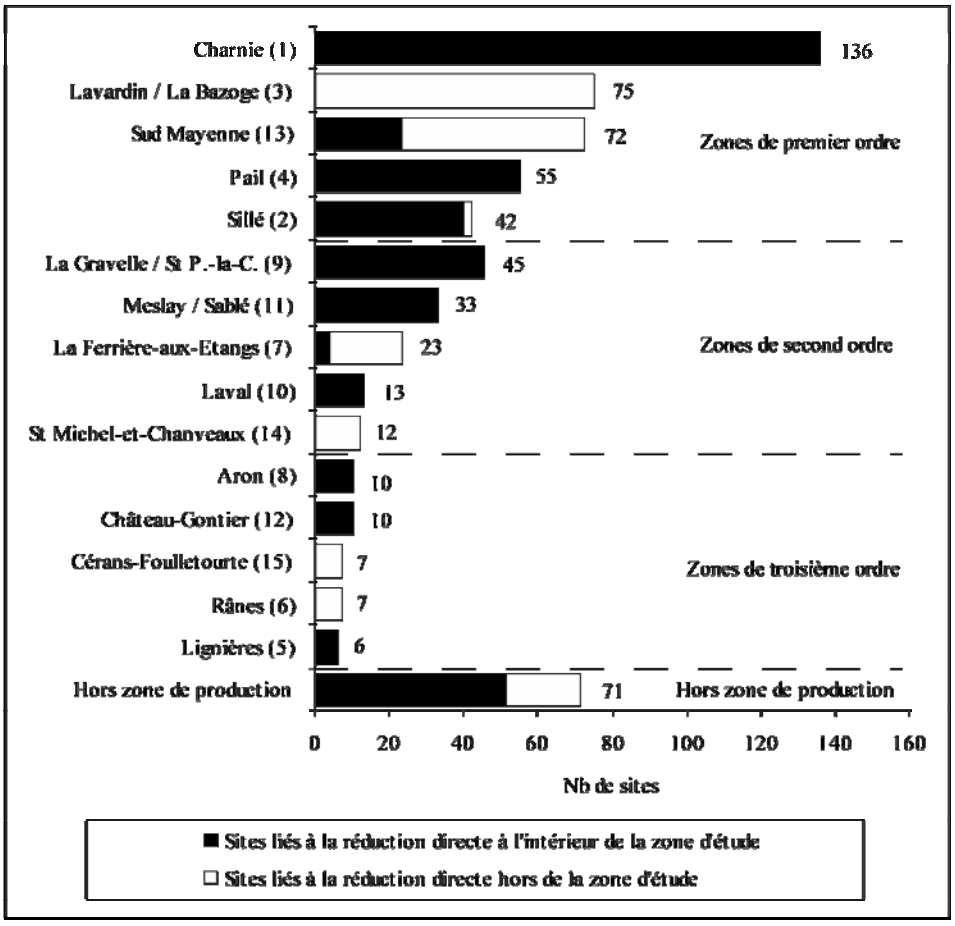


Fig. 140 : nombre de sites liés à la réduction directe du fer (ferriers et sites à scories dispersées) dans les zones de production.
N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139.

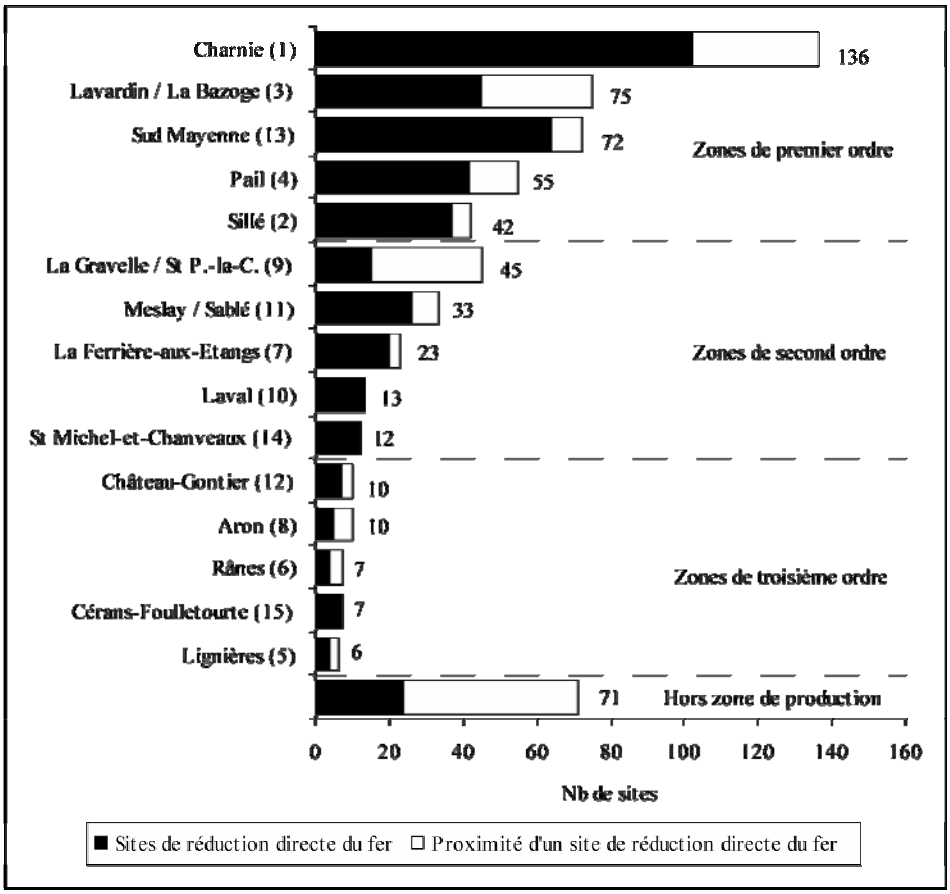


Fig. 141 : interprétation des sites en fonction des zones de production. N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139.

Niveau	Zone de production	Pôle de concentration	Proximité d'un site de réduction directe du	Site de réduction directe du fer	Total
Premier	Charnie (1)	a	4	20	24
		b	25	60	85
		c	1	2	3
		d		3	3
		e		7	7
		hp	4	10	14
	Sud Mayenne (13)	a	4	30	34
		b	1	10	11
		c		2	2
		d		2	2
		e	1	6	7
		f		5	5
		hp	2	9	11
	Lavardin / La Bazoge (3)	a	30	44	74
		hp		1	1
	Pail (4)	a	1	16	17
		b	1	20	21
		c	8	5	13
		hp	3	1	4
	Sillé (2)	a	4	34	38
		b		2	2
		hp	1	1	2
Second	La Gravelle (9)	a	29	13	42
		b		2	2
		hp	1	0	1
	Meslay / Sablé (11)	a	7	17	24
		b		4	4
		hp		5	5
	La Ferrière-aux-Etangs (7)	a	1	3	4
		b	1	14	15
		c		2	2
		hp	1	1	2
	Laval (10)	a		7	7
		c		2	2
		hp		4	4
	St Michel (14)	a		12	12
Troisième	Aron (8)	a	4	5	9
		hp	1	0	1
	Cérans-Foulletourte (15)	a		2	2
		b		3	3
		hp		2	2
	Château-Gontier (12)	a		2	2
		b	1	2	3
		c		1	1
		hp	2	2	4
	Lignières (5)	a		2	2
		b	1	1	2
		c		1	1
		hp	1	0	1
	Rânes (6)	a	3	4	7
	Hors zone de production		47	24	71
	Total		190	427	617

Fig. 142 : tableau de l'interprétation des sites dans chacune des zones de production et des pôles définis par les cartes ci-dessus. N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139.

n°	Zone de production	Antiquité				Moyen Âge					Total
		Protohistoire	Haut-Empire	Gallo-romain indét.	*Total*	Haut Moyen Âge	Moyen Âge central	Bas Moyen Âge	Moyen Âge indét.	*Total*	
1	Charnie		1	21	*22*						22
12	Château-Gontier			1	*1*						1
	Hors zone de production	1	0	5	*5*	0	0	0	2	*2*	8
9	La Gravelle			1	*1*						1
10	Laval		3	2	*5*						5
3	Lavardin / La Bazoge	1		2	*2*	1				*1*	4
11	Meslay / Sablé	1		2	*2*		1	1		*2*	5
4	Pail			6	*6*						6
2	Sillé	1	1	5	*6*			1		*1*	8
13	Sud Mayenne			1	*1*			1		*1*	2
	Total	**4**	**5**	**46**	***51***	**1**	**1**	**3**	**2**	***7***	**62**

Fig. 143 : tableau des datations des sites (ferriers et sites à scories dispersées) par zones de production. N. B. : les numéros de la première colonne renvoient à ceux de la carte de la figure 139.

Zone de production	Scories piégées	Cordons denses	Plaquettes	Cordons vacuolaires	Cordons denses/ plaquettes	Fond de four	Indéterminé	Total
Aron (8)		9					1	10
Cérans-Foulletourte (15)				6			1	7
Charnie (1)		69	37	3	2	2	23	136
Château-Gontier (12)		1	6				3	10
La Ferrière-aux-Etangs (7)		14		5		3	1	23
La Gravelle (9)	25	13		4	3			45
Laval (10)		1	11				1	13
Lavardin / La Bazoge (3)	8	35	18		8		6	75
Lignières (5)		2	2				2	6
Meslay / Sablé (11)	5	16	8	1			3	33
Pail (4)		24	11	1	1	5	13	55
Rânes (6)	1	5			1		0	7
Sillé (2)	1	8	27		1	1	4	42
St Michel-et-Chanveaux (14)							12	12
Sud Mayenne (13)		36		8			28	72
Hors zone de production		34	6	3	0	5	23	71
Total	**40**	**267**	**126**	**31**	**16**	**16**	**161**	**617**

Fig. 144 : tableau de répartition des faciès des scories en fonction des zones de production. N.B : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139.

Niveau	Zone de production	Pôle de concentration				Surface totale des pôles de concentration (en km²)	Densité moyenne dans les pôles de concentration (en ferrier/km²)	Surface de la zone de production d'après le dessin subjectif (en km²)	Pourcentage occupée par les pôles de densité dans la zone de production (en %)	Densité dans les zones de production selon le dessin subjectif (en ferrier/km²)
		Code	*Nb de ferriers*	*Surface*	*Densité de site (en site/km²)*					
Premier	Charnie (1)	a	20	38,65	0,52	162,90	0,56	383,36	42,49	0,05
		b	60	104,26	0,58					
		c	2	4,65	0,43					
		d	3	5,41	0,55					
		e	7	9,92	0,71					
	Sud Mayenne (13)	a	30	50,21	0,60	87,04	0,67	302,49	28,77	0,10
		b	10	13,77	0,73					
		c	2	2,74	0,73					
		d	2	2,91	0,69					
		e	6	8,53	0,70					
		f	5	8,88	0,56					
	Lavardin / La Bazoge (3)	a	44	82,93	0,53	82,93	0,53	113,47	73,09	0,39
	Pail (4)	a	16	26,60	0,60	72,30	0,66	157,00	46,05	0,10
		b	20	16,38	1,22					
		c	5	29,32	0,17					
	Sillé (2)	a	34	41,53	0,82	44,24	0,78	69,82	63,37	0,49
		b	2	2,71	0,74					
Second	La Gravelle / St P.-la-C. (9)	a	13	32,67	0,40	36,52	0,46	53,34	68,48	0,24
		b	2	3,86	0,52					
	La Ferrière-aux-Etangs (7)	a	3	5,54	0,54	35,42	0,66	95,16	37,22	0,03
		b	14	27,76	0,50					
		c	2	2,12	0,95					
	Meslay / Sablé (11)	a	17	22,24	0,76	28,44	0,70	79,18	35,92	0,21
		b	4	6,21	0,64					
	St Michel-et-Chanveaux (14)	a	12	15,90	0,75	15,90	0,75	22,83	69,63	0,53
	Laval (10)	a	7	10,52	0,67	12,94	0,75	61,43	21,06	0,11
		c	2	2,41	0,83					
Troisième	Aron (8)	a	5	10,08	0,50	10,08	0,50	17,52	57,55	0,29
	Rânes (6)	a	4	9,87	0,41	9,87	0,41	15,10	65,37	0,26
	Château-Gontier (12)	a	2	3,17	0,63	8,99	0,55	41,95	21,42	0,05
		b	2	3,65	0,55					
		c	1	2,16	0,46					
	Cérans-Foulletourte (15)	a	2	2,36	0,85	7,37	0,72	29,68	24,85	0,07
		b	3	5,01	0,60					
	Lignières (5)	a	2	2,45	0,82	4,46	1,06	24,55	18,18	0,08
		b	1	1,41	0,71					
		c	1	0,60	1,67					

Fig. 145 : tableau présentant les pôles de concentrations définies dans la présentation des zones de production ci-dessous. N. B. : seuls les ferriers sont pris en compte dans ce tableau

8.2.2.1. Les zones de premier niveau

- La zone de production de Charnie (1)[93]

Cette zone tire son nom d'une région boisée partagée entre la Sarthe et la Mayenne (forêt de Grande Charnie et de Petite Charnie, Bois du Creux et des Vallons) (fig. 146 et 147)[94]. Le terme Charnie trouve son origine dans les *Gesta Aldrici* datés du IXe s. (DUFOUR 1990 : 135). Il viendrait d'une racine celtique "*car*" signifiant "pierre" (*ibid.*). Cette région se trouve en effet sur une crête gréseuse qui tranche assez nettement avec la pénéplaine alentour. Le géographe R. Musset en définit le contour dans son étude sur le Bas Maine (MUSSET 1917) : cette région s'étend d'est en ouest de la forêt de Petite Charnie à l'extrémité occidentale du Bois des Vallons et, du nord au sud, de ce même point au sud du village de Bannes (Mayenne) (DUFOUR 1990 : 136, fig. 1). Ces limites correspondent presque exactement à celle de la zone de production sidérurgique visible sur la carte de la figure 139.

Avec 136 sites dont 102 ferriers, ce secteur est le plus riche de la région, mais aussi le plus étendu. En effet, sur les 383 km² ce sont cinq pôles de concentration qui ont été mis en évidence par le calcul de densité, représentant une superficie de 162 km² dans laquelle on trouve plus de 0,5 ferrier/km². Deux de ces pôles sont particulièrement importants : le premier, codé **a** sur le carte compte 24 sites dont une vingtaine de ferriers organisés de part et d'autre du Bois des Vallons ; le second, **b**, rassemble 60 sites de réduction directe et 25 dispersions. Il est partagé entre les départements de la Mayenne et de la Sarthe et possède deux petits satellites, appelés **d** et **e** du nord au sud. De même, il existe au nord de la forêt de Grande Charnie un petit noyau (**c**). Ces trois petites concentrations sont constituées de moins de 10 sites (respectivement 3, 7 et 3 sites).

La chronologie de l'activité est mal connue. On possède une datation pour seulement 22 sites de cette région : ils sont tous antiques (fig. 143). Ceci permet de présumer une occupation prépondérante à cette époque mais n'exclut pas une installation plus ancienne de la métallurgie extractive, ni la pérennité de l'activité de traitement du minerai de fer au-delà de l'époque romaine. C'est d'ailleurs ce que semble indiquer la présence de plusieurs faciès de scories coulées (cordons vacuolaires, fond de four) (fig. 144).

Cette région compte en outre quelques très grands ferriers. On possède un volume estimé pour 31 d'entre eux. La somme de ces valeurs s'élève à 108 250 m^3. Il s'agit bien sûr d'une approximation, bien en dessous de la réalité, mais qui permet de donner une idée de la production de la région, qui devait abriter à l'origine plusieurs centaines de milliers de mètres cubes de déchets sidérurgiques.

[93] Les numéros indiqués entre parenthèses après les titres renvoient à ceux figurant sur la carte de la figure 139.
[94] Sur cette carte et les suivantes tous les sites liés à la métallurgie du fer ont été représentés même s'ils ne sont pas liés à la réduction directe.

- La zone du sud de la Mayenne (13)

Cette seconde zone de production compte au total moins de sites que la région de Lavardin/La Bazoge, mais rassemble plus de sites de réduction avérés (64) : c'est pourquoi elle est présentée avant. Le nom indiqué ici est en partie impropre car, même si c'est bien par le sud de la Mayenne que ce secteur a été abordé, celui-ci s'étend très largement en dehors de ce dernier département (fig. 148 et 149). Il s'agit d'une aire très vaste, de plus de 300 km² au total, et très morcelée : la projection informatique met en évidence la présence de six pôles de concentration, dont certains comptent très peu de sites (entre 2 et 6 pour les pôles **c** à **f**, respectivement situés d'ouest en est). Seules les concentrations **a** et **b**, figurées sur la carte, présentent une certaine homogénéité, avec respectivement 34 et 11 sites. Toutefois, la majeure partie de cette région se situe en dehors de la zone étudiée ici et l'on peut donc penser qu'un nombre important de sites ne nous est pas connu. Les données à disposition concernant la chronologie et l'importance des ferriers sont encore insuffisantes pour permettre d'établir une fourchette chronologique de la production ou d'en évaluer l'importance (un site romain et un du bas Moyen Âge). Toutefois, comme on l'a vu plus haut, les textes attestent une production à l'époque médiévale dans ce secteur (XIIe s.) (cf. 7.4.4.1).

- La zone de production de Lavardin/La Bazoge (3)

La zone de Lavardin/La Bazoge est la plus anciennement connue dans la région (fig. 150). Les ferriers sont mentionnés ici pour la première fois en 1806 (MAULNY 1806) et plusieurs notes ont été consacrées à la découverte de vestiges sidérurgiques dans ce secteur dans le courant de ces deux derniers siècles (MARQUIS 1890 ; PIOGER 1971-1972). Pourtant, on connaît encore très mal cette zone de production. La présentation qui en est faite ici est uniquement due aux travaux de M. Hubert menés entre 2005 et 2007. Ces investigations sont, de l'aveu même de leur auteur, très incomplètes et le nombre de sites recensés doit être bien en dessous du potentiel de ce secteur. On compte, dans l'état actuel de nos connaissances, 75 sites dont 45 ferriers. Le calcul de densité montre qu'il s'agit d'un unique pôle de concentration.

Les données archéologiques dont on dispose pour ce secteur sont essentiellement issues des travaux préventifs menés sur le tracé de l'autoroute A28. Il est hors de propos de reprendre ici les résultats de ces opérations, dont la publication est en préparation. Précisons seulement que les vestiges découverts pour la phase de réduction du minerai s'étendent de Hallstatt à l'époque romaine (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; BOUVET 2001b). La découverte par M. Hubert de plusieurs sites à scories piégées (huit au total), mais aussi de très importants ferriers à scories coulées en plaquettes permet d'envisager que cette très large fourchette chronologique pourrait être représentative de l'activité de la région. Même si la cartographie des sites de cette zone est encore inachevée, on peut sans aucun doute reconnaître ici une zone de production importante.

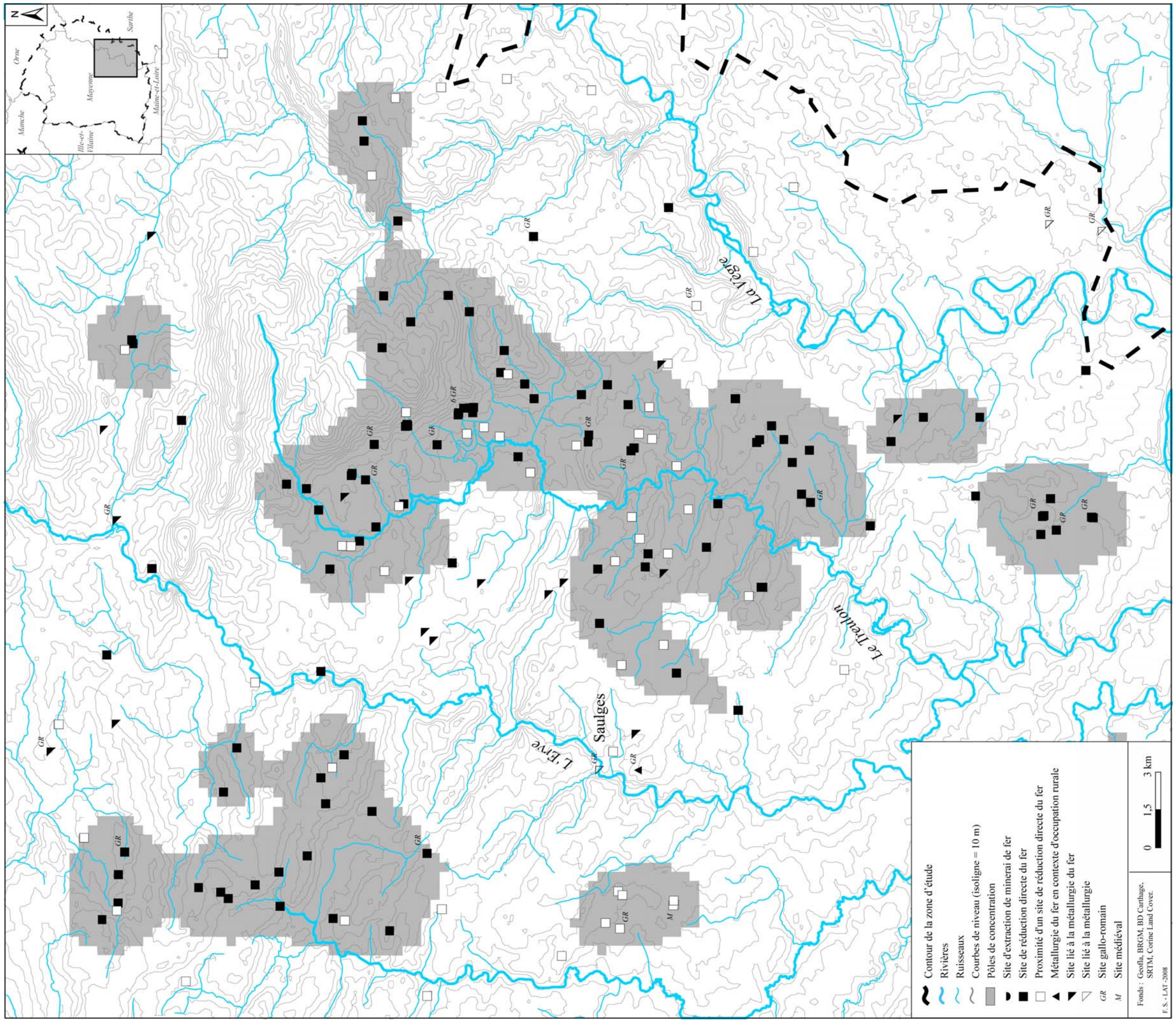


Fig. 146 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Charnie avec fond hydrographique et orographique.

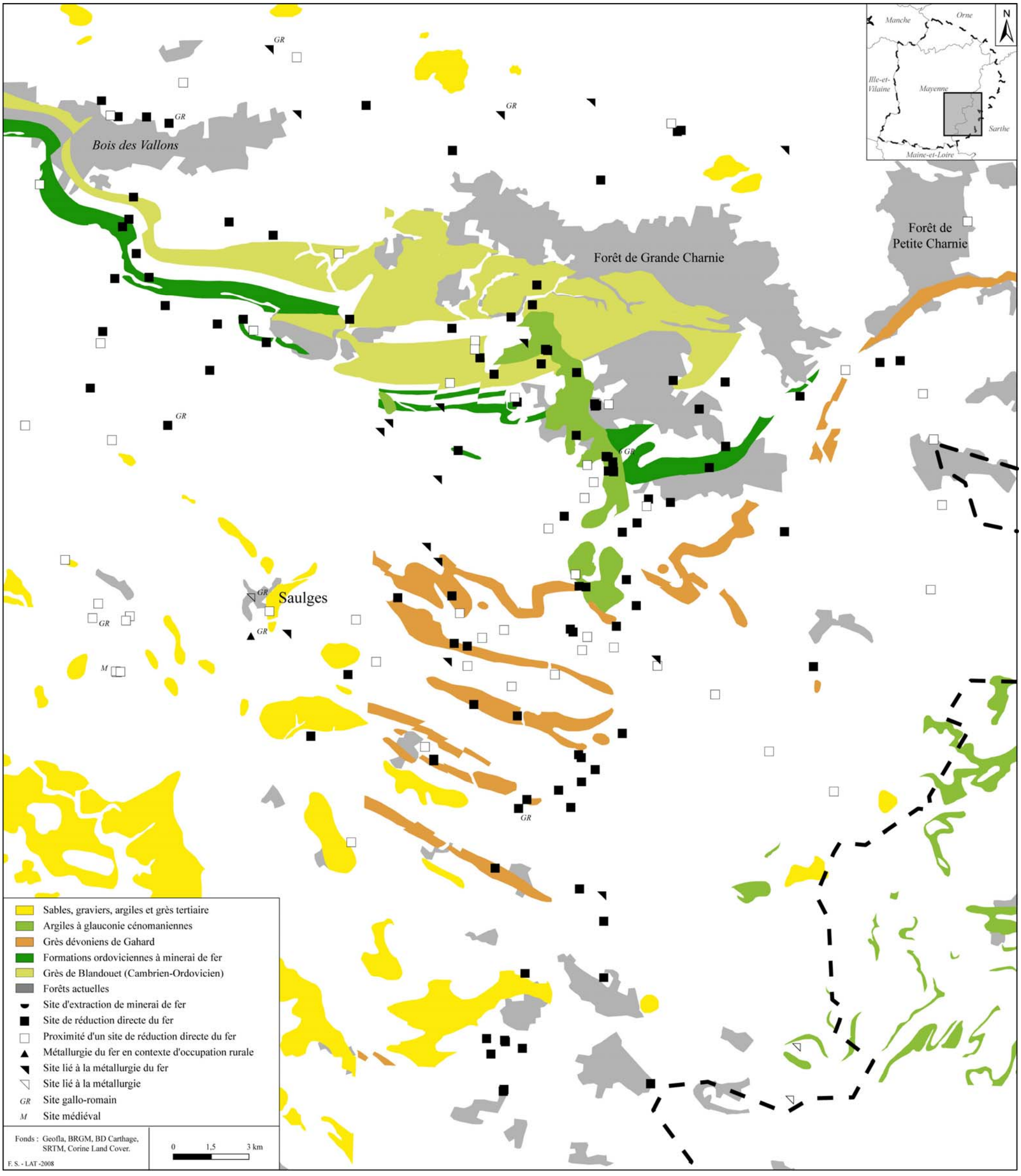


Fig. 147 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Charnie avec cartographie des forêts actuelles et des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer.

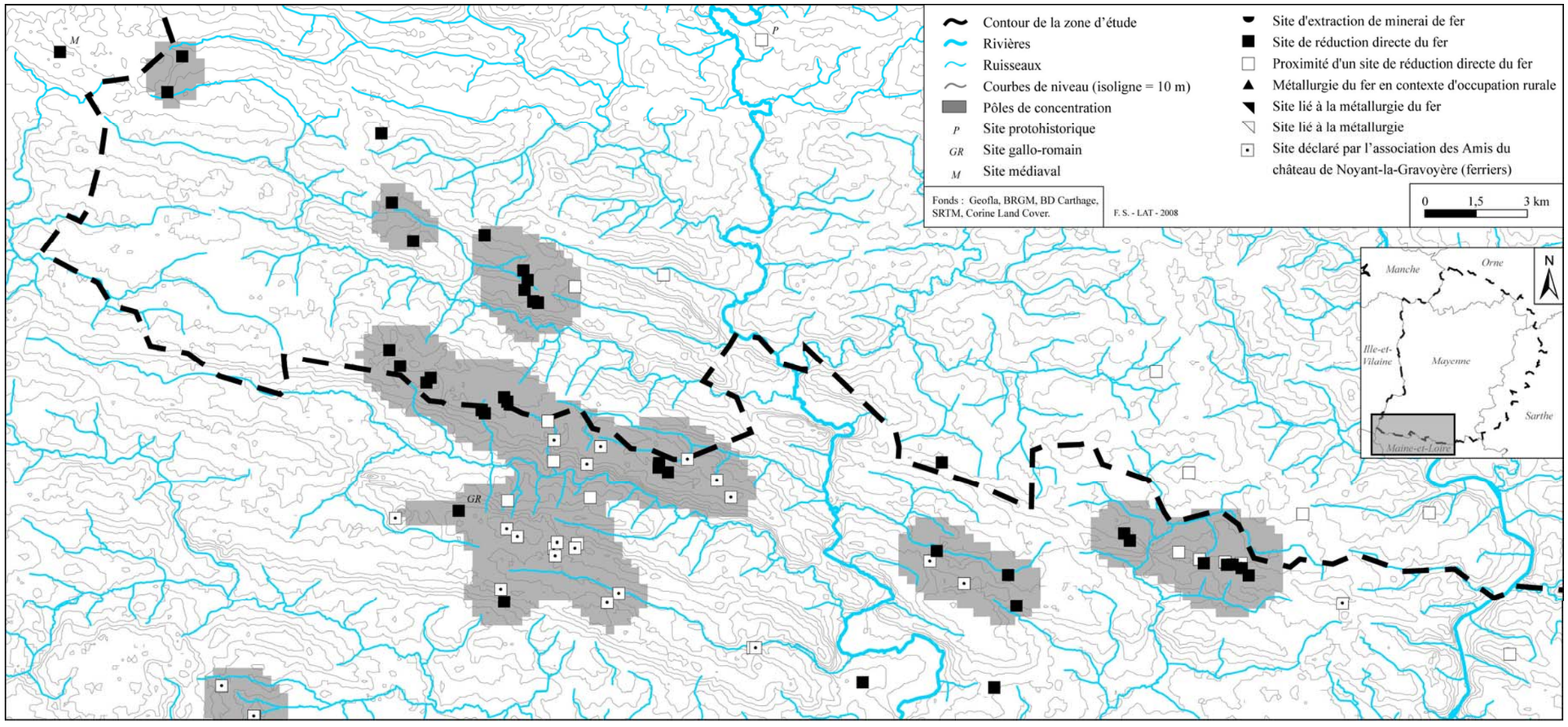


Fig. 148 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique du Sud Mayenne avec fond hydrographique et orographique.

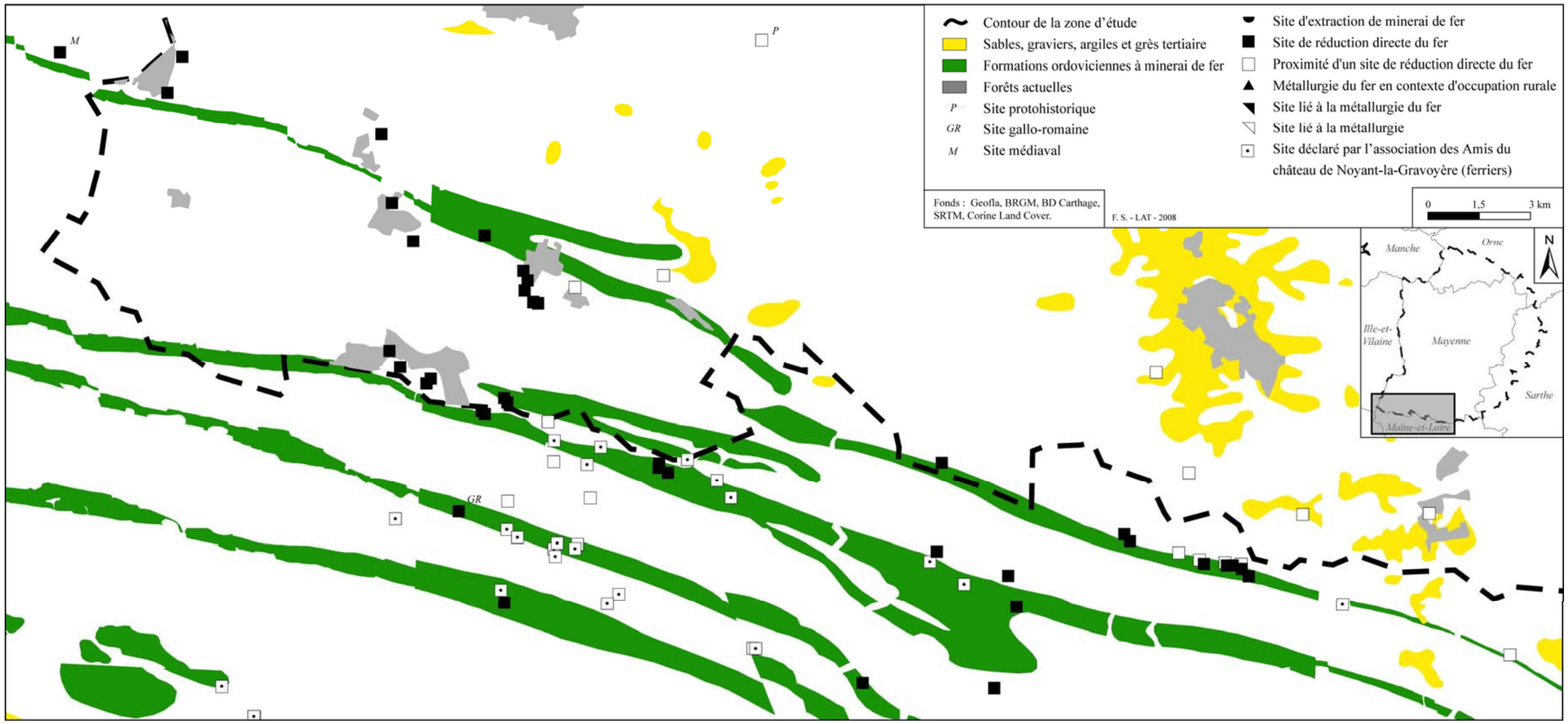


Fig. 149 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique du Sud Mayenne avec cartographie des forêts actuelles et des formations géologiques pouvant contenir du minerai.

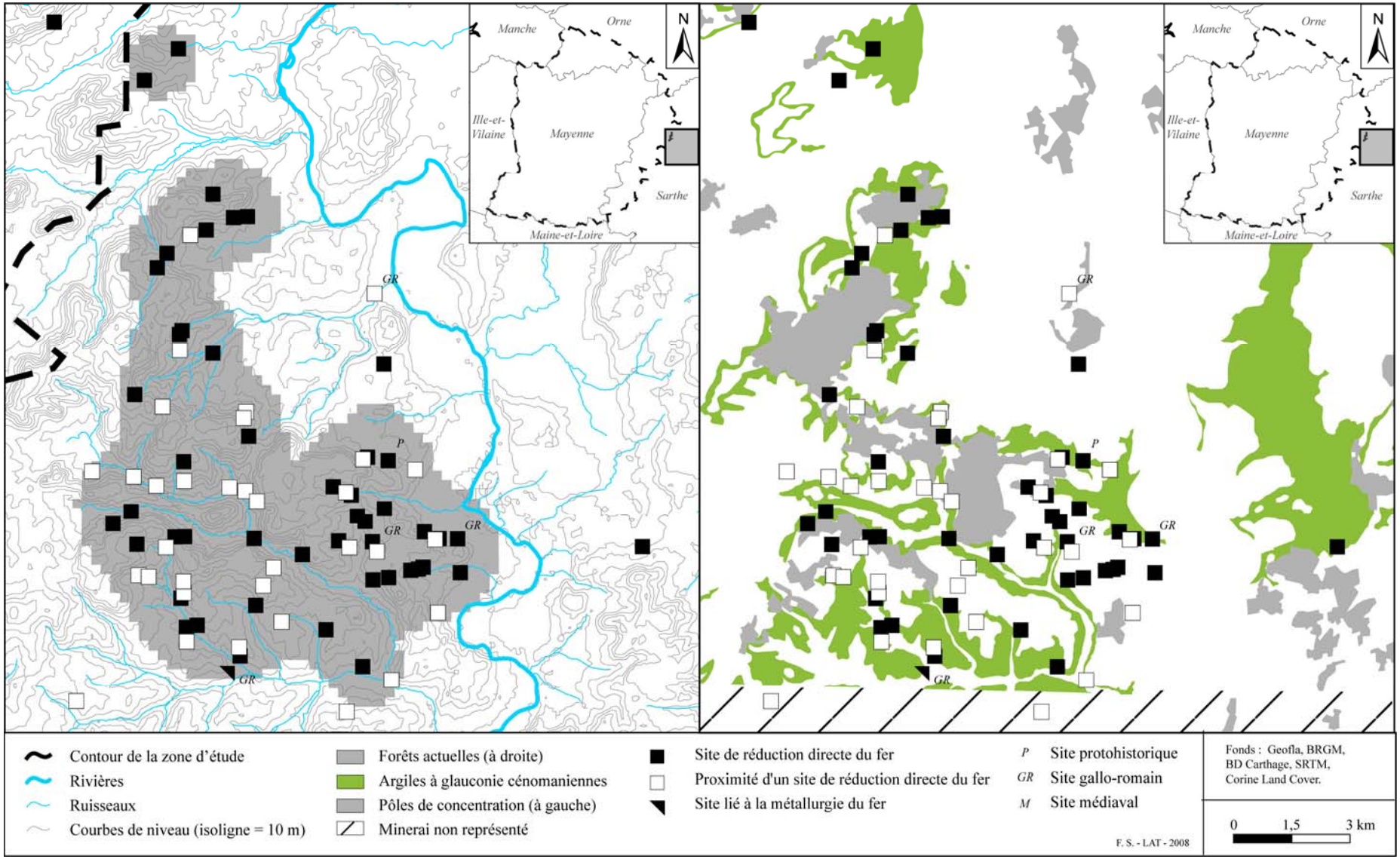


Fig. 150 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Lavardin/La Bazoge (hors zone d'étude).

- La zone production de Pail (4)

La zone située à l'est de la forêt de Pail est la troisième en nombre de sites, avec 55 sites dont 42 ferriers (fig. 151). Elle ne présente toutefois pas d'homogénéité. Elle est composée de trois pôles de concentration partageant en nombre presque égal ces sites. Ces trois concentrations pourraient être considérées comme indépendantes et alors rétrogradées à l'échelon inférieur, aucune d'entre elles ne regroupant plus de 25 sites. Toutefois, je prends le parti de garder pour l'instant le secteur de la forêt de Pail comme une zone de production unique, dont l'apparent éclatement devra être expliqué.

La chronologie de la production et son importance sont ici difficiles à établir. On peut proposer une datation pour six sites de ce secteur : ils sont tous antiques. Toutefois, la présence conjointe dans ce secteur de sites à scories en cordons denses, en plaquettes et en fond de four semble indiquer la mise en œuvre de techniques différentes de traitement du minerai au sein de la filière directe et donc peut-être des périodes d'activités variées qu'il reste encore à borner dans le temps.

- La zone de production de Sillé (2)

C'est probablement le secteur le mieux connu, en raison notamment de la bonne conservation de la plupart des sites en milieu boisé, mais aussi de la relative modestie du nombre de ferriers de ce secteur qui a permis une approche plus exhaustive. Cette zone faisant l'objet du chapitre 9, je n'approfondis donc pas sa présentation ici. Je précise seulement que la zone est constituée d'un pôle de concentration principal, situé dans la partie orientale de la forêt domaniale de Sillé et ses alentours (38 sites liés à la réduction dont 34 ferriers), et de deux sites séparés, situés à égale distance de cette première concentration et du pôle de Lavardin/La Bazoge, mais encore dans la région des Bercons, d'où leur rattachement à la zone de production de Sillé.

8.2.2.2. Les zones de second niveau

- La zone de production de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour (9)

Ce secteur compte au total 45 sites et pourrait donc relever de la catégorie précédente. Toutefois, on ne compte dans cette zone de production que 15 sites de réduction avérés. Cette petite région se trouve à la limite du département de la Mayenne et de l'Ille-et-Vilaine, autour du Bois des Effretais et du Bois des Gravelles. M. Hubert (2005) a publié une partie de ses recherches sur ce secteur dans le courant du présent travail. La principale difficulté vient du fait que la majorité des vestiges rencontrés ici sont des blocs plus ou moins complets de scorie piégée, le plus souvent découverts hors contexte, ce qui empêche de chiffrer le nombre exact de gisements mais également l'importance réelle de la production par cette technique. Comme on l'a déjà vu, l'une de ces scories a été datée par radiocarbone de l'époque romaine (cf. 7.4.1.2). En outre, un site à scories coulées en cordons denses a livré des tuiles à rebord, pouvant indiquer une datation de l'époque romaine ou postérieure ("La Basse Barolais" à Saint-Pierre-la-Cour, 53 247.08). Ces deux datations sont insuffisantes pour affirmer que la majorité des déchets sont antiques. La présence de plusieurs faciès de scories, notamment des scories à cordons vacuolaires, pourraient permettre de présumer l'utilisation d'une autre technique de réduction directe, peut-être à une autre époque (Moyen Âge ?).

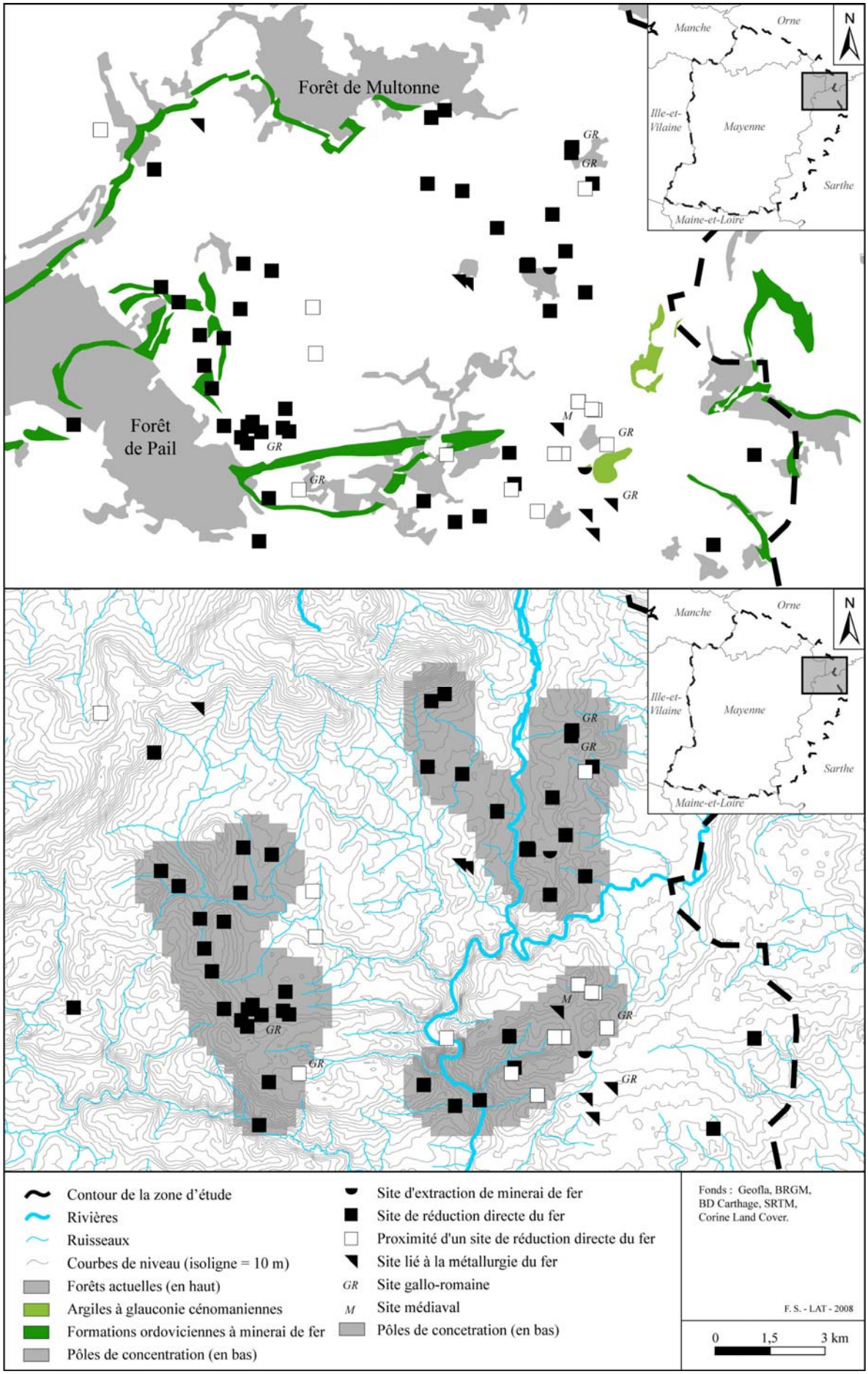


Fig. 151 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique Pail

- La zone de production Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe (11)

Un ensemble discontinu de sites s'étend de Meslay-du-Maine (Mayenne) à la frontière du département de la Sarthe (Bouessay/Sablé-sur-Sarthe). Cet axe est celui de la route départementale menant de Sablé-sur-Sarthe à Laval. On peut supposer par endroits la présence d'une voie plus ancienne autour de laquelle s'organiseraient les sites.

La zone de production de Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe se trouve immédiatement au sud de la région de Charnie présentée ci-dessus (8.2.2.1) mais s'en détache assez nettement. Elle compte au total 33 sites, scindés en deux pôles dont le plus important compte 24 sites (17 ferriers) et le second seulement quatre. La concentration principale est centrée sur Saint-Loup-du-Dorat et Bouessay (Mayenne). L'autre est due à la présence de quatre sites sur la commune du Buret (Mayenne). Enfin, cinq sites se trouvent en dehors des zones définies par l'analyse spatiale informatique.

Comme la zone précédente, la région a livré des scories piégées témoins de l'emploi de bas fourneaux sans écoulement de la scorie. Je ne reviens pas sur les difficultés à identifier et caractériser les sites mettant en œuvre ce type de structures (cf. ci-dessus).

La chronologie de l'activité sidérurgique est la plus étendue de la zone d'étude car on trouve ici à la fois le témoin le plus ancien de la réduction directe du fer dans la région (une scorie piégée datée du VIIIe-Ve s. av. J.-C. : cf. 7.4.1.2) mais également un des deux ferriers attribués au bas Moyen Âge[95]. En outre, le site de "La Maison de Paille" à Meslay-du-Maine, diagnostiqué par l'INRAP, a été daté des XIe-XIIe s. (LETHO-DUCLOS 2005 ; site 53 152.01). Enfin, on compte deux ferriers attribués à l'époque romaine grâce au mobilier découvert en surface. On peut donc dire que l'activité semble s'étaler dans ce secteur du VIIIe s. av. J.-C. au XVe s. ap. J.-C. avec des phases plus importantes d'occupation antique et médiévale : ceci permet de relativiser la concentration observée. Cette zone de production relève probablement d'une activité modeste, sur le temps long. Malheureusement, les données sur les dimensions des ferriers ne sont pas assez nombreuses pour préciser l'importance de la production.

- La zone de production de La Ferrière-aux-Étangs (7)

Cette zone de production s'étend très largement en dehors de la commune éponyme, qui ne compte en fait que trois sites liés à la réduction directe du fer (pôle **a**) (fig. 116, p. 278). La majeure partie des 23 sites, dont 20 ferriers, se trouvent au nord de la limite septentrionale du Bas Maine, autour de la forêt de Halouze et du Bois d'Auffy (pôle **b**) et jusqu'au Bois du Docteur Colombe à Tinchebray (Orne) (pôle **c**).

[95] Site de "La Forge" à Auvers-le-Hamon, Sarthe : 72 016.02 daté des XIV-XVe s. grâce à la découverte d'un abondant lot de céramique à "œil de perdrix".

Les sites de ce secteur sont généralement de dimensions modestes, à l'exception de celui du "Mont de la Roue" à Chanu, dont la surface est estimée à 3 950 m² (cf. liste des zones de production en annexe 3.2, site 61 093.01).

Comme on l'a vu, plusieurs textes attestent une activité sidérurgique médiévale dans cette région. On ne possède malheureusement aucun élément de datation permettant d'identifier avec certitude les témoins de ces ateliers médiévaux. Cette zone livre des scories à cordons denses mais également des scories en cordons vacuolaires et des fonds de four (respectivement cinq et trois sites). Or on a vu les possibles rapprochements de ces faciès avec l'époque médiévale. On ne peut malheureusement pas aller plus loin en l'absence de sondage sur ces sites.

- La zone de production de Laval (10)

L'ensemble de ferriers découverts autour de Laval, essentiellement sur les communes de Saint-Berthevin et Changé (Mayenne), ne constitue pas à proprement parler une concentration (voir fig. 132, p. 302). On ne compte que 13 sites sur les quelques 60 km² de ce secteur, ce qui en fait une des zones globalement les moins denses. Ce morcellement est confirmé par le modèle mathématique qui discerne deux groupes, l'un de sept et l'autre de deux sites, seul le premier constituant un réel pôle, avec une densité de 0,67 ferriers/km².

Cinq ferriers de ce secteur sont datés de l'époque romaine grâce au lot céramique le plus riche de la zone d'étude. En outre, le faciès des scories est très homogène, ce qui plaide dans le sens d'une technique de réduction unique et bien maîtrisée (11 des 13 ferriers sont constitués de scories en plaquettes). Il est pour moi possible d'attribuer l'ensemble de l'activité sidérurgique localisée dans ce secteur à l'époque romaine et probablement au Haut-Empire, si l'on se fie à la datation des lots de sigillées recueillis.

Quelques-uns des ferriers de ce secteur sont assez importants, notamment celui mis au jour par M. Hubert à la porte de Laval (site de "La Gaufrie", 53 130.01), qui mesure plus de 6 000 m². On peut donc dire, même en l'absence de données précises sur la durée d'occupation, que la production a dû être relativement importante.

- La zone de production de Saint-Michel-et-Chanveaux (14)

Ce petit ensemble compte au moins douze ferriers. Il apparaît ici car il est probablement la continuité de la zone de production identifiée dans le sud du département de la Mayenne. La commune de Saint-Michel-et-Chanveux (Maine-et-Loire) se situe très largement en dehors de la zone d'étude et n'a pas fait l'objet de visite ou de prospection. Les sites reportés ici sont connus grâce aux recherches de l'Association des Amis du Château de Noyant-la-Gravoyère (DAUFFY 1996 ; 1997 ; 1998).

8.2.2.3. Les zones de troisième niveau

Pour dix sites ou moins, le modèle mathématique est le plus souvent incapable de mettre en évidence des concentrations. Les chiffres de surface et de densité n'ont donc plus beaucoup de valeur.

- La zone de production de Château-Gontier (12)

Il s'agit ici plus d'une dispersion de sites (sept ferriers et trois dispersions) que d'une vraie zone de production. Le modèle mathématique souligne quand même ce petit ensemble en dessinant trois groupes. Le nombre de sites rapportés à la surface de la zone de production telle qu'elle a été dessinée à l'œil est toutefois très faible (0,05 ferriers/km²).

Le faciès des déchets est ici aussi assez homogène (six des sept sites pour lesquels le faciès a été reconnu sont constitués de scories en plaquettes). Un seul site de la région a été daté, de l'époque romaine ("La Fardelière" à Quelaines-Saint-Gault, 53 186.01). Il est très probable que l'essentiel de l'activité de ce secteur est contemporain, peut-être de l'Antiquité. Il est malheureusement difficile d'évaluer l'importance de la production mais, en l'absence de grands ferriers, on peut juger celle-ci relativement modeste.

- La zone de production d'Aron (8)

Ce secteur compte dix sites, partagés en part égale entre ferriers et dispersions. Ceux-ci se distribuent sur une dizaine de kilomètres carrés et constituent un petit ensemble homogène. Tous les sites pour lesquels le faciès est connu livrent des scories en cordons denses. Il s'agit probablement d'une petite zone de production où l'activité sidérurgique est resserrée dans le temps. Malheureusement, aucun site n'a pu être daté. Les sites repérés sont très mal conservés et témoignent d'une récupération intensive et vraisemblablement ancienne des résidus sidérurgiques pour divers usages. Toutefois, la superficie des ferriers est le plus souvent assez restreinte (inférieure à 800 m²), ce qui indique l'existence de tas de scories assez petits et donc une activité modeste à moyenne. Seul le site de "La Chauvinais" à Marcillé-la-Ville (53 144.01) fait figure d'exception, avec ses 2 ha, mais ce ferrier, situé en bordure de plateau a été étalé par l'érosion et des labours répétés : la surface actuelle n'est donc sûrement pas représentative de l'emprise originelle de l'amas de déchets.

La proximité de la capitale de cité diablinte (6 à 10 km) rend tentant le rattachement de ce petit secteur à l'époque romaine, d'autant plus que certaines des scories mises au jour dans les niveaux de remblais de *Noviodunum* pourraient être issues du minerai traité à Aron (cf. 11.2.3). Toutefois, les arguments archéologiques sont encore trop faibles pour franchir le pas. Cette zone reste encore mal datée.

- La zone de production de Cérans-Foulletourte (15)

Ce petit secteur est situé en dehors de la zone d'étude. Il est reporté ici uniquement grâce aux informations fournies par M. Hubert. Il s'agit de sept ferriers dont six au moins présentent des scories à cordons vacuolaires. Cette homogénéité pourrait traduire une occupation sur une seule période, en tout cas l'utilisation d'une technique ou d'un type de bas fourneau unique. Les informations sur cette région sont encore très lacunaires et ne permettent pas d'évaluer la chronologie où l'importance de la production sidérurgique mais démontre une fois de plus le potentiel exceptionnel du département de la Sarthe.

- La zone de production de Rânes (6)

Comme pour la précédente zone, les vestiges localisés à Rânes se trouvent en dehors de la zone d'étude et ont été découverts et rapportés par M. Hubert. L'intérêt de ce petit secteur, qui ne regroupe à l'heure actuelle que sept sites, dont quatre ferriers, est la coexistence au même endroit de scories piégées et de sites à scories coulées en cordons denses. La présence conjointe de ces deux types est encore difficile à interpréter, en l'absence de données chronologiques (succession, transition, coexistence).

- La zone de production de Lignières (5)

C'est la dernière zone de production identifiable en tant que telle. Elle ne regroupe que six sites, dont quatre ferriers, sans qu'on puisse définir une réelle concentration. Deux des amas de scories sont constitués de scories en cordons denses, les deux autres de plaquettes. Aucun n'a pu être daté.

En fait, cette zone est intéressante en raison de la découverte d'une carte postale représentant la récupération de scories de réduction directe sur la commune de Lignières. J'ai déjà eu l'occasion de présenter ce document, qui s'inscrit dans une collection régionale essentiellement centrée sur Glos-la-Ferrière (Orne) et est en lien avec une campagne de récupération organisée depuis la Hollande par l'industriel Jos de Poorter (cf. 4.3.2.3). Cette carte postale permet de présumer l'existence d'au moins un très gros ferrier sur la commune et donc d'une production importante, dont la datation reste malheureusement inconnue.

8.2.2.4. Les sites liés à la réduction directe du fer situés en dehors des zones de production

Il existe de petits pôles de concentration qui n'ont pas été rattachés à l'une ou l'autre des zones de production présentées ci-dessus. Il s'agit essentiellement de pôles ne comptant que deux ferriers et quelques dispersions de scories apparemment isolés. Deux d'entre eux se trouvent à l'ouest de Saulges (Mayenne) : le premier est constituée d'une série de dispersions enregistrées par le SRA sur la

commune de Chéméré-le-Roi, qui n'ont pas toutes été retrouvées sur le terrain ; le second est dû à un problème de localisation du site de "L'Aubinière" à Arquenay, qui a amené à l'enregistrement séparé au même lieu-dit d'un ferrier dont on ne peut être sûr qu'il ne correspond pas au même site que celui déclaré par A. Guéguen (cf. 4.3.1.3) : on voit donc bien que les deux pôles définis par l'ordinateur n'ont ici que peu de sens.

Il en va de même des deux petits secteurs visibles au sud de la zone de production de Lavardin/La Bazoge, qui ne sont constitués que de deux ou trois sites.

En tout, 71 des 617 sites pris en compte pour la définition des zones de production n'ont pas été intégrés à un quelconque groupe, soit 11,5 %. Quelle interprétation peut-on donner à ces sites isolés ? Il faut bien distinguer ici les dispersions de scories (51 des 71 sites, soit plus des deux tiers) des ferriers. Les premières peuvent être issues de la réutilisation des scories à différentes périodes et parfois à des distances importantes de l'amas qui a servi de carrière. Si l'on ne considère que les 20 ferriers restants, on peut supposer qu'une partie d'entre eux reflète une activité sidérurgique isolée, ce qui ne préjuge pas de son importance. Il pourrait ainsi s'agir d'ateliers installés à proximité d'un gisement modeste. L'interprétation archéologique de ces installations isolées ne peut se faire sans une connaissance précise de leur environnement, ce dont on ne dispose pas encore.

8.2.3. Les zones de production sidérurgique anciennes dans la trame d'occupation du territoire

8.2.3.1. Répartition des sites liés à la réduction directe datés

Très peu de sites liés à la réduction directe sont datés : 55 sur 484 si l'on se limite à la zone d'étude, 62 sur 617 si l'on prend en compte l'ensemble des sites pris pour le dessin des zones de production. Ces sites se concentrent essentiellement dans la zone de Charnie, de Sillé et de Laval (fig. 152). Ailleurs les sites datés sont le plus souvent isolés et permettent seulement de prouver que certaines zones sont actives à telle ou telle période. On remarque d'emblée que dans de nombreux cas ces sites voisinent avec des limites administratives anciennes ou une agglomération, on y reviendra dans la synthèse (cf. 12.4.2.2).

8.2.3.2. Confrontation de la répartition des pôles de production sidérurgique anciens avec la base PATRIARCHE

Aucune prospection systématique n'a été menée pour connaître l'environnement précis des sites de réduction du Bas Maine et j'ai donc recours ici aux données de la base nationale PATRIACHE qui est enregistrée et tenue à jour par les SRA. Les deux services couvrant la zone d'étude (Pays-de-la-Loire et Basse-Normandie) ont accepté de me communiquer une extraction de leur inventaire informatisé correspondant à l'emprise de la présente recherche afin de confronter la répartition des sites déjà connus avec les sites de production sidérurgique retenus pour cette étude. Bien évidemment, le manque de datation fermement établie pour les ferriers de la région interdit une réelle analyse

spatiale. Toutefois, le SIG autorise la visualisation de la distribution des entités archéologiques par rapport aux zones de production définies ci-dessus et à leurs pôles de concentration.

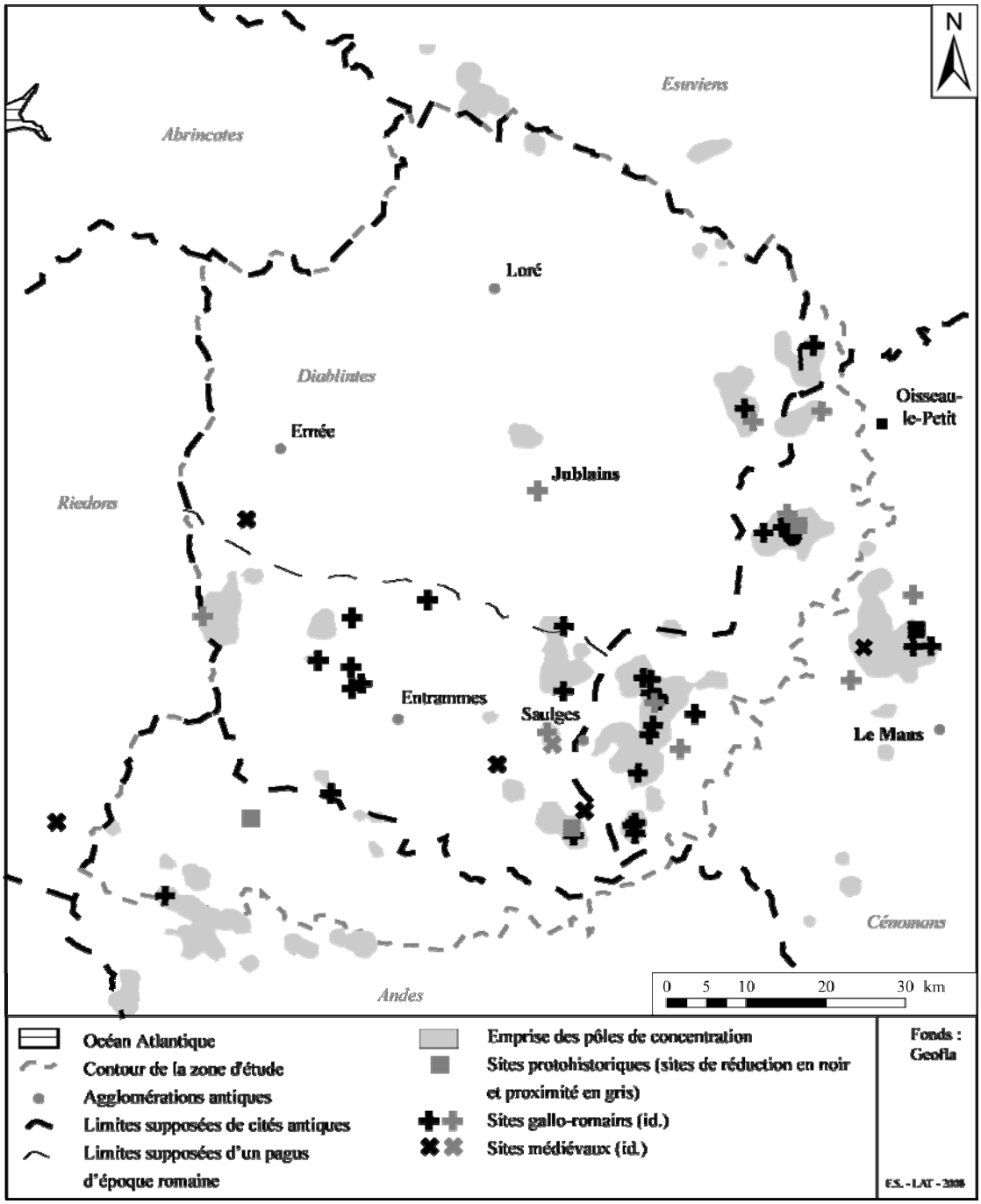


Fig. 152 : répartition des sites liés à la réduction directe du fer datés.

La base informatisée du Ministère de la Culture est relativement complexe à manipuler. Elle concentre en effet les difficultés d'interprétation inhérentes à l'archéologie. Ainsi, de nombreux sites restent non datés et d'autres sont non caractérisés. Pour confronter ces informations avec la répartition des sites de réduction directe du fer, il était nécessaire de réaliser une sélection au sein de cette base : celle-ci a été faite selon un découpage chronologique et thématique. La fourchette chronologique adoptée est celle des sites retenus pour la présente étude, c'est-à-dire du premier Âge du Fer au bas

Moyen Âge. Cette période a été scindée en trois, selon la périodisation conventionnelle : Âge du Fer, Antiquité, Moyen Âge (l'interrogation a été menée sur la date de début d'occupation indiquée dans le tableau du SRA). Quatre thématiques ont été retenues : habitat/occupation, édifices publics ou fortifiés, sites funéraires et activités artisanales. Pour sélectionner les sites correspondant à ces thèmes, une requête a été menée sur le champ "vestiges" de la base ; voici les termes du thésaurus qui ont été retenus pour chacun des thèmes :

- habitat : bâtiment, construction, demeure, enclos, ferme, fondation, habitat, maison, mur, occupation, *villa* ;

- édifices publics ou fortifiés : *fanum*, *oppidum*, sanctuaire païen, temples, thermes, théâtre, édifice fortifié ;

- funéraire : cimetière, enclos funéraire, funéraire, incinération, inhumation, nécropole, sarcophage, sépulture ;

- activités artisanales : atelier de potier, atelier de terre cuite, atelier de travail du bois, atelier de travail du cuir, atelier de verrier, atelier métallurgique (bronze), carrière de meule, production de chaux.

Il faut signaler qu'un même site peut être enregistré à plusieurs titres dans la base de données PATRIARCHE, en fonction des phases d'occupation mais aussi de la nature des vestiges. Ainsi, une fouille ayant mis au jour une sépulture, un atelier de potier et un enclos de la même période fera l'objet de trois enregistrements distincts. Certains sites peuvent donc être intégrés dans plusieurs thèmes.

La distribution de ces sites a été confrontée à celle des pôles de concentration tels qu'ils ont été définis plus haut (cf. 8.2.1.3). On connaît ou on propose pour certains une fourchette chronologique pour leur formation ou au moins des périodes d'activité. Je renvoie pour cela à la présentation des zones de production (cf. 8.2). Je fais apparaître en gris plus soutenu dans la cartographie les pôles dont l'activité est attestée à la période présentée.

La première étape est de savoir si les données des SRA couvrent les zones de concentration de sites de réduction directe du fer. C'est la première carte (fig. 153, en haut à gauche). Les sites sidérurgiques ne sont bien sûr ici pas représentés. On perçoit immédiatement la très forte inégalité de répartition : la concentration visible au sud-ouest du département de la Mayenne est due à la découverte de très nombreux enclos par prospection aérienne. La grande majorité de ces sites n'est pas datée. C'est d'ailleurs le cas de nombreux autres enregistrements. Ainsi, les requêtes chronologiques et thématiques restreignent fortement l'échantillon et entravent une vraie étude de distribution spatiale. Certaines des zones de concentration ne sont que peu ou pas couvertes par le semis de points : c'est notamment le cas de la partie nord-est de la zone de Charnie, mais aussi de celle de Sillé. Ce phénomène s'explique simplement par la présence dans ces deux régions de très vastes forêts qui n'ont jamais fait l'objet d'investigations archéologiques. Ces inégalités pénalisent encore une fois l'étude de répartition.

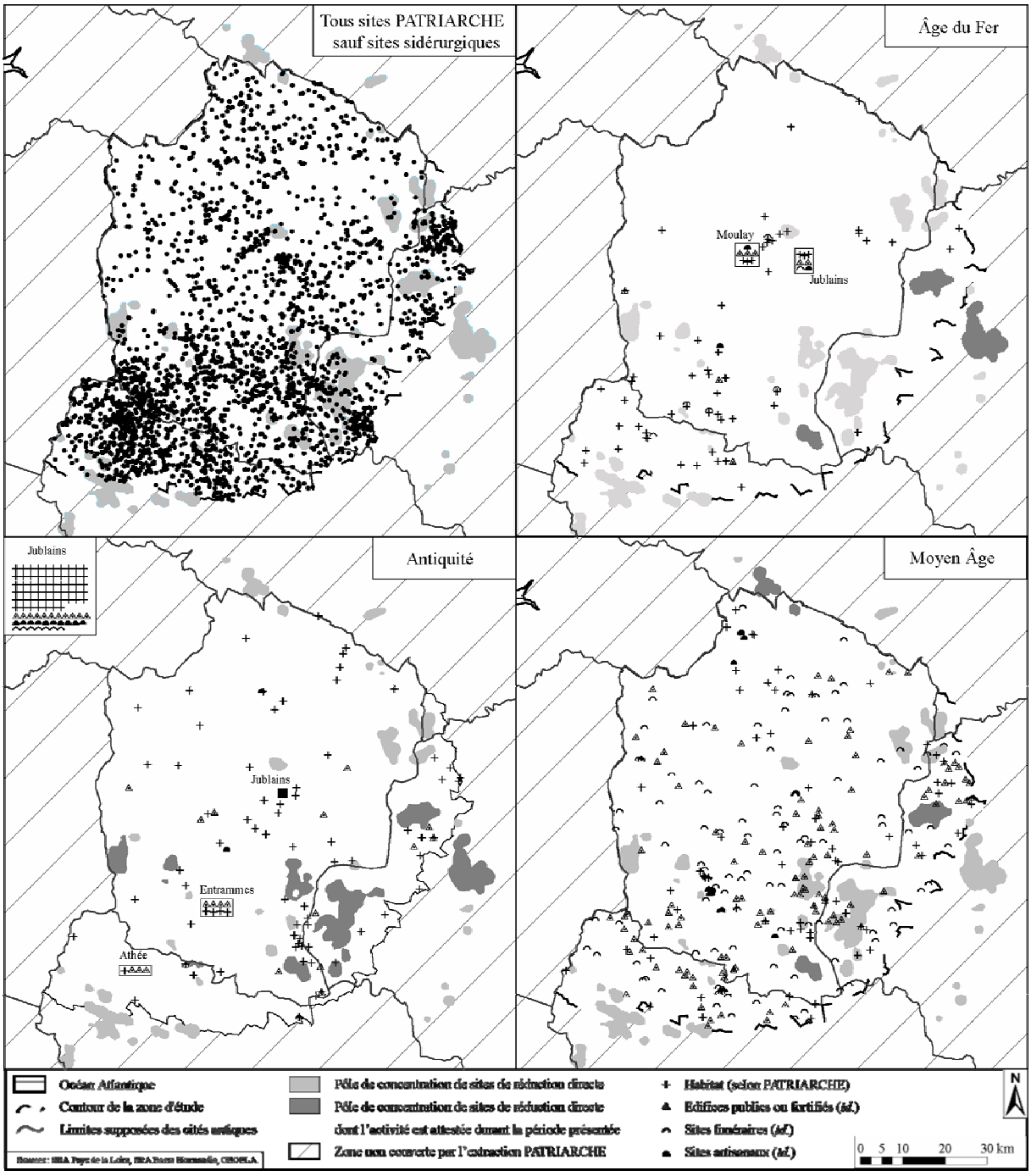


Fig. 153 : ensemble de cartes montrant la répartition des sites enregistrés par le SRA par rapport aux pôles de concentration de sites de réduction directe du fer.

Malgré ces difficultés, la projection des sites extraits de PATRIARCHE, hormis les sites liés à la métallurgie du fer, sur les pôles de concentration de sites de réduction directe du fer a été faite en fonction des trois grandes périodes (fig. 153). Le constat est grossièrement le même pour les deux premières cartes (Âge du Fer et Antiquité) ; aucun des sites enregistrés dans la base des SRA ne se trouve dans un pôle de concentration à l'exception d'un : il s'agit d'un petit enclos de l'Âge du Fer, d'une dizaine de mètres de côté (n° SRA 53 008 0011) mis au jour sur la commune d'Aron, au lieu-dit "La Cour des Oyères", à moins de 500 m d'un ferrier découvert par M. Hubert (53 008.04). Malheureusement, on ne peut lier les deux sites en se fondant sur leur seule proximité. On connaît en

outre l'occupation de ce secteur au deuxième Âge du Fer grâce aux diagnostics archéologiques préalables au contournement routier de la ville de Mayenne : c'est sur la seconde carte (fig. 153, en haut à droite) l'alignement de sites visible entre Moulay (VALAIS 2007) et la zone d'Aron.

Pour l'époque romaine, on constate dans deux cas que des habitats bordent des zones de production, notamment à Laval ou pour la zone de production de Sillé, ou encore pour le pôle **a** de la zone de Charnie. Toutefois, aucune occupation connue, quelle que soit sa taille ou son importance n'est attestée au sein des pôles de concentration à l'époque où la production semble la plus importante. La situation est légèrement différente pour la période médiévale : on voit alors se superposer sites et zones de production sidérurgiques. L'interprétation de cette dernière carte est cependant assez délicate, car nombre de ces sites sont des cimetières paroissiaux dont l'origine remonte au Moyen Âge, ce qui est le cas dans la majeure partie des communes de la région. Il en va de même de la classe des édifices fortifiés qui rassemble, pour l'époque médiévale, châteaux et maisons fortes.

On le voit, l'interprétation de la place des sites sidérurgiques dans la trame d'occupation du sol souffre de très nombreuses limites. Dans l'état actuel des données, il est impossible de dire si les sites de réduction directe du fer du Bas Maine se trouvent au sein de zones dédiées à cette activité, à une période ou une autre.

8.2.3.3. Les zones de production et les frontières

La confrontation de la distribution des ferriers datés de l'époque romaine avec les frontières antiques supposées appelle un commentaire (cf. fig. 152, p. 334). En effet, on constate que plusieurs de ces sites se trouvent à proximité d'une limite de cité présumée. C'est notamment le cas dans la plus importante zone de production de la région, celle de Charnie. Les deux pôles de concentration principaux de ce secteur – et les sites antiques qu'ils regroupent – sont séparés par l'Erve, dont la vallée est ici très encaissée et constitue selon l'hypothèse de J. Naveau la frontière entre les cités diablinte et cénomane (NAVEAU 1995). Il n'est pas facile de savoir si cette séparation est due à la présence d'un obstacle physique – la vallée –, à la présence d'une limite administrative ou à une toute autre raison, technique (approvisionnement en minerai et combustible) ou socio-économique (propriété). Pourtant la seconde théorie pourrait trouver un appui dans la situation d'autres ferriers de la région notamment en forêt de Sillé, dans la zone de Pail, de La Gravelle, et de Château-Gontier. En effet, dans chacune de ces zones se trouve au moins un site daté de l'époque romaine le long de la frontière supposée de la cité des Diablintes, côté intérieur ou extérieur. Il est donc bon de s'intéresser de plus prêt aux limites supposées de ce territoire.

Les contours retenus pour cette étude sont ceux proposés par J. Naveau : ils ont déjà été présentés (cf. 3.1.3). Ils sont assez fermement étayés sur trois côtés : au nord, au sud et à l'ouest. La disparition de la cité diablinte dans le courant du IVe ou au début du Ve s. et son rattachement au territoire cénoman n'ont pas permis de pérenniser la frontière est dans les diocèses médiévaux. Ceci interdit donc l'usage de la méthode régressive. L'hypothèse de J. Naveau est fondée pour ce tronçon oriental sur une série d'indices toponymiques peu convaincants et l'utilisation de cours d'eau comme

frontière, ce qui est loin d'être une règle. Cette proposition n'est pas complètement satisfaisante mais ne peut pas être vraiment corrigée sans élément supplémentaire. Malheureusement, les plus grandes zones de production sidérurgique se trouvent dans cette région. Il n'est toutefois pas anodin que les ferriers antiques de ces secteurs se situent sinon sur la frontière, du moins dans une zone de frontière. Le cas des ferriers de la zone de Charnie est le plus explicite puisqu'ils se partageraient entre les cités des Diablintes et des Cénomans. Dans la même logique, dans le secteur de Pail, les sites rattachables à l'époque romaine se trouveraient dans trois cités différentes, celles des Diablintes, des Cénomans et des Ésuviens. Ceci pourrait expliquer la tripartition observée grâce à l'analyse spatiale informatique (cf. 8.2.2.1). En revanche, la zone de Sillé serait limitée par la frontière : aucun des ferriers romains repérés dans ce secteur ne se trouvent à l'ouest de la limite tracée par J. Naveau.

Le doute reste donc possible pour la partie orientale de la cité. D'autres exemples semblent pourtant indiquer que la situation de certains sites ou zones de production le long des frontières n'est pas un hasard. Dans le secteur de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour, la scorie piégée du "Bel Orient" a été découverte le long de la voie romaine sensée être ici la frontière avec les Riédons, qui est également celle de la Bretagne et de l'actuel département de l'Ille-et-Vilaine. Il en va de même au sud, dans la petite zone de Château-Gontier, où un ferrier romain se trouve presque exactement sur la frontière méridionale des Diablintes proposée par J. Naveau qui paraît ici mieux assurée. Enfin, pour d'autres secteurs malheureusement non datés on ne peut que noter la coïncidence : il s'agit notamment du petit secteur de Lignières qui se trouve sur la frontière nord, celle du doyenné médiéval de Passais, et peut-être celle de la cité antique des Diablintes.

*
* *

L'étude de la situation des zones de production sidérurgiques par rapport aux limites administratives anciennes butte donc sur trois grandes difficultés :

- en premier lieu la chronologie : on ne dispose que très rarement de datations précises pour les sites de production comme pour les limites administratives ;

- ensuite, ces mêmes limites ne sont pas toujours certaines ;

- enfin – et c'est sûrement le problème central – les critères techniques de l'activité de production sidérurgique (présence conjointe de bois et de combustible) conditionnent fortement l'installation des zones de production et cachent ainsi les facteurs socio-économiques qui ont amené à la concentration des sites sur un point du territoire.

Malgré cela, il paraît intéressant de considérer cet aspect de l'implantation des sites de réduction directe. La confrontation avec d'autres régions serait sûrement profitable, mais les études précises sur ce sujet font encore défaut pour permettre de pousser plus loin cette réflexion et encore plus pour tirer de quelconques conclusions de l'exemple du Bas Maine.

8.2.3.4. Zones de production et agglomération

La carte de répartition des zones de production met en évidence la situation particulière de l'agglomération secondaire présumée du "Plateau de la Cité" à Saulges (fig. 139, p. 313) : elle se situe au centre de la zone de production de Charnie, au sein d'une zone vierge de sites sidérurgiques d'environ 20 km² de surface, mais entourée de toute part de ferriers, dont une partie au moins est d'époque romaine.

Le site du "Plateau de la Cité" se présente sous la forme d'un plateau karstique limité au nord et à l'est par le cours de l'Erve, dont le possible statut de frontière a déjà été évoqué. Aucun terrassement ne semble clore cette aire plane. Le site est très mal connu car les fouilles qui y ont été menées sont très anciennes et n'ont pas produit de plan ou de publications importantes (voir bibliographie complète dans NAVEAU 1992a : 141-142). Les premières fouilles ont eu lieu dès 1735 et se sont égrenées de façon irrégulière jusqu'en 1964. Le seul plan dont nous disposons est dû à J.-B. d'Anville et date de 1757 (D'ANVILLE 1761 : 109, reproduit dans NAVEAU 1992a : 142, fig. 310). Les descriptions postérieures sont de qualités très variables. D'après J. Le Fizelier (1878), une rue bordée de constructions romaines traverse tout le plateau. Le monnayage mis au jour laisse présager une occupation de La Tène finale (potin type BN 5674 : AUBIN 1981 : 127) à la fin du IIIe s. (NAVEAU 1992a : 141). Il pourrait s'agir d'une agglomération de bord de voie, située à proximité d'un gué sur l'Erve. Toutefois, les incertitudes dues à l'absence de recherches récentes sur ce site ne permettent pas de conclure.

Il faut rappeler que le site du "Plateau de la Cité" a été vu comme la capitale des Arviens, mentionnée par Ptolémée (PTOLÉMÉE, *Géographie*, II, 8). Cette hypothèse est due à J.-B. d'Anville (1761). La situation des Arviens et de leur capitale n'est pas encore tranchée mais il paraît très peu probable qu'ils se trouvent entre Diablintes et Cénomans.

L'existence d'une agglomération à Saulges n'est donc pas encore prouvée, mais quels que soient son importance et son statut, on peut envisager que l'établissement du "Plateau de la Cité" a pu avoir un lien avec les sites de production sidérurgique environnants. Le texte de J. Le Fizelier indique la présence d'une forge sur le site (LE FIZELIER 1878). Des scories sont, selon J. Naveau, abondantes au sol (NAVEAU 1992a : 141). Une unique visite sur ce lieu, dans des conditions très mauvaises (plein été), n'a pas permis de ramasser de scorie et l'on ne peut donc pas savoir s'il s'agit de vestiges de réduction ou de post-réduction (site 53 257.01). Toutefois, la seconde possibilité reste la plus probable. L'existence d'un ou plusieurs ateliers de post-réduction sur place est donc possible. Ce type d'installation est cependant banal et ne peut être un argument pour relier cette hypothétique agglomération aux ferriers qui l'entourent.

La seule agglomération secondaire dont l'existence est attestée au sein de la zone d'étude est celle d'Entrammes (Mayenne) (NAVEAU 1991a et b ; 1992b ; VALAIS 2004b et c). La zone de production le plus proche est celle de Laval, dont le premier site daté de l'époque romaine se trouve à 6 km². Toutefois, on ne peut établir de lien entre les deux. En revanche, les recherches sur la voie de Corseul au Mans ont prouvé que celle-ci traversait la Mayenne très probablement par un gué à

proximité duquel aurait été installé le château de Laval au XIe s. (ÉRAUD *et al*. 1986). Cette situation aurait attiré des habitats durant l'époque romaine (sites de Grenoux : NAVEAU 1992a : 128-129) sans qu'on puisse en définir l'importance ou la répartition exacte (plusieurs installations rurales ou petite agglomération ?) (ÉRAUD *et al*. 1986 : 46). On a vu plus haut que quatre ferriers s'alignent le long de cette voie à l'ouest de ce passage (cf. 8.1.3.3). Il est possible que les ferriers du secteur de Laval, dont on suppose que la majorité est romaine, soient liés à ce franchissement de la Mayenne et aux installations qui pouvaient y être attachées, situées à 2 km.

Les autres agglomérations secondaires supposées, Ernée et Loré, sont situées sur des terrains dépourvus de toutes ressources en minerai de fer et ne voisinent logiquement avec aucun ferrier. Il n'en va pas de même des capitales de cité situées dans l'emprise des cartes proposées. En effet, dans les deux cas, Jublains et Le Mans, une zone de production se trouve à moins de 10 km du chef-lieu de cité. J'ai déjà mis en parallèle la position de la zone de production d'Aron avec la ville de *Noviodunum*/Jublains des Diablintes. Ce secteur est très modeste mais aurait pu approvisionner la ville (cf. 8.2.2.3). Dans la partie cénomane, le cas pourrait être plus clair, puisque Le Mans se trouve à moins de 10 km de la partie méridionale du secteur de Lavardin/La Bazoge et l'on sait, grâce aux fouilles menées sur le tracé de l'autoroute A28, que l'activité sidérurgique a été, en partie, contemporaine de la ville romaine (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 ; BOUVET 2001b).

L'exemple manceau n'apporte pas de réponse franche à la question des relations qu'entretenaient les agglomérations, principales ou secondaires, avec les sites et les zones de production sidérurgique, mais il permet de définir des pistes. La distance critique observée entre les villes et les pôles de concentration les plus proches est un élément intéressant, qu'il serait bon de vérifier pour d'autres régions où la cartographie des sites reste à faire.

8.2.3.5. Le statut juridique des zones de production

La documentation historique à notre disposition à propos de la gestion de la production sidérurgique est rare et concerne essentiellement l'Antiquité, le Moyen Âge central et le bas Moyen Âge. Celle-ci permet seulement de mettre en évidence pour l'époque romaine un triple système d'imposition qui n'informe que très peu sur le statut réel des exploitations et de ceux qui y officiaient (cf. 2.4.2). Dans tous les cas, l'archéologie est impuissante à établir de manière franche le statut juridique à partir des données matérielles.

Pourtant, certains auteurs ont voulu tirer de la position des sites sidérurgiques, de leur concentration et de leur environnement archéologique des conclusions sur le statut juridique de l'exploitation. H. Cleere, le premier, a proposé, pour la zone de production du Weald, l'une des plus importantes connues en Europe du nord, la possibilité d'un domaine impérial dévolu à la production sidérurgique (CLERRE 1974 ; CLEERE, CROSSLEY 1995 : 60-69). Cette interprétation se fonde à la fois sur la découverte dans les ferriers de la région de tuiles portant la contremarque de la *Classis Britannica*, c'est-à-dire la marine romaine, mais également sur l'absence d'autres types d'occupation contemporaine, malgré des potentialités naturelles comparables aux régions voisines. M. Mangin, dans

son étude sur le Morvan Auxois, a repris ce dernier argument pour étayer l'hypothèse de l'existence d'un domaine public, resté *non aedificandi*, et entièrement dédié à la production métallurgique (MANGIN *et al.* 1992 : 232). Toutefois, cette zone de production, beaucoup plus modeste que le Weald anglais, n'aurait pas été rattachée directement au pouvoir impérial mais, toujours selon M. Mangin, à la cité éduenne (*ibid.* : 233-234), selon un système qu'on soupçonne à partir de deux inscriptions vellaves (SABLAYROLLES 1989 ; *CIL*, XIII, 1576 et 1577 ; RÉMY 1995 : 74-81). Dans la région d'Allogny, l'absence apparente d'installations rurales contemporaines de l'activité sidérurgique (majoritairement romaine) a également poussé N. Dieudonné-Glad à proposer l'existence d'un domaine public (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 : 72). Toutefois, cette dernière repousse la possibilité d'un domaine impérial et propose l'existence possible d'une zone publique dépendant du Conseil des Gaules (*ibid.*), dont on connaît un unique *adlector ferrarium* grâce à l'inscription du marbre de Thorigny (PFLAUM 1948 ; 1960 : 706-709 ; 1978 : 135-143).

On l'a vu, nos connaissances sur l'environnement des sites de réduction directe du fer du Bas Maine restent encore trop floues pour permettre d'assurer que ceux-ci se trouvent dans des zones dédiées uniquement à l'activité métallurgique, bien qu'on puisse fortement le soupçonner pour certaines. Toutefois, un fait doit être rappelé : très peu de sites sont isolés, avec seulement 20 ferriers sur les 427 mis en œuvre pour le dessin des pôles de concentration, soit 4 %. Dans tous les autres cas, lorsqu'on connaît un ferrier, il en existe au moins un autre dans un rayon de 2 km. Malheureusement, les datations manquent pour interpréter ces regroupements : sont-ils le fruit du déplacement de l'activité sur le temps long, selon des modalités variées (propriété, approvisionnement en minerai ou en combustible, réoccupation), ou d'une organisation spécifique de l'exploitation du territoire à une période donnée ?

Il paraît donc prématuré d'avancer l'hypothèse de l'existence de domaines publics dévolus à la production sidérurgique dans le Bas Maine hormis, peut-être, le cas unique de la zone de Sillé (cf. chapitre 9). Au contraire, il semble que la majorité des zones de production mises en évidence ne présente pas les critères de domaines contrôlés par un pouvoir public quel qu'il soit. En effet, ces concentrations sont généralement modestes, probablement actives sur une longue période, et elles ne rassemblent pas assez de sites pour qu'on y voit la marque d'une entreprise de grande ampleur. Deux cas, outre celui de Sillé, font exception à cette règle : celui du pôle **b** de la zone de Charnie qui, avec 85 sites dont 60 ferriers, couvrent une surface continue de plus de 100 km² où la densité de ferriers est supérieure 0,5 ferrier/km² (soit une distance moyenne proche de 700 m entre deux amas). Cette aire livre des sites dont le faciès de déchets est homogène (cordons et plaquettes) et la datation toujours la même : sur les treize sites datés, tous sont gallo-romains. Le second cas, celui de Lavardin/La Bazoge, est plus problématique car on ne connaît pas encore suffisamment bien ce secteur, qui paraît avoir été exploité sur une très longue période. On pourrait envisager, au moins pour le premier de ces deux cas, l'existence d'une initiative publique à l'origine de la concentration, en raison de la surface occupée. Il paraît néanmoins impossible, à partir des sources archéologiques, de dire de quelle institution publique ces secteurs pouvaient relever (Empire, Conseil des Gaules, cité ?).

*
* *

Les remarques tirées de l'étude de l'intégration des sites dans la trame d'occupation du sol sont au nombre de quatre :

- on ne peut pas mettre en évidence, dans l'état des connaissances, d'occupations contemporaines de l'activité sidérurgique dans les pôles de concentration de sites de réduction ;

- on décèle une tendance des zones de production à s'installer à proximité des limites administratives, notamment dans la zone de frontière entre les cités diablinte et cénomane. Deux explications peuvent être avancées pour expliquer ce fait : la disponibilité de minerai du Bassin Parisien, plus riche et/ou plus facile à extraire et traiter ; un combustible plus abondant et plus disponible en s'éloignant des centres de populations (agglomérations) ;

- à l'inverse de la tendance précédente, on peut noter l'existence de zones de production parfois situées à faible distance des agglomérations secondaire ou capitale ; ce phénomène semble pouvoir trouver des parallèles en dehors du Maine ;

- enfin, il apparaît qu'on ne puisse pas déterminer avec précision le statut juridique des zones de production, même si la très forte concentration des sites de production invite à penser qu'ils pouvaient faire partie de domaines fonciers dont l'appartenance reste encore à définir (privée, publique ?).

8.2.4. Caractérisation chimique des zones de production

8.2.4.1. Méthodes

La caractérisation des zones de production repose sur la mise en évidence de critères de composition chimique permettant de discriminer un site d'un autre, ou dans ce cas une zone d'une autre. Il s'agit d'une démarche complexe reposant sur des acquis récents. Plusieurs recherches ont été menées sur ce sujet et ont servi de base de réflexion.

L'établissement d'une parenté entre minerai et scorie a été réalisé dans plusieurs cas grâce à la présence d'éléments majeurs spécifiques dans le minerai et la scorie. C'est notamment le cas en Lorraine. L'étude de M. Leroy sur cette région a montré l'opposition entre deux grands types de minerai, le "fer fort" et la "minette", cette dernière étant caractérisée par une teneur en fer moindre, mais des taux élevés en calcium et en phosphore. L'analyse des scories découvertes sur les sites de réduction a permis d'attester l'utilisation de ce dernier type de minerai grâce, en partie, à ces deux éléments (LEROY, CASAROTTO, MERLUZZO 1994 ; LEROY, PLOQUIN 1994 ; LEROY, CASAROTTO 1995 ; LEROY 1997). De même l'utilisation de ratios d'éléments majeurs a permis à V. F. Buchwald et H. Wivel de distinguer les productions de différents secteurs de la Scandinavie (BUCHWALD, WIVEL 1998). Dans le nord de l'Europe, l'utilisation de minerai issu de la précipitation des oxydes de fer dans les eaux stagnantes des marais, appelé *bog iron ore*, a été mise en évidence par le taux élevé de

phosphore présent dans les différents produits (scories, inclusions) (BUCHWALD 1997 ; SERNEELS, CREW 1997).

Récemment, les recherches ont été concentrées sur les éléments en trace présents dans les différents produits de la chaîne opératoire du minerai à l'objet. Ce sont en particulier les travaux de M.-P. Coustures sur deux sites de référence, celui des Martys (Aude) et celui des "Ferrys" (La Bussière, Loiret), qui ont permis de poser les premiers jalons de l'établissement d'une véritable signature des sites sidérurgiques anciens (COUSTURES *et al*. 2003 ; COUSTURES, BÉZIAT, TOLLON 2004 ; COUSTURES *et al*. 2006 ; COUSTURES *et al*. 2007). Ces recherches ont démontré certains couples d'éléments en trace ayant le même nombre d'électrons de valence et des rayons ioniques proches ont un comportement similaire au cours de la réduction et conservent donc des proportions identiques entre le minerai de départ et les produits scoriacés des étapes ultérieures de la chaîne opératoire (COUSTURES *et al*. 2007 : 146 ; COUSTURES *et al*. 2003 : 607-608). Les couples les plus couramment utilisés par M.-P. Coustures sont : Cs/Rb, La/Ce, Ba/Sr et Th/Zr. Toutefois, les travaux menés récemment sur le site du "Latté" à Oulches (Indre), dans le cadre de l'ACI "*Histoire et Archéologie des métaux, de la mine à l'objet, technologies et économie dans les sociétés pré-industrielles, de l'Europe à l'Afrique sub-saharienne*", ou sur les minerais des Pyrénées, des Alpes (S. Leroy) ou du Pays de Bray (A.-M. Desaulty) ont démontré que certains autres couples peuvent être utilisés pour discriminer les minerais et donc leurs produits (communications orales de S. Leroy et A.-M. De Saulty, réunion H3 Melle 2006, Bibracte 2007). Inversement, il semble que plusieurs éléments appartenant au groupe des Terres Rares soient présents en proportions constantes dans toutes les roches analysées.

On peut donc distinguer trois pistes pour caractériser un minerai ou ses produits :

- la présence d'un élément spécifique en proportion exceptionnelle ;

- l'existence de corrélation entre des éléments chimiques majeurs (pouvant indiquer l'origine géologique du minerai) ;

- l'existence de corrélations entre des éléments en trace lithophiles de caractéristiques physico-chimiques proches ;

Ces trois possibilités ne s'excluent d'ailleurs pas l'une l'autre : la présence d'un élément spécifique n'empêche pas la mise en évidence de corrélations entre des couples d'éléments majeurs ou en trace.

On peut même proposer une quatrième approche qui consisterait à établir l'existence de corrélation entre plusieurs couples d'éléments majeurs ou en traces, définissant les scories produites par un atelier ou une zone de production. Par exemple, si l'on constate, pour un groupe de scories provenant d'un même atelier, la présence de corrélations entre plusieurs paires d'éléments majeurs, la répétition de la même combinaison dans une autre série de scories permettrait d'établir un lien entre les deux ensembles d'échantillons. Il s'agirait donc d'établir une liste exhaustive de toutes les

corrélations existantes pour chaque groupe afin de définir une sorte de "carte d'identité" chimique des sites de production.

8.2.4.2. Application de ces méthodes au Bas Maine

Le corpus sur lequel se fonde cette étude est limité aux scories de réduction collectées sur les ferriers (68). On a déjà vu que le faible nombre d'analyses de minerais de fer de la zone d'étude ne permet pas de définir des groupes clairs, si ce n'est l'opposition entre les minerais provenant du site de "Roche Brune" et les autres (cf. 6.4.3). Malheureusement, les critères discriminants retenus (un faible taux de sodium et de phosphore et plus élevé de potassium) ne sont d'aucun secours dans cette démarche, car les trois éléments pris en compte ont un comportement variable au cours de la réduction. En effet, le sodium est éliminé ; le phosphore se partage entre le métal et la scorie ; le potassium peut être en partie réduit et sa teneur peut être polluée par l'apport des cendres. On ne peut donc pas suivre les minerais de "Roche Brune" en se fondant sur des teneurs exceptionnelles en certains éléments majeurs. Nous ne connaissons pas, pour les autres ferriers pris en compte dans ce paragraphe, le minerai mis en œuvre. Les relations minerai-scorie ne pourront donc pas être traitées. On se limitera à tenter de définir des groupes de scories dont les caractéristiques chimiques seraient susceptibles de servir dans l'établissement, dans un premier temps, de l'origine des scories de réduction découvertes à Jublains.

La reconnaissance de groupe au sein des scories de réduction est sans doute l'étape essentielle dans la démarche de filiation. En effet, la scorie de réduction n'est pas seulement l'héritière du minerai, elle est le fruit d'un système minerai-paroi-combustible. Si l'on suppose que chaque atelier, situé dans une région où l'approvisionnement en matières premières est homogène, produit des scories de composition proche, deux régions utilisant des ressources différentes devraient produire des scories différentes. Ce postulat est évidemment très simplificateur : les minerais et les argiles, même s'ils proviennent de formations géologiques équivalentes, n'ont pas une composition constante. Les traitements minéralurgiques peuvent, d'ailleurs, modifier profondément cette composition. En outre, en fonction de l'essence, du sol sur lequel il a poussé, de la saison d'abattage et même de la partie utilisée (tronc, branche), un arbre ne fournit pas des cendres chimiquement identiques. Enfin, on ne peut exclure l'emploi, dans un même atelier, de minerais différents, successivement ou en mélange, ou l'ajout, volontaire ou non, d'autres produits à ce système (fondants calciques *etc*.). Toutefois, l'expérience montre que des minerais très spécifiques ont pu être suivis à travers leurs produits grâce à des éléments caractéristiques ou à des corrélations propres. Le problème est de détecter ces particularités. Pour ce faire plusieurs méthodes ont été suivies.

- La mise en évidence d'éléments en proportion exceptionnelle

Dans un premier temps, l'ensemble des analyses à disposition a été réuni dans un tableau unique, réalisé sur le logiciel Excel®. Les résultats afférents aux scories ont été isolés. Les moyennes pour chacun des quatorze sites ont été calculées, ainsi que les écarts-types correspondants. Puis des projections ont été réalisées pour mettre en évidence d'éventuels comportements anormaux. Ces

graphiques permettent de visualiser les courbes des teneurs moyennes. Si les courbes se superposent sans se croiser, c'est que les compositions sont proches, même si les proportions varient. En revanche, si les courbes se coupent, cela peut indiquer une différence nette de composition chimique. En outre, les concentrations hors normes de certains éléments ressortent dans ces graphiques.

Les observations ont été effectuées en deux temps, tout d'abord pour les éléments majeurs, exprimés en %, puis pour les éléments en traces, dosés en ppm. Pour cette dernière catégorie tous les éléments n'ont pas été pris en compte. Ceux dont le comportement instable est connu (As, Co, Cr, Cu, Ni, Pb, V et Zn) et ceux dont les teneurs sont proches de la limite de dosage (généralement présents à moins de 2 ppm : Bi, Ge, In, Mo, Sb, Se, Sn, Ta et Tm) ne figurent pas dans ces graphiques.

Le graphique obtenu pour les éléments majeurs souligne une fois de plus la relative homogénéité des scories (fig. 154). Aucune ne manifeste de valeur réellement anormale. On constate seulement que les scories du site du "Minerai" à Aron ainsi que celles des "Anellières" à Gesvres ont un taux moins élevé en silice, mais celui-ci est corrélé à la teneur encore importante en oxyde de fer des scories de ces deux sites. Comme on l'a déjà vu, les scories de ces deux sites ont un indice moyen de saturation en fer relativement élevé (respectivement 1,93 et 1,79) (cf. 7.2.3).

L'agrandissement sur les éléments majeurs présents à moins de 5 % fait encore ressortir le comportement anormal des sites d'Aron (fig. 155). En effet, pour les ferriers situés sur cette commune, la proportion moyenne de manganèse (MnO) est particulièrement élevée et, corrélativement, celle d'alumine (Al_2O_3) est significativement basse. Deux autres sites montrent un pourcentage moyen de manganèse supérieur à 2 %, à Laval et Saint-Pierre-la-Cour. Toutefois, les écarts-types assez forts, respectivement 0,98 et 1, montrent que les teneurs pour cet élément dans ces scories ne sont pas homogènes, alors que, sur les sites d'Aron, toutes les valeurs sont strictement supérieures à 2,2 % de MnO. Ceci semble constituer un critère discriminant pour les scories provenant de ce secteur. Ce n'est d'ailleurs guère surprenant car le manganèse présent dans les argiles a été exploité à Grazay (à quelques kilomètres d'Aron) dans la première moitié du XIXe s. et de nouvelles demandes de concession ont été faites, pour ces gisements et d'autres, à côté de Laval, au début du XXe s. (BLAVIER 1837 ; ADM S761, S766, S768).

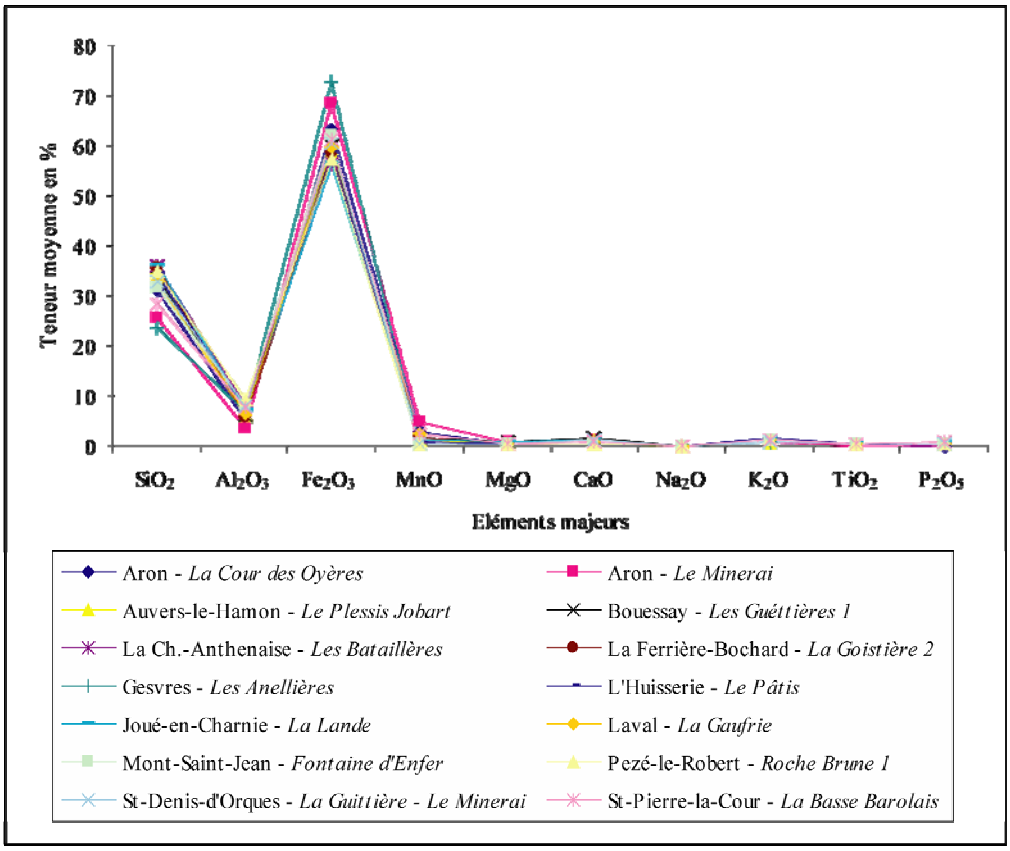


Fig. 154 : courbes cumulées des teneurs moyennes en éléments majeurs des scories de réduction de 14 ferriers de la zone d'étude. On constate la forte homogénéité de composition de ces déchets.

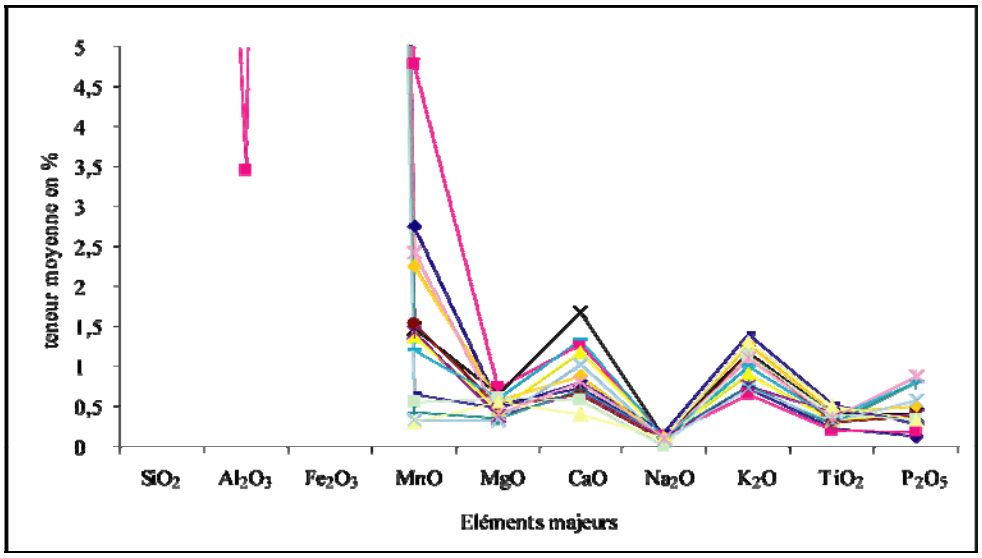


Fig. 155 : agrandissement du graphique précédent pour les teneurs inférieures à 5 %. Les scories du site du "Minerai" à Aron contiennent beaucoup plus de MnO que les autres. La légende est la même que celle de la figure précédente.

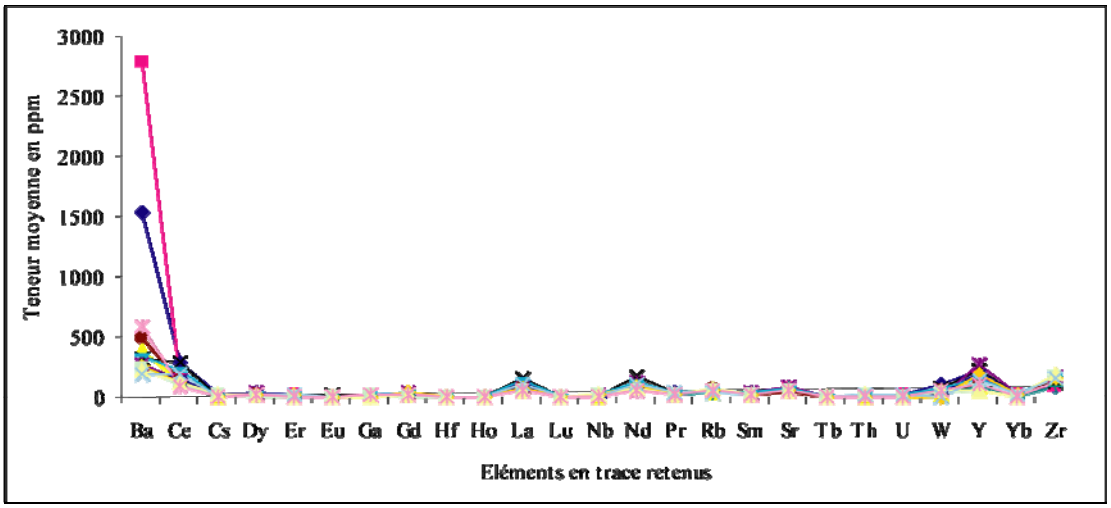


Fig. 156 : courbes des teneurs moyennes en éléments traces (sélection) pour quatorze ferriers de la zone d'étude. On constate que les sites d'Aron présentent des teneurs anormalement élevées en baryum. La légende est la même que celle de la figure 154.

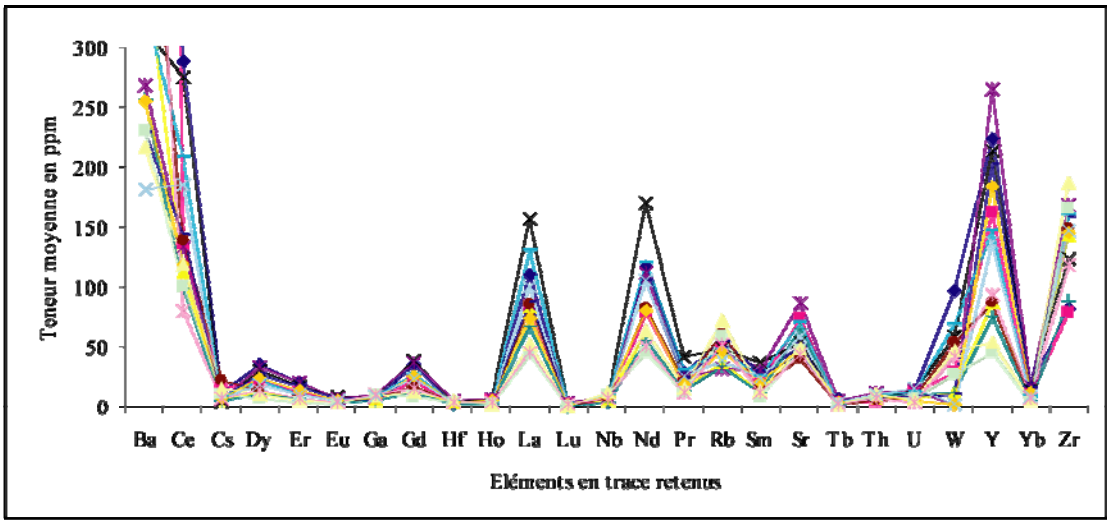


Fig. 157 : agrandissement du graphique précédent pour les teneurs inférieures à 300 ppm. On constate une relative homogénéité. La légende est la même que celle de la figure 154.

La distinction des scories d'Aron se confirme à l'examen des éléments en trace (fig. 156). Les scories des sites de réduction de cette commune ont une teneur moyenne en baryum supérieure à 1 500 ppm, alors que les autres moyennes oscillent entre 182 et 589 ppm de Ba. La présence de baryum en forte quantité est donc un deuxième caractère spécifique des scories d'Aron.

Si l'on s'intéresse aux éléments en trace présents à moins de 300 ppm – c'est-à-dire tous sauf le baryum – on note que certains d'entre eux ont un domaine de variations relativement étendu, notamment Ce, La, Nd, Rb, Sr, W, Y et Zr (fig. 157). En revanche, Eu, Ga, Hf, Ho, Lu, Nb, Tb, Th et U, c'est-à-dire la plupart des Terres Rares, sont présents en très faible quantité. Des groupes de scories de compositions homogènes peuvent être discernés grâce à certains éléments en trace, notamment pour Ce et W, mais l'amplitude de ces variations ne permet pas d'en faire un critère discriminant. On constate que certaines courbes se croisent au niveau de ce dernier élément, le tungstène (W), dont les teneurs semblent être très variables d'un site à l'autre et même d'un échantillon à l'autre, si l'on en juge par les écarts-types à la moyenne qui sont très importants. On ne peut pas distinguer d'autres

anomalies et les courbes semblent se superposer, sauf peut-être pour le rubidium (Rb) mais ceci ne semble pas marquer une différence significative.

- La recherche de couples d'éléments corrélés

La recherche d'éléments corrélés passe par la mise en évidence d'un lien statistique liant l'évolution des teneurs d'un élément à celle d'un autre. On utilise pour cela la régression linéaire. On atteint ici une des principales limites de cette démarche. Il faudrait en théorie avoir un corpus d'au moins 30 analyses par site pour prétendre à utiliser ce type d'outils statistiques, ce qui est loin d'être le cas ici. On tiendra seulement compte dans ce paragraphe des sites pour lesquels on possède au moins quatre échantillons analysés, ce qui exclut les sites de "La Basse Barolais" à Saint-Pierre-la-Cour et de "La Cour des Oyères" à Aron.

Pour les éléments majeurs, il est relativement risqué de prendre en considération les teneurs d'éléments qui peuvent être fortement influencés par les conditions de l'opération de réduction – FeO, SiO_2, Al_2O_3, P_2O_5 – ou par l'apport de la paroi et du combustible, qui, plus que le minerai, sont susceptibles de varier au cours du temps (Al, Si, K, Mn, P). Pourtant, l'exemple de la minette lorraine et du minerai des marais en Europe du nord, montrent que des proportions de certains éléments provenant du minerai se conservent dans la scorie. Les corrélations qui ont été relevées dans notre cas sont rares. Elles sont reportées dans le tableau suivant (fig. 158). Elles ne permettent pas de distinguer nettement un site d'un autre. Dans deux cas – celui de "La Goisitière 2" à La Ferrière-Bochard (Orne) et de "Roche Brune 1" à Pezé-le-Robert (Sarthe) – on a pu mettre en évidence des corrélations entre plusieurs couples, respectivement cinq et quatre. Ceci pourrait indiquer une relative homogénéité des matières premières utilisées par ces ateliers, amenant à la conservation des mêmes proportions de ces éléments d'une opération à l'autre (utilisation d'un minerai unique ou de mélange dans des proportions proches).

	Auvers-le-Hamon	Boussay	La Ch.-Anthenaise	La Ferrière-B.	Gesvres	Pezé-le-Robert
Al_2O_3/K_2O				90		
Al_2O_3/MgO				86		
Al_2O_3/Na_2O			82			82
Al_2O_3/TiO_2				93	86	
K_2O/MgO				90		91
K_2O/Na_2O			81			
K_2O/TiO_2	91			82	80	84
MgO/MnO	81					
MgO/P_2O_5		86				
Na_2O/TiO_2						85

Fig. 158 : couples d'éléments majeurs pour lesquels une corrélation linéaire a été mise en évidence. Les chiffres indiqués correspondent au coefficient de détermination en %.

Pour les éléments en trace, on a vu que des propriétés physico-chimiques dictent, en partie, l'existence d'un lien entre certains couples d'éléments. Des paires ont ainsi été mises en évidence, sur la base des exemples des Martys (Aude) et des "Ferrys" (La Bussière, Loiret), mais d'autres pourraient exister (COUSTURES *et al*. 2003). La première étape est donc de définir quels couples peuvent être intéressants ici. Cette première question peut être réglée de façon simple : les paires pour lesquelles on constate une corrélation forte pour toutes les scories ne peuvent permettre de discriminer des groupes. Pour évaluer cette corrélation globale, on a calculé le coefficient de détermination (r^2) de toutes les paires d'éléments pour l'ensemble des scories analysées, puis on n'a retenu que les cas où la droite de régression passe par l'origine et r^2 est supérieur à 95 %. Les résultats montrent que certains éléments en trace, majoritairement des Terres Rares, sont toujours corrélés (r^2 supérieur à 0,95), selon un facteur constant (pente de la droite de régression égale). Ces paires ne sont d'aucune aide de notre point de vue (31 couples sont dans ce cas, reportés dans la figure 159).

	Dy	Er	Gd	Hf	Ho	La	Lu	Nd	Pr	Sm	Tb	Tm	Y	Yb	Zr
Dy															
Er	X														
Gd	X														
Hf															
Ho	X	X	X												
La															
Lu		X	X		X										
Nd						X									
Pr						X		X							
Sm			X					X	X						
Tb	X	X	X		X		X			X					
Tm	X				X		X				X				
Y	X				X		X				X	X			
Yb	X				X		X					X	X		
Zr				X											

Fig. 159 : tableau indiquant les couples d'éléments en trace pour lesquels on observe une corrélation constante et égale dans toutes les scories analysées pour la présente étude. Seule la partie inférieure du tableau est remplie.

L'étape suivante est d'essayer de mettre en évidence des paires d'éléments corrélés pour chacun des sites séparément. Les possibilités sont très nombreuses et on a eu recours ici aussi à des manipulations automatiques, grâce au logiciel Excel. L'ordinateur a calculé le coefficient de détermination de tous les couples d'éléments analysés pour chaque site possédant au moins trois échantillons. Sur les chiffres obtenus, n'ont été prises en compte que les paires pour lesquelles r^2 est supérieur à 95 %. On a ensuite vérifié que la droite de régression linéaire passait bien par l'origine, ce qui signifie que le rapport entre les éléments est constant et peut donc être mis en relation entre les diférrents produits et déchets. Lorsque ce n'était pas le cas, le couple a été éliminé. À la fin de cette sélection, 85 paires ont été retenues. Pour celles-ci, on a noté la pente des droites de régression pour chaque site où elles apparaissent. La liste de ces couples, ainsi que leur coefficient de corrélation et les pentes, ont été reportés dans un tableau fourni en annexe 5.2.

Malheureusement, les corrélations observées pour certains couples le sont le plus souvent pour un seul site, ce qui empêche la mise en évidence de groupe ou de discrimination. Dans deux cas seulement, les droites de régression sont distinctes. La paire Rb/Cs, permet ainsi de discriminer les sites de "Roche Brune 1" (Pezé-le-Robert, Sarthe) de celui de "La Goistière 2" (La Ferrière-Bochard, Orne) (fig. 160). On avait pressenti, sur la base des éléments majeurs, l'utilisation de minerai ou de

mélange de minerais relativement homogènes sur chacun de ces sites. La mise en évidence d'une corrélation pour le même couple d'éléments chimiques mais dans des proportions différentes abonde dans ce sens. La paire Ga/Rb permet quant à elle de différencier le même site de "Roche Brune 1" de celui de "La Guittière" à Saint-Denis-d'Orques (fig. 161). Dans plusieurs autres cas, les droites de régressions sont trop proches pour qu'on puisse réellement parler d'une discrimination : c'est notamment le cas pour les paires La/Ce, Dy/La, Lu/Nd, Ho/La et, avec des cœfficients de détermination moins forts, Ga/Zr.

Comme on l'a dit, une autre approche pourrait être tentée en se fondant sur la répétition de la même combinaison de couples corrélés dans d'autres séries de données. Il faudrait, pour développer ces pistes, réaliser des analyses en aveugle pour voir si l'on peut, sur la seule base des analyses chimiques, les attribuer au bon site et, une fois ce test fait, essayer de discriminer de la même façon des inclusions analysées dans des objets en fer. Il s'agit d'une piste de recherche à développer.

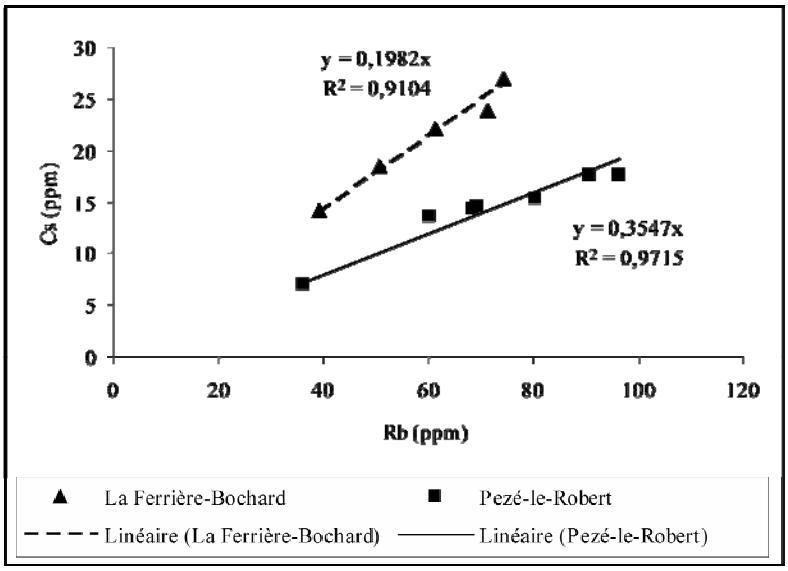


Fig. 160 : graphique mettant en évidence l'existence d'une forte corrélation entre les teneurs en rubidium et en césium pour deux sites de la zone d'étude. La pente des deux droites de régressions linéaires permet en outre de les distinguer clairement.

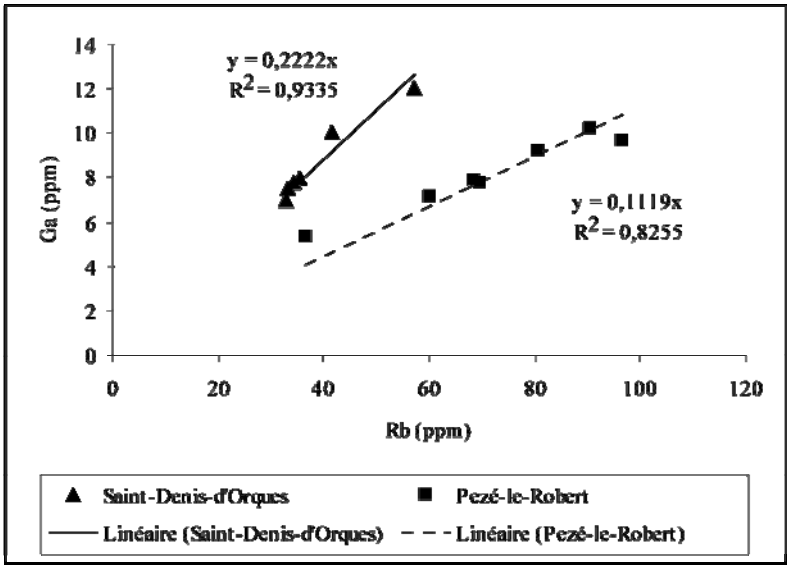


Fig. 161 : graphique mettant en évidence l'existence d'une forte corrélation entre les teneurs en rubidium et en gallium pour deux sites de la zone d'étude. La pente des deux droites de régressions linéaires permet en outre de les distinguer clairement.

8.2.4.3. Conclusion partielle

Les travaux sur les scories ne permettent pas réellement de distinguer chimiquement les zones de production. Seuls les sites d'Aron peuvent être isolés, grâce à la proportion importante en manganèse et en baryum. Pour le reste, on ne peut que signaler l'établissement de signature propre à trois sites.

En outre, le nombre de minerais analysés dans la région ne permet pas de lier ceux-ci aux scories de réduction collectées dans la zone d'étude, hormis le site de "Roche Brune" qui sera abordé plus loin (cf. 10.3.2). Le second type de minerai pour lequel on possède des informations dans la région, les minerais sidérolithiques, ne présente pas d'homogénéité chimique et aucune particularité ou corrélation spécifique n'a pu être mise en évidence.

Les difficultés rencontrées pour établir des corrélations entre les sites et définir des groupes sont probablement dues à la forte hétérogénéité du ou des minerai(s) utilisé(s). En effet, même si les sidérurgistes ont utilisé le même minerai tout au long de l'occupation d'un atelier, les gisements peuvent présenter de très forte variation de composition. C'est notamment le cas des formations détritiques du Tertiaire (sidérolithiques) qui se présentent sous forme de nodules ou de concrétions isolées et dont on a vu, pour le Bas Maine, l'hétérogénéité (cf. 6.4.1.1). En revanche, les sites pour lesquels on peut établir une corrélation entre des éléments en trace ont dû utiliser des gisements chimiquement plus homogènes.

3e partie

Études de cas

Chapitre 9
La zone de production du fer de Sillé

9.1. La forêt de Sillé

La forêt de Sillé-le-Guillaume est partagée entre les départements de la Mayenne et de la Sarthe, bien que la majeure partie du domaine boisé se trouve dans ce dernier département. Elle forme un ruban de plus de 10 km de long sur une largeur d'1 à 4 km, pour une surface totale d'environ 3 300 ha. On connaît mal l'histoire de ce massif forestier avant le XVIIIe s., période à laquelle sont dressés ses premiers plans (ADS 1 Fi 393 ; ADS 1 Fi 825). On peut distinguer, à cette époque, la forêt des Bercons, au nord-est, qui tient son nom de la région voisine dont j'ai déjà évoqué le fort potentiel minier, et le Bois de Pezé, au sud-est.

Aucune recherche d'archive n'a encore été menée pour essayer de saisir l'évolution de cette forêt avant 1700. Certains auteurs reconnaissent en Sillé-le-Guillaume le toponyme *Sylviaco* mentionné dans les *Actus pontificum Cenomanis* (*Actus…* : 36 de l'édition de A. Ledru) et dont l'église aurait été fondée par Saint-Julien (premier évêque du Mans au Ve s.), mais également le *Sylviago vigo* du testament de Saint-Bertrand (*Actus…* : 127) et le *Sylviaco* qui est cité dans le testament de Saint Hardouin en 832 (*Gesta Aldrici…* : 39) (CAUVIN 1845 : 507 ; PONTON D'AMÉCOURT 1883 : 250). Ce toponyme évoque pour M. Termeau la présence de la forêt (*sylva* = forêt*)* dans la région dès cette époque (TERMEAU 1952). Toutefois, les mêmes lieux ont donné pour d'autres auteurs le nom de Sougé, courant dans la région : Sougé-le-Ganelon (Sarthe), Soulgé (Mayenne), Soulgé-sur-Braye (Loir-et-Cher) (M. Busson dans l'édition des *Actus…* : 594 ; LEDRU 1911 : 307). Il faudrait, pour s'assurer de l'évolution de ces toponymes, posséder une série de mentions notamment du Moyen Âge central. Dans tous les cas, le toponyme *sylviaco*, même s'il s'applique à Sillé, n'atteste en rien la présence de la forêt à ces époques, mais seulement une présomption.

Si le plan 1 Fi 825[96] montre des coupes irrégulières, témoignant peut-être d'un ancien partage de la forêt, la levée 1 Fi 393, daté du XVIIIe s., représente une forêt découpée en parcelles régulières, preuve de la mise en coupe réglée pour les hauts fourneaux voisins de L'Aune et de La Gaudinière (voir sur ce phénomène BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 117-131). On sait que la forêt, telle qu'elle est représentée sur ces deux plans, appartient à la duchesse de Châtillon. Le "Bois de Pezé" était, quant à lui, propriété de la Marquise de Dreux (ADS 1 Fi 393). L'exploitation de la forêt des Bercons pour les installations sidérurgiques est alors très forte et elle le demeurera jusqu'au début du XXe s. Les

[96] Les deux plans évoqués dans ce paragraphe mesurent plus d'un mètre carré de surface et n'ont pu être reproduits ici à une échelle lisible. Ils sont conservés aux archives départementales de la Sarthe.

archives départementales de la Sarthe conservent même une demande d'installation d'un troisième haut fourneau dans la région, aux bords du Grand Étang, anciennement appelé étang du Deffays, qui se trouve au centre de la forêt (ADS 8S30). Cette demande est formulée en 1839 par la propriétaire, la duchesse de Châtillon et d'Uzès par alliance. On peut donc supposer que cette partie de la forêt de Sillé n'a pas été confisquée après la Révolution, ou du moins qu'elle est rapidement revenue dans les biens de la maison de Châtillon.

La forêt de Sillé a été nationalisée, pour sa majeure partie, en 1925[97], le bois dit du Deffays demeurant privé aujourd'hui. Depuis cette date, la forêt est gérée par le Service des Eaux et Forêts, devenu Office National des Forêts après la seconde guerre mondiale. Le boisement était en très mauvais état lors de la prise de possession par l'État et près de 50 % de la superficie du domaine ont été replantés par des résineux, le reste étant une chênaie-hêtraie.

9.1.1. Les ressources minières

La forêt de Sillé se trouve sur les derniers contreforts du Massif Armoricain, plus précisément sur les reliefs accidentés du synclinal des Coëvrons (LE GALL, MAURIZOT 1998). Ce pli du socle produit par l'orogenèse cadomienne met au jour des roches primaires, organisées de façon symétrique par rapport à l'axe du synclinal (NNE-SSO). Les plus importantes formations appartiennent principalement aux périodes cambrienne et ordovicienne. Deux d'entre elles nous intéressent au premier chef car elles peuvent contenir du minerai de fer (fig. 162) :

- les grès cambriens dits de Blandouet qui "*se caractérisent surtout par le développement important de grès ferrugineux en plaquettes qui furent jadis exploités comme minerai de fer*." ; cette formation se trouve essentiellement sur le versant sud du synclinal (LE GALL, MAURIZOT 1998 : 31) ;

- les schistes ordoviciens du Pissot, autrefois nommés Schistes à Calymènes, qui présentent à leur sommet plusieurs niveaux métriques de minerai de fer oolithique (LE GALL, MAURIZOT 1998 : 34).

En outre, la forêt est bordée à l'est par le secteur des Bercons, qui se trouve dans le Bassin Parisien et offre des ressources minières importantes, notamment dans les formations des argiles cénomaniennes, dites à glauconie (cf. 6.1.3.2). Il existe également au sud de la forêt un affleurement de calcaire jurassique à oolithes ferrugineuses dont l'exploitation pour la sidérurgie n'est pas attestée.

[97] D'après carte au 1/25 000 de l'IGN de la forêt de Sillé.

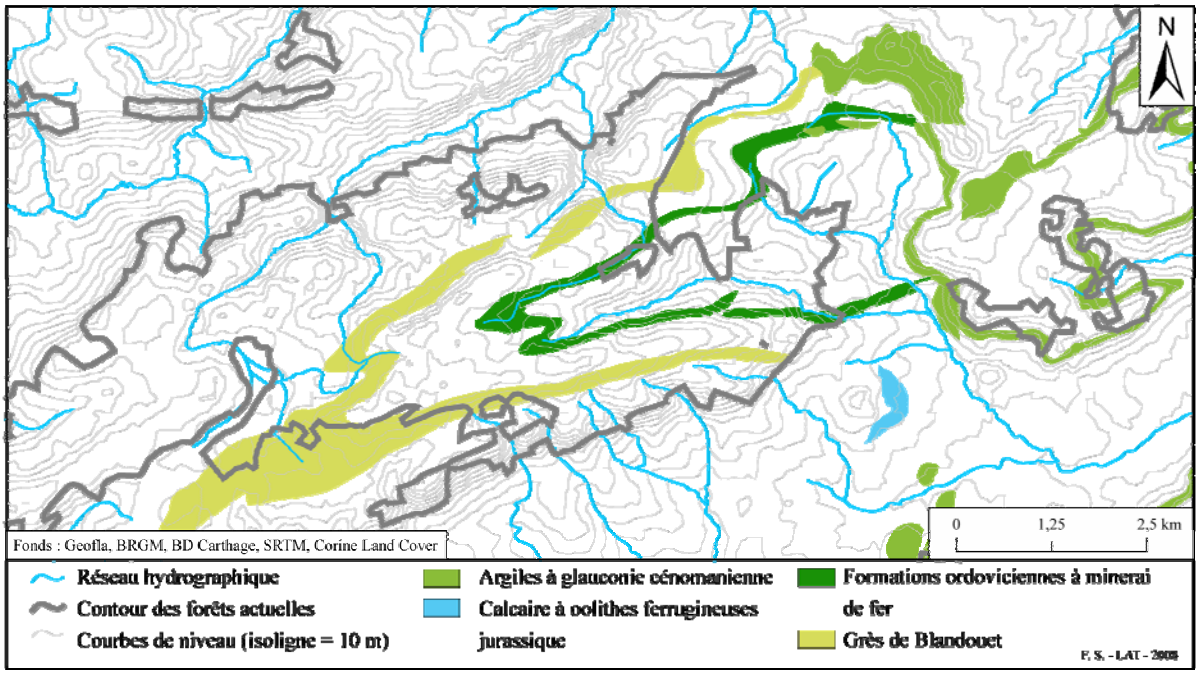


Fig. 162 : localisation des principales formations pouvant contenir du minerai de fer autour de la forêt de Sillé.

9.1.2. Les données anciennes

9.1.2.1. Premières mentions

L'existence de ferriers dans la région a été repérée depuis le XVIIIe s. Un ferrier est ainsi représenté au même endroit sur deux plans, à l'orée de la forêt des Bercons, à côté du carrefour du "Chêne Morand" (fig. 163). Il est simplement indiqué comme un "tas de sornes[98]" sur le plan 1 Fi 393, mais une note du plan 1 Fi 827 interprète ces résidus comme les vestiges d'une ancienne forge (ADS 1 Fi 827). Ce site a été retrouvé, il s'agit du ferrier du "Chêne Morand" à Montreuil-le-Chétif (72 209.09), dont la parcelle porte encore le nom de "Champ des Sornes" dans l'état de section du cadastre "napoléonien" de 1848 (ADS 3 P 211/71 : C1, 401-402).

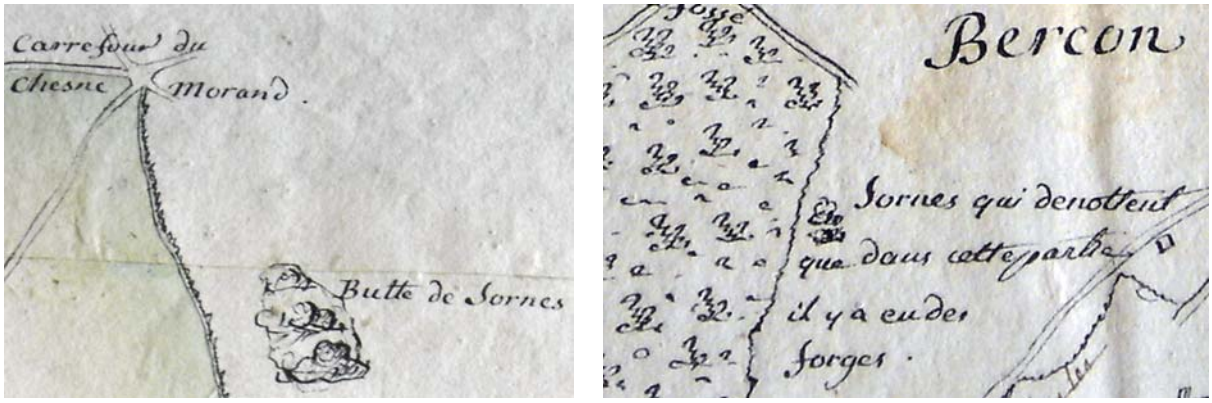


Fig. 163 : deux extraits de plan de la forêt des Bercons et de la Lande des Bercons indiquant le même ferrier, celui du "Chêne Morand" à Montreuil-le-Chétif (72 209.09) (plan ADS 1 Fi 393 à gauche et ADS 1 Fi 827 à droite).

[98] Le mot sorne désigne au XVIIIe s. les scories d'affinerie, issues donc du procédé indirect, mais dans le vocabulaire régional ce terme désigne aussi bien les scories anciennes que celles postérieures à l'apparition des hauts fourneaux.

Par la suite, A. Ledru (1911 : 304) a fait l'amalgame entre les ferriers du secteur de Lavardin/La Bazoge, évoqués pour la première fois en 1806 par le naturaliste L.-J.-C. de Maulny (1806 : 25-26), et l'ensemble bien circonscrit à l'est de l'ancienne forêt des Bercons. En fait, le premier texte mentionnant la présence de ferriers en périphérie de la forêt de Sillé remonte à 1877 (LEGUICHEUX 1877). On sait par ailleurs que des recherches ont été menées à partir des années 1860, notamment par M. Hédin (HÉDIN 1913-1914). Ce dernier déclare même avoir "*trouvé les restes d'un petit fourneau en terre de 0,50 m environ de diamètre au pied d'un tas de scories*" dans la forêt de Sillé sur les communes de Mont-Saint-Jean ou de Crissé (*ibid.* : 296). Le même auteur cite les travaux de l'abbé Dubois, concernant apparemment essentiellement la commune de Ségrie : "[Il] *a relevé les traces d'une douzaine de forges à bras entre La Ferrière et La Chouannière ; enfin à La Tasse, à une centaine de mètres du chemin de Pommeureil aux Tuileries et sur les confins du bois de Pezé, il a découvert, voilà quelques mois, en 1913, les ruines de quatre fourneaux en terre réfractaire juxtaposés dans un même massif à des hauteurs différentes. Ils étaient ronds et avaient environ 0,70 à 0,80 m au plus de diamètre*." (*ibid.*). Malheureusement, on ne possède ni l'emplacement exact de ces fouilles ni aucun relevé des structures mentionnées.

Plusieurs auteurs évoquent des ferriers, outre ceux déjà cités tout autour du massif boisé : "Les Aumôneries", "Beauchêne", "La Forge Picher", "la Reprise", "Les Tuileries" sur la commune de Montreuil-le-Chétif ; "La Ferrière" et "Roullée" à Mont-Saint-Jean ; "Le Ferré" à Douillé ; "L'Hôpiteau" à Crissé (LEGUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; DAVY 1913 : 101 ; HÉDIN 1913-1914 : 295-297 ; TERMEAU 1954 : 92-94 ; BOUVET 2001a).

9.1.2.2. Contexte archéologique

Le Siléen est encore une zone de vide relatif sur la carte archéologique. Aucun aménagement de taille n'a justifié jusqu'ici de travaux archéologiques préventifs. En outre, le boisement et les prairies ne permettent pas d'exploiter la prospection aérienne. Enfin, aucun chercheur ne s'est intéressé à cette région depuis la synthèse rédigée par M. Termeau au début des années 1950 (TERMEAU 1952 ; 1954). La plupart de nos informations sont donc antérieures à la Première Guerre Mondiale. En 1891, F. Liger signale la découverte au "Vivier", sur la commune de Crissé, à 3,5 km au sud de la forêt, de vestiges gallo-romains s'étendant sur 9 ha, avec deux édifices dont un temple. Néanmoins, connaissant les exagérations habituelles de cet auteur, A. Ledru conclut : "*il doit exister des ruines romaines au Vivier*" (LIGER 1903 : 135-136 ; LEDRU 1911 : 72-73 ; BOUVET 2001a : 218). En octobre 1996, C. Lambert et J. Rioufreyt ont signalé la découverte de substructions en petit appareil vraisemblablement gallo-romaines formant un angle droit et se prolongeant sous l'église de Saint-Rémy-de-Sillé. Des fragments de *tegulae* sont en outre visibles dans la maçonnerie de ce dernier bâtiment. Les vestiges sont trop ténus pour qu'on puisse interpréter cette construction, encore que la réoccupation de vestiges antiques, notamment de thermes, pour l'installation des premières églises soit un phénomène bien attesté dans la région, avec les cas exceptionnels de Jublains et d'Entrammes (Mayenne) (NAVEAU 1991a ; 1992a : 125-128 ; 1992b ; 1997 : 89-91). Pour certains auteurs la voie romaine de Jublains au Mans passerait par Sillé (PESCHE 1829-1842 : VI, 160 ; LEDRU 1911 : 304 ; BOUVET 2001a : 439). J'ai par ailleurs proposé l'existence d'une route ancienne jalonnée par plusieurs ferriers, un polissoir

néolithique et une stèle de l'Âge du Fer (SARRESTE, NAVEAU 2005). Toutefois, le passage dans la région de plusieurs chemins montois (ralliant le Mont-Saint-Michel) gène la lecture des réseaux routiers anciens.

La présence romaine dans la région est en fait essentiellement connue à travers les découvertes de trésors monétaires durant le XIXe s. Le premier fut mis au jour en 1805 à Saint-Rémy-de-Sillé, au pied de la butte d'Oigny à un kilomètre du bourg de Sillé (BOUVET 2001a : 426). Cet ensemble n'est pas décompté, mais l'inventeur en aurait trouvé "une forte quantité". Dans ce lot sont décrits des sesterces, des *asses* et des *dupondii* aux effigies de Trajan, Hadrien, Antonin le Pieux, Faustine et des bronzes de Marc-Aurèle et Lucius Vérus. En 1827, on trouva en forêt, sur la commune de Mont-Saint-Jean, "sous la mousse" (*sic*), plusieurs milliers de monnaies romaines de petit module en bronze, en argent et deux en or (*ibid.* : 365-366). Les descriptions qu'on possède mentionnent des deniers aux effigies de Caligula, Claude, Domitien, Nerva, Trajan, Hadrien, Faustine, Antonin le Pieux et un *aureus* d'Antonin pour Faustine II. Trois monnaies de la fin du IIe s. et/ou du IIIe s. proviendraient également de Sillé : un denier de Septime Sévère, deux antoniniens de Valérien et un de Salonin (*ibid.* : 426). Enfin, en 1905 (ou 1907) ont été vendus au Mans deux lots de monnaies (environ 2 000) qui feraient partie d'un trésor de 20 kg découvert à côté de la gare de Sillé ou de Rouessé-Vassé ou même en Mayenne (Voutré ou Sainte-Suzanne). Le musée du Mans conserve une note d'un lot de 583 monnaies provenant de cette vente. Sont décrites des monnaies de Claude II, Quintille, Postume, Victorin, Tétricus I et Tétricus II. Enfin, la découverte d'une monnaie isolée est à signaler à Mont-Saint-Jean : il s'agit d'un sesterce d'Antonin le Pieux.

La preuve la plus emblématique de la présence romaine est la *villa* de "Roullée" (Mont-Saint-Jean). Découverte en 1844 durant les travaux de débroussaillage entre les fermes de "Roullée" et de "La Selle", cette construction se trouve à environ 600 m au nord de la lisière actuelle de la forêt (*ibid.* : 366-367). On aura l'occasion d'y revenir en détail plus loin (cf. 9.3.2.3). Indiquons enfin la découverte de fibules gallo-romaines sur la commune de Pezé-le-Robert (*ibid.* : 398).

Les alentours de la forêt de Sillé étaient donc occupés à la période romaine, même si, en l'absence de recherches récentes, on ne peut pas reconstituer la trame de l'occupation du sol et encore moins le paysage. En revanche, comme je l'ai déjà signalé, les prospections en forêt n'ont permis de révéler ni site d'habitat, ni trace parcellaire antérieure à la mise en coupe réglée de la forêt, hormis un petit enclos de datation et de fonction indéterminées. Ainsi, les seules installations romaines connues dans la forêt sont des ferriers.

Deux bâtiments castraux attestent l'occupation médiévale la région : celui de Sillé-le-Guillaume, situé au cœur de la ville, daterait dans son premier état du XIe s., mais la partie actuellement visible est attribuable aux XVe s.-XVIIe s., bien qu'aucune étude n'ait été encore menée sur cet édifice. Un second château se trouve au cœur de la forêt, au bord du Grand Étang. Il s'agit des ruines d'une enceinte rectangulaire d'environ 50 x 30 m, flanquée de tours circulaires aux angles et au milieu des grands côtés. Elle est entourée de toute part de douves en eau qui se raccordent à l'étang tout proche. Les murs et les tours sont conservés sur 3 à 4 m de hauteur. Les murs, construits en grand appareil de grès, ont environ 1,5 m d'épaisseur. Ce bâtiment n'a fait l'objet d'aucune recherche

archéologique depuis le début du XIXe s. et on n'en possède donc aucun plan exact (RENOUARD 1815 : 14-15 ; PESCHE 1829-1842, VI : 160-161 ; LA SICOTIÈRE 1841). Certains auteurs ont voulu lui attribuer une origine carolingienne (LEDRU 1911 : 306). La situation et la datation de cette construction demeurent des énigmes.

9.2. Établissement de la carte des ferriers

L'établissement de la carte des sites de réduction directe du fer dans la région de Sillé a suivi plusieurs étapes qui ont mené du dépouillement bibliographique à la fouille. Ce cheminement résume celui incomplètement suivi pour les autres zones de production. Il est proche de celui mise en œuvre dans des recherches semblables menées sur d'autres secteurs forestiers comme la Montagne Noire (DECOMBEIX, FABRE, RICO 2001) ou les Pyrénées ariégeoises (BEYRIE, FABRE, SABLAYROLLES 2000). Je le présente ici rapidement pour permettre d'évaluer la valeur des connaissances acquises sur ce secteur.

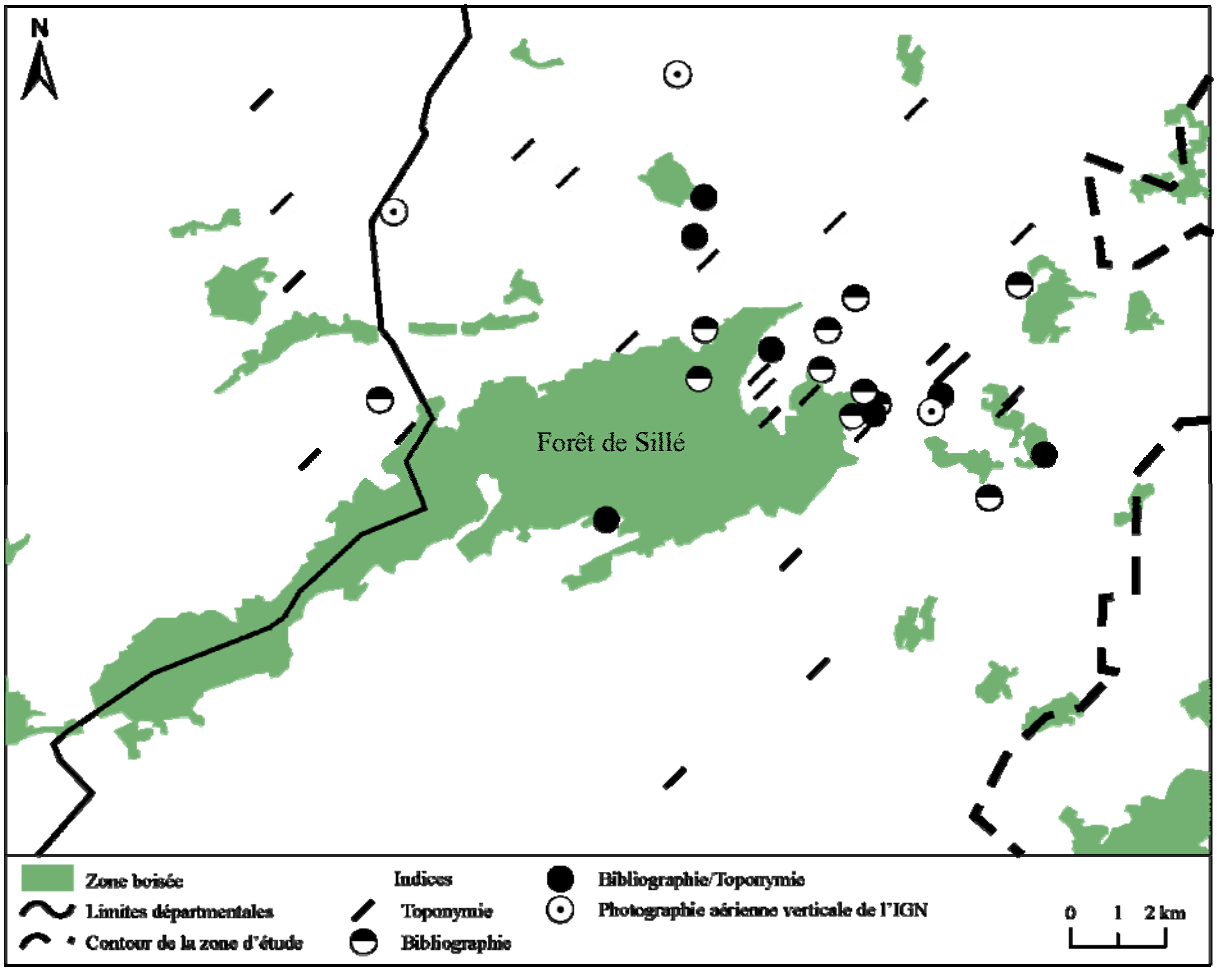


Fig. 164 : distribution des indices de sites sidérurgiques anciens recueillis par l'étude documentaire.

9.2.1. La vérification des indices documentaires autour de la forêt

On a vu que la région bénéficie de nombreuses mentions bibliographiques anciennes (cf. 9.1.2.1 ci-dessus). Le dépouillement systématique de ces notes et articles a permis de localiser, au lieu-dit près, la plupart de ces informations. L'étude documentaire a été complétée, comme pour le reste de la zone d'étude, par la recherche de toponymes pouvant indiquer un site sidérurgique ancien et par

l'examen des photographies aériennes verticales de l'IGN. 68 indices ont ainsi été inventoriés. Leur distribution est relativement dispersée autour de la forêt de Sillé (fig. 161). 53 indices ont été prospectés par M. Hubert ou moi-même entre 2002 et 2008, soit plus de 3/4 du total (fig. 162). Ces visites ont permis la découverte de seize sites (dix ferriers, quatre dispersions de scories de réduction coulées, une scorie piégée isolée et un site d'extraction). Ces sites sont très nettement resserrés autour de la partie orientale de la forêt de Sillé et dans la région des Bercons (fig. 163).

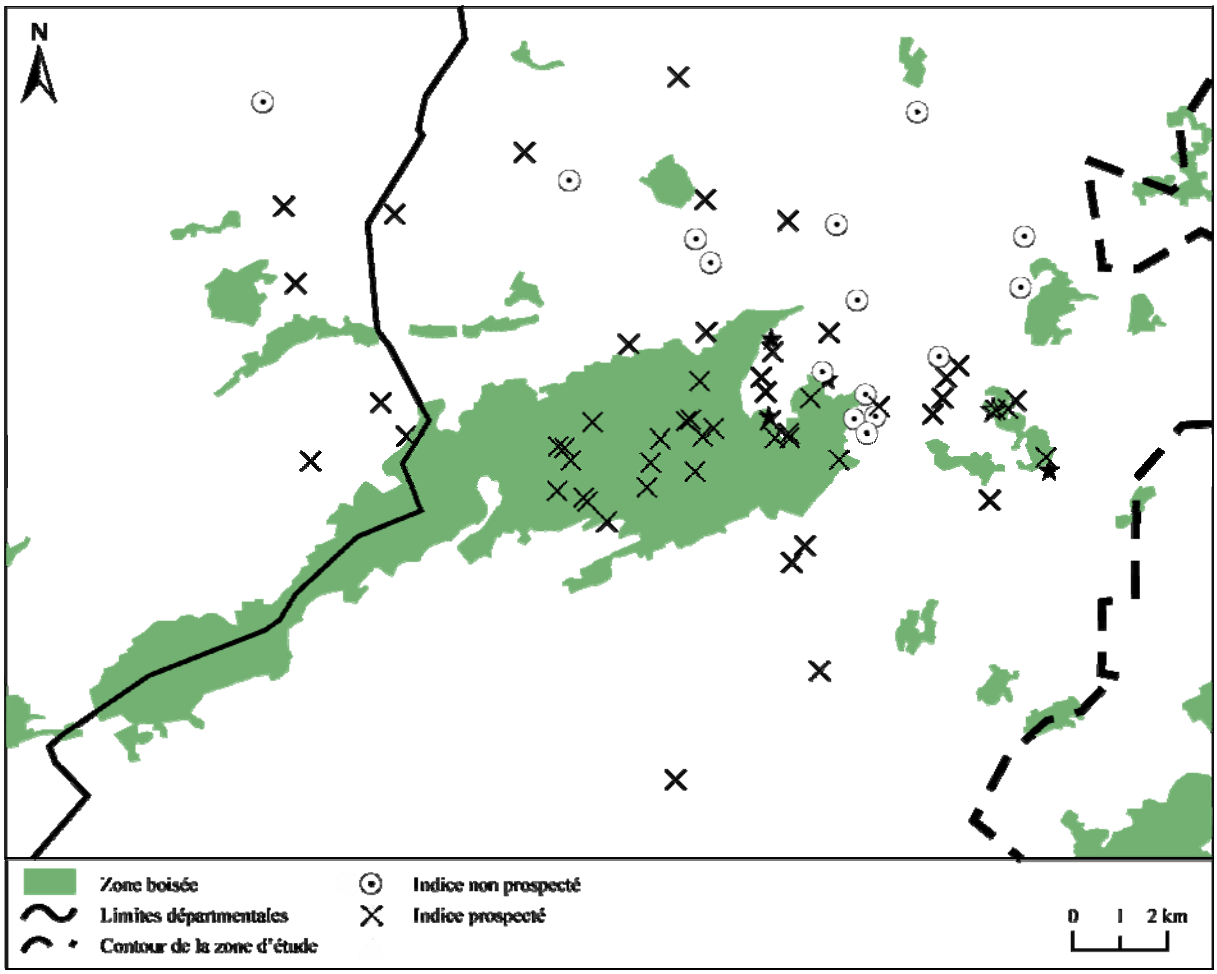


Fig. 165 : répartition des indices prospectés autour de la forêt de Sillé.

9.2.2. Les informations de B. Mege, agent de l'ONF

Les sites mis au jour grâce à la vérification des indices documentaires, ainsi que les mentions anciennes, invitaient à penser que la zone de production se poursuivait au sein de la forêt. M. Hubert avait, avant le début de la présente étude, pris contact avec un agent de l'ONF, B. Mege. Ce dernier note depuis quelques années l'existence d'amas de scories, mais aussi d'autres anomalies, lors des opérations de marquage menées périodiquement dans la forêt. On peut considérer qu'en cinq ans la quasi-totalité de la forêt a été couverte par ces opérations et donc que les informations recueillies sont homogènes et représentatives ; elles permettent d'assurer que les sites les plus importants sont connus.

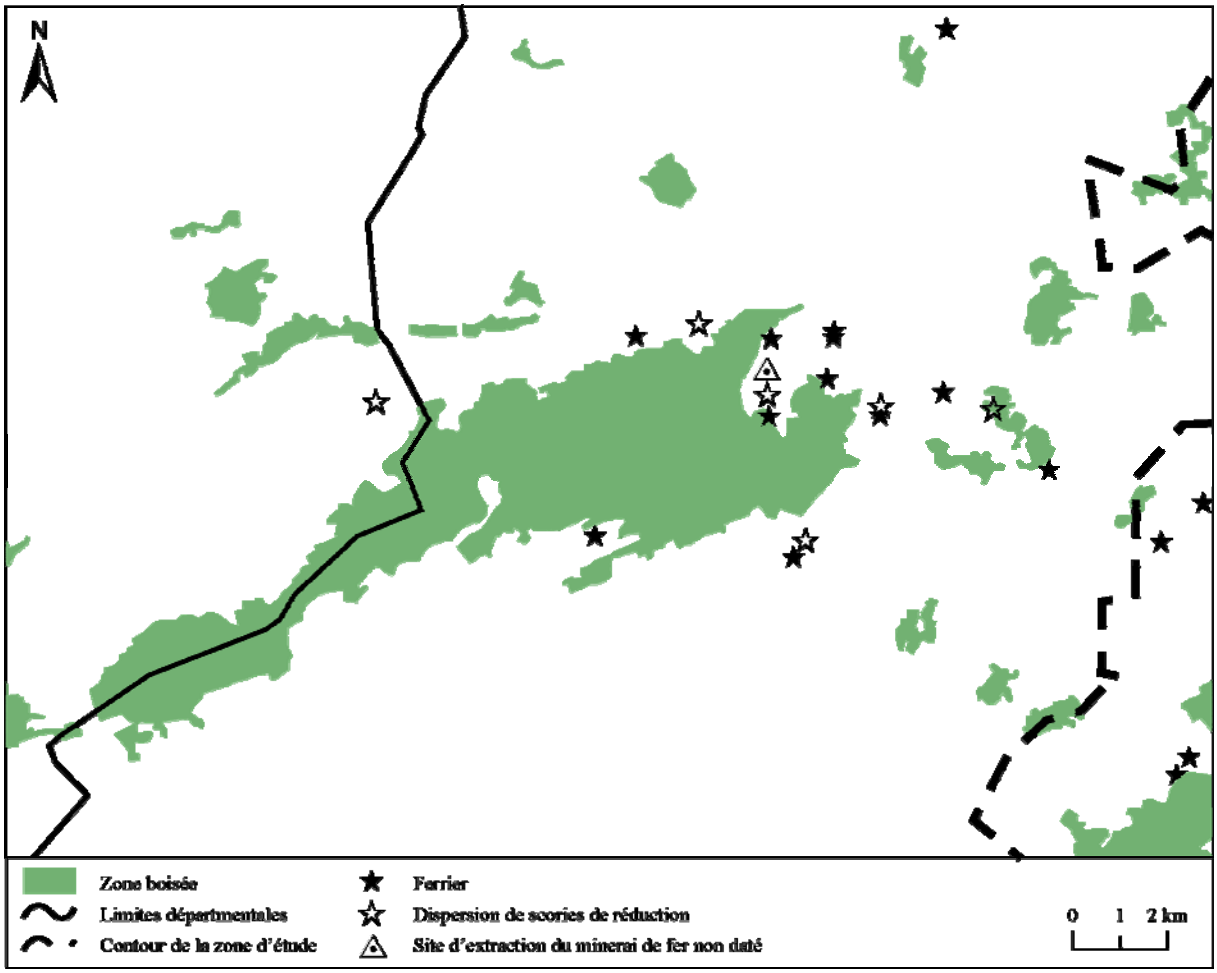


Fig. 166 : distribution des sites enregistrés autour de la forêt de Sillé grâce aux recherches documentaires.

En 2004, lors du début de ma recherche, cinq sites étaient connus en forêt de Sillé, dont quatre avait été indiqués par B. Mege[99] et le dernier par M. Hubert[100]. Trois de ces ferriers présentaient le caractère exceptionnel d'être intacts : ils conservaient un fort relief et des hauteurs très importantes (jusqu'à six mètres pour le site du "Saut du Cerf" à Mont-Saint-Jean, 72 211.02) pour des surfaces généralement supérieures à 2 000 m² et pouvant dépasser 1 ha. Ce petit groupe de sites hors du commun justifiait une approche plus rigoureuse, notamment une prospection systématique en forêt.

Entre 2004 et 2008, B. Mege nous a signalé six nouveaux sites qui, après vérification, ont permis l'enregistrement de huit ferriers supplémentaires[101].

[99] "La Ligne du Genêt" à Crissé (72 109.02), ""Le Saut du Cerf" (72 211.02) et "Le Jouteau" (72 211.04) à Mont-Saint-Jean, "Fontaine à Bry" à Pezé-le-Robert (72 234.02).
[100] "Champ Fouteau" à Montreuil-le-Chétif (72 209.04).
[101] "La Milleterie", "La Fontaine d'Enfer", "La Jument Blanche", "Les Vieilles Ornières" 1 à 3 "Le Bignon" à Mont-Saint-Jean (72 211.05 à 10 et 14) et "Les Bourdaines" à Saint-Rémy-de-Sillé (72 315.01).

9.2.3. Les prospections en milieu forestier

La technique de prospection mise en œuvre en forêt a déjà été présentée (cf. 4.2.3.3.2). On peut distinguer trois approches différentes : la prospection ponctuelle qui consiste à vérifier une information précise et bien localisée (celles de B. Mege ou de ses collègues) ; la prospection systématique qui couvre de la façon la plus exhaustive possible une parcelle ; et un dernier type de prospection qui s'intéresse plus particulièrement à une position topographique. Dans le cas de la forêt de Sillé, les sites découverts par les deux premières méthodes étaient tous ou presque localisés en bas de pente, souvent le long d'un ruisseau. La décision a donc était prise de mener une prospection en fond de vallée en suivant les cours d'eau dans une bande d'environ 50 m de large de chaque côté. La carte de la figure 167 indique les surfaces couvertes par chacune de ces méthodes au cours des années 2005 et 2006. Au total, ce sont près de 730 ha qui ont été prospectés, dont 520 de façon systématique. La prospection a permis la découverte de dix nouveaux ferriers[102].

9.2.4. Représentativité du corpus de la forêt de Sillé

Au total, ce sont donc 44 sites liés à la métallurgie du fer qui ont été enregistrés dans ou autour de la forêt de Sillé (fig. 168). Parmi eux, on distingue une concentration homogène, comptant 34 ferriers, centrée sur la partie orientale de la forêt de Sillé. On ne peut pas, bien sûr, affirmer que tous les sites de réduction directe sont connus. Toutefois, l'arpentage réalisé par les agents de l'ONF permet de croire que les plus gros ferriers, ceux qui sont clairement visibles par leur relief, ont été reconnus. Ce sont les amas les moins importants qui font probablement défaut : ainsi, les sites de moins d'un mètre de hauteur conservée ont de forte chance d'avoir échappé au contrôle. En outre, comme on peut le voir sur la carte des zones prospectées (fig. 167), de très vastes secteurs n'ont pas encore été couverts de façon systématique. Ces zones vides sont dues à la présence de jeunes pépinières encore inaccessibles ou de boisements de résineux qui rendent plus complexe la prospection (semis à la machine, sol couvert d'une forte épaisseur d'aiguilles, mauvaise visibilité). La cartographie n'est donc sans doute pas encore complète, mais l'état des connaissances permet déjà de rendre compte d'une zone de production sidérurgique d'importance moyenne à l'échelle nationale (cf. 8.2.2.5), dont la conservation exceptionnelle en milieu forestier fait tout l'intérêt.

[102] "Le Grand Lavoir" à Crissé (72 109.04), "Courtil Minot" 1 à 3 (72 211.11 à 13) et "Le Débat" à Mont-Saint-Jean (72 211.14), "Le Pas au Chat" 1 et 2 (72 234.03 et 04), "Roche Brune" 1 et 2 (72 234.05 et 08) et "Tertre vert" (72 234.07) à Pezé-le-Robert.

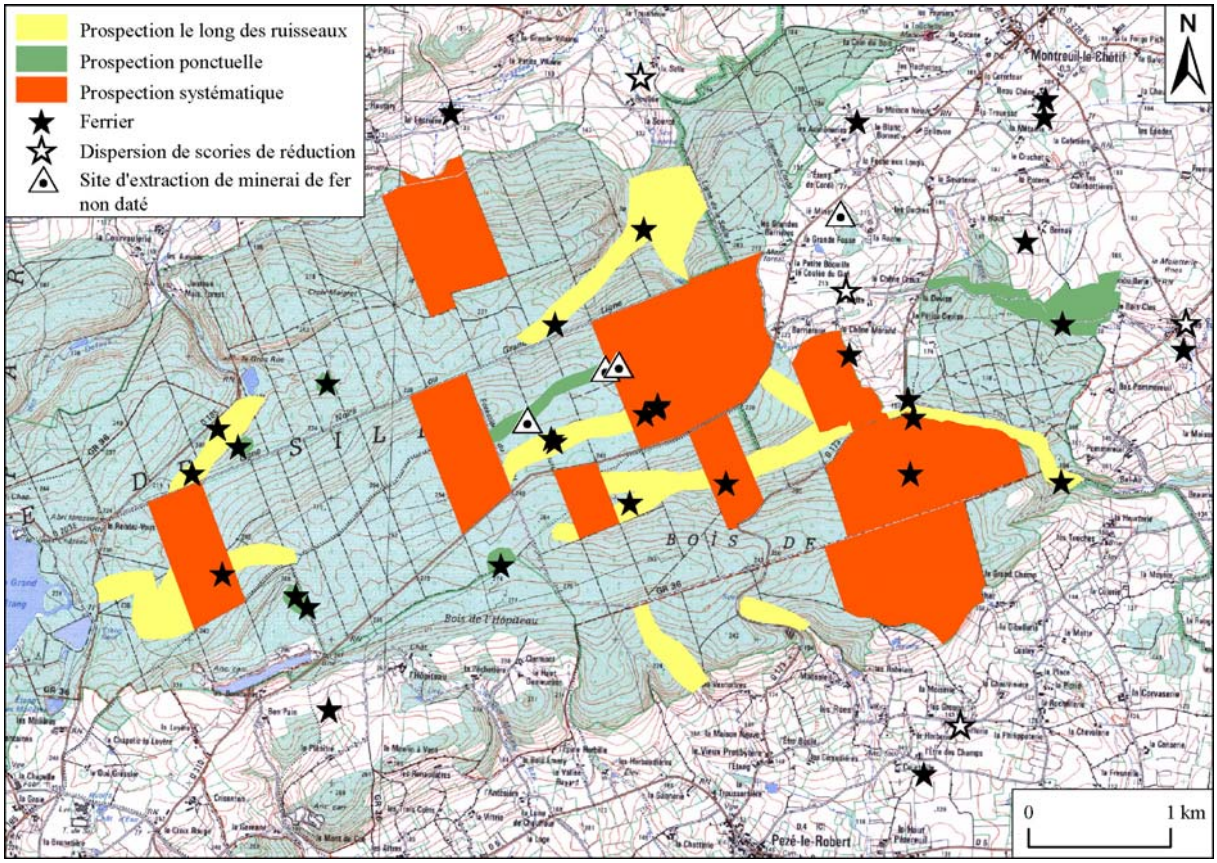


Fig. 167 : carte des zones prospectées en forêt de Sillé avec la distribution des sites découverts grâce à ces travaux et aux indications de B. Mege et M. Hubert.

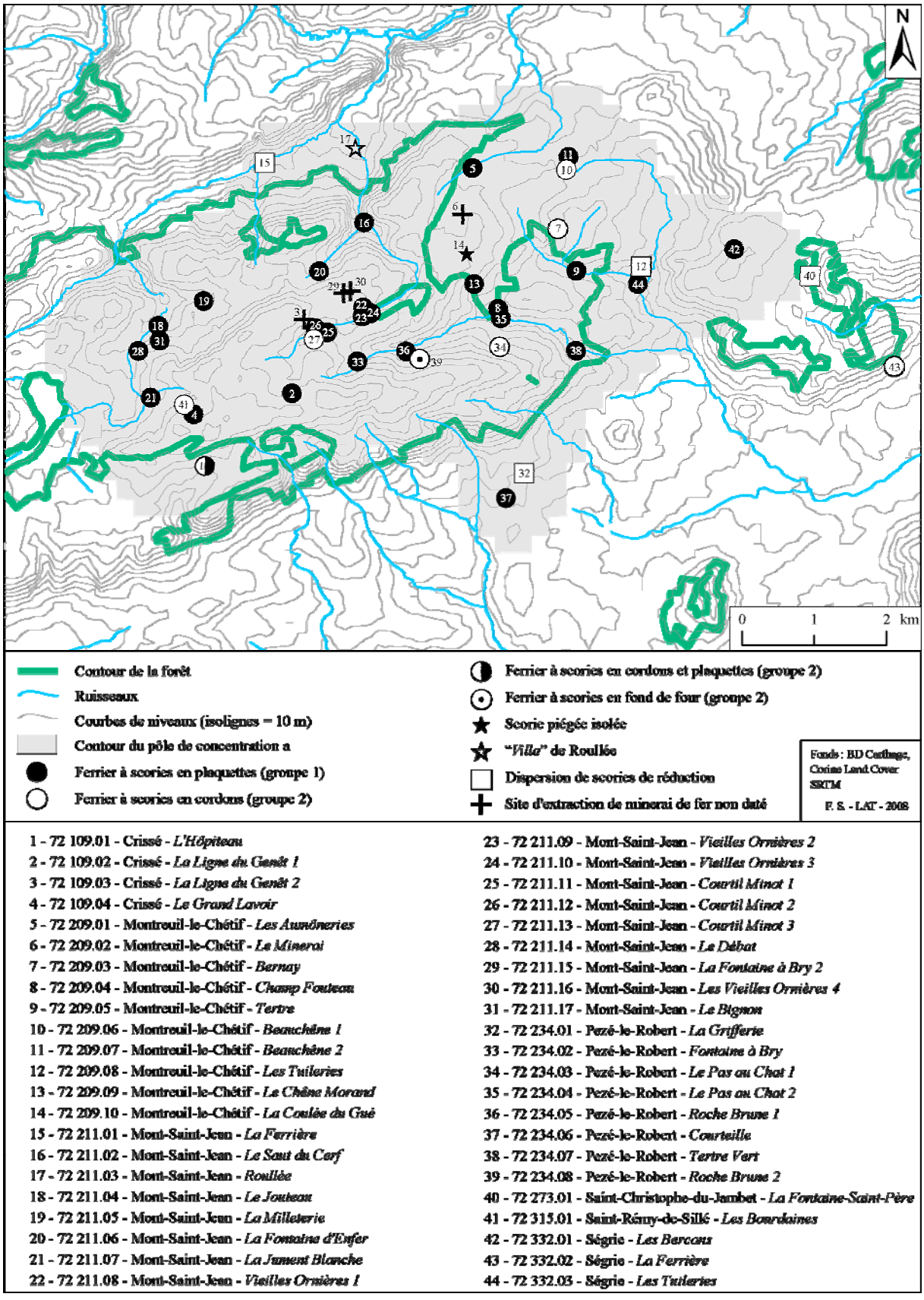


Fig. 168 : carte de la zone de production sidérurgique de Sillé.

9.3. La zone sidérurgique de Sillé

9.3.1. Présentation des sites de réduction directe

9.3.1.1. Deux groupes

La particularité de la zone de production de Sillé est de conserver plusieurs sites intacts et de grandes dimensions. Ainsi, contrairement au reste de la zone d'étude, on peut ici évaluer avec plus de précision les dimensions des sites, leur volume et se confronter avec les amas de scories tel qu'ils étaient – ou presque – lors de l'arrêt de leur formation.

On possède ainsi les dimensions de 34 ferriers. Leur surface oscille entre 44 et 14 294 m². On peut distinguer deux groupes :

- Le groupe 1 comprend des ferriers de taille moyenne à importante ou des groupes d'amas[103] couvrant une surface toujours supérieure à 2 000 m², tous constitués très majoritairement de scories en plaquettes (on y observe parfois de très rares scories en cordons denses) ;

- le groupe 2 compte pour lui des ferriers de petites dimensions (20 m de diamètre maximum), constitués de scories en cordons, denses ou vacuolaires, ou de fond de four ;

Un site présente une organisation particulière : "Les Bourdaines" à Saint-Rémy-de-Sillé (72 315.01). Ce dernier a été indiqué par B. Mege à la fin de la phase d'inventaire de cette étude et n'a pas pu faire l'objet d'un enregistrement détaillé. Une nouvelle visite au début de l'année 2008 a permis de constater qu'il est constitué d'au moins dix ferriers de 10 à 20 m de diamètre et 1 à 2 m de hauteur, répartis sur une surface d'environ 1,5 ha. Ils sont tous composés de scories en cordons. Ces amas sont trop distants pour permettre de penser qu'ils proviennent d'un unique atelier. On ne peut pas non plus savoir si ces sites sont contemporains les uns des autres ou s'ils se sont succédés. La juxtaposition et l'homogénéité du faciès des déchets comme des amas invite néanmoins à penser qu'ils ont été produits durant une période relativement courte, sans qu'on puisse préciser laquelle. Le fait qu'il s'agit de petits amas et de scories en cordons place ce site dans le second groupe.

Hormis ce cas, la distinction s'applique à tous les autres sites découverts dans la forêt ou à proximité. Le premier groupe rassemble 26 des 34 ferriers et représente donc le faciès majoritaire dans la région.

[103] Dans deux cas, des ferriers proches (à moins de 15 m les uns des autres) mais non jointifs ont amené à l'enregistrement de sites différents pour chaque amas : sites des "Vieillies Ornières 1 à 3" (72 211.08 à 10) et du "Courtil Minot 1 et 3" (72 211.11 et 13) à Mont-Saint-Jean. On peut envisager, puisque ces sites sont organisés sur une aire de 60 m de côté qu'ils proviennent d'un même atelier. Puisqu'ils sont tous constitués de scories en plaquettes, je les place dans le groupe 1.

9.3.1.2. Position topographique

La distinction entre les deux groupes vaut également pour leur position topographique : les ferriers du groupe 1 se situent généralement en bas de pente, le long d'un ruisseau. Une seule exception à cette règle concerne le site du "Grand Lavoir" à Crissé (72 109.04), qui se trouve sur le plateau séparant deux vallées. Comme je l'ai dit, une attention particulière a été portée au fond de vallon, ce qui pourrait expliquer la surreprésentation de cette position topographique. Toutefois, les prospections systématiques menées sur plus de 500 ha, ainsi que les indications des agents de l'ONF, permettent de penser que la distribution des sites, même si elle n'est pas complète, est représentative de la réalité.

Les sites du groupe 2 ne présentent pas d'homogénéité dans leur position topographique. On en connaît en milieu de pente ("Le Pas du Chat 1" à Pezé-le-Robert, 72 234.03), au bord d'un ruisseau ("Beauchêne 1" à Montreuil-le-Chétif, 72 209.06) ou en rebord de plateau si l'on considère que le site des "Bourdaines" (Saint-Rémy-de-Sillé, 72 315.01) qui vient d'être présenté appartient bien au second groupe.

9.3.1.3. Chronologie des activités

Une des scories piégées datées par radiocarbone provient du site de "La Coulée du Gué" à Montreuil-le-Chétif (72 209.10), qui se trouve à l'orée de la forêt. Le résultat de cette datation, déjà présenté plus haut, atteste une implantation de la sidérurgie extractive dans ce secteur dès La Tène ancienne ou moyenne (cf. 7.4.1.2).

Malgré l'attention portée à la recherche de céramique en surface des ferriers, six sites seulement ont pu être datés avec certitude : cinq d'entre eux appartiennent au premier groupe définis ci-dessus et sont tous gallo-romains[104] (soit 1 sur 5). On l'a déjà vu, le faciès de scories en plaquettes semble très clairement associé à cette période. L'homogénéité d'implantation, de conformation et de faciès de déchets fait penser que la plupart des ferriers du groupe 1 sont antiques. En outre, les quelques tessons découverts en prospection et la céramique issue de la fouille du site de "Roche Brune" montrent des similitudes (même pâte et même forme de céramique commune, pouvant indiquer une même origine). Il est donc possible que certains de ces sites soient contemporains.

La fouille du site de "Roche Brune" a entre outre permis de sonder un petit amas de scories à faciès de fond de four (cf. 10.1.3), qui a été daté du bas Moyen Âge (cf. 10.2.5.2) (site de "Roche Brune 2" à Pezé-le-Robert, 72 234.09). Il paraît donc que le potentiel minier de la région des Bercons a été exploité au moins depuis le IIIe s. av. J.-C., de façon encore très discrète, et jusqu'au XVe s. Toutefois, la période de production majeure semble être la période romaine. On ne possède encore aucun témoignage des périodes intermédiaires (La Tène finale, haut Moyen Âge et Moyen Âge central) qui pourraient constituer des hiatus.

[104] "Le Saut du Cerf" (72 211.02), "Le Jouteau" (72 211.04), "La Fontaine d'Enfer" (72 211.06), "Les Vieilles Ornières 3" (72 211.10) à Mont-Saint-Jean et "Roche Brune 1" (72 234.05) à Pezé-le-Robert.

9.3.1.4. Estimation du volume de déchets produits

On peut estimer le volume de la plupart des ferriers de la zone de production de la forêt de Sillé, en particulier ceux conservés en sous bois. Cette évaluation est fondée sur les mesures prises lors des prospections. Celles-ci peuvent être surestimées, en raison même du relief du ferrier : il est donc vraisemblable que les volumes proposés sont légèrement supérieurs à la réalité. Malheureusement, plus le ferrier est étendu, plus l'imprécision est grande. En outre, le modèle mathématique développé par P.-M. Decombeix (*et al*. 1998) est valable normalement pour les ferriers en forme de calotte, ce qui est rarement le cas dans la forêt de Sillé. Malgré ces imprécisions, les valeurs obtenues permettent néanmoins de donner une image relativement cohérente du volume de déchets.

On possède des données pour 31 ferriers : leur volume oscille entre 22 et 18 720 m^3 pour une moyenne de 2 386 m^3. La distribution des valeurs est surtout marquée par la présence de deux très grands sites : celui de "La Fontaine d'Enfer" (72 211.06) dont le volume originel est estimé à plus de 14 560 m^3 et celui du "Saut du Cerf" (72 211.02), qui est le plus important de la forêt et de la zone d'étude avec une estimation de près de 18 720 m^3 (fig. 169). En dessous de ces deux cas hors norme, on peut distinguer la présence de grands ferriers, supérieurs à 5 000 m^3, et la prépondérance des ferriers de moins de 1 000 m^3. Si l'on s'intéresse à ces derniers, on note la présence de très petits ferriers, inférieurs à 300 m^3, et de petits ferriers, dont le volume est compris entre 600 et 1 000 m^3 (fig. 170). Ces seuils sont très proches de ceux observés pour l'ensemble des ferriers du Bas Maine (cf. 7.3.2).

Logiquement, les ferriers du groupe 1, généralement plus vastes, sont aussi plus hauts et donc plus volumineux. Ainsi, sur la somme totale des ferriers de la zone de production de Sillé, soit 86 280 m^3, les ferriers à scories en plaquettes du groupe 1 représentent à eux seuls 62 380 m^3, soit 72 %.

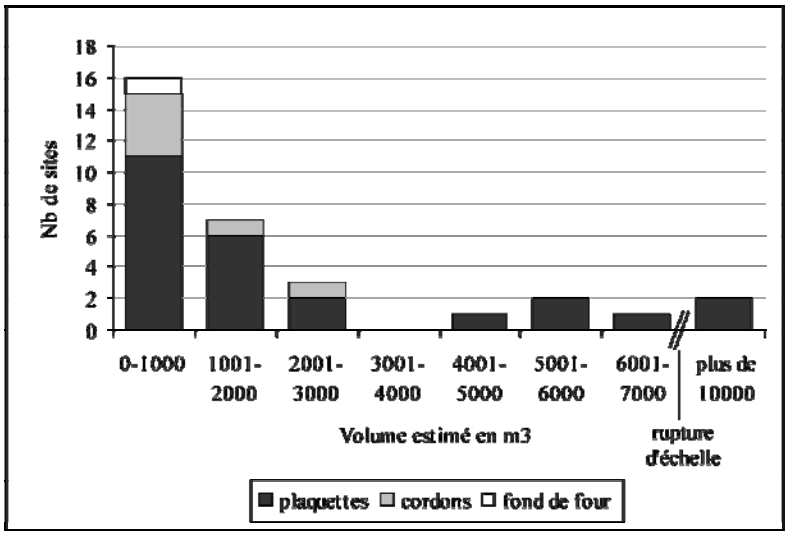


Fig. 169 : distribution des volumes estimés des ferriers de la zone de production de Sillé par classe de 1 000 m^3.

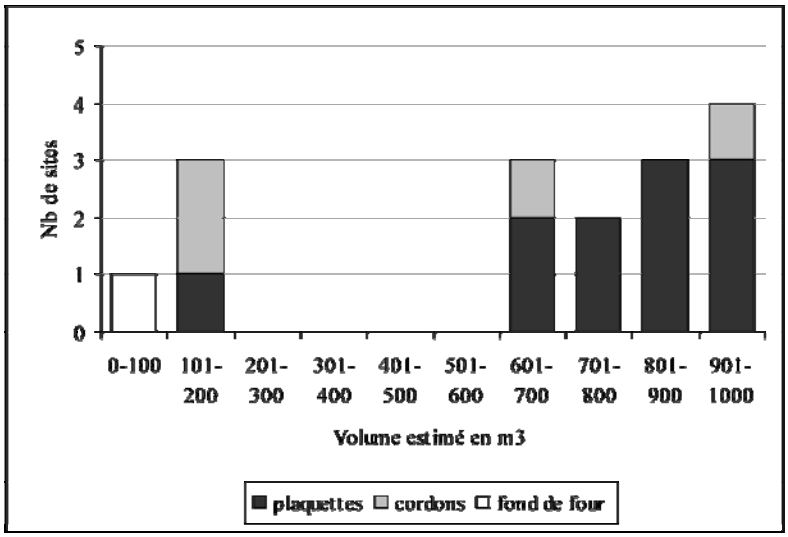


Fig. 170 : distribution des ferriers de la zone de production de Sillé dont le volume estimé est inférieur à 1 000 m^3 par classe de 100 m^3.

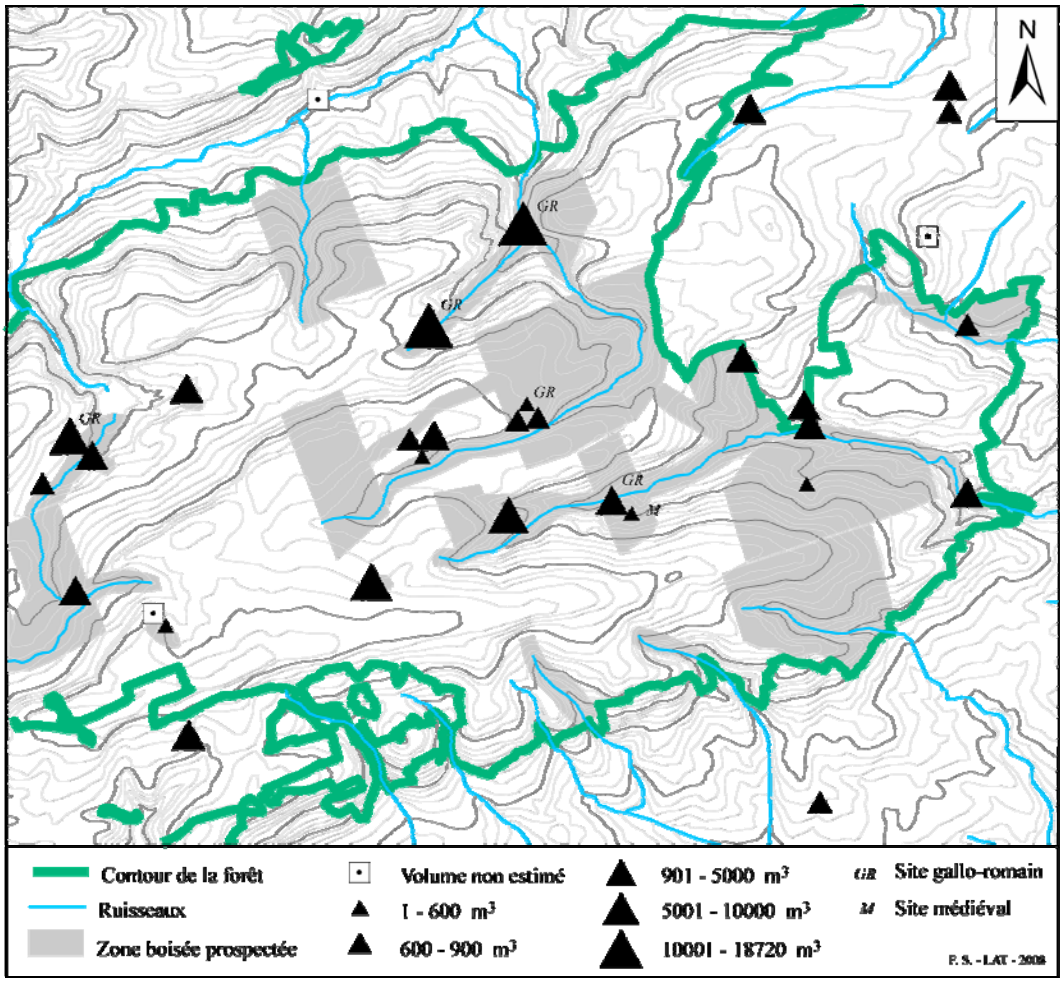


Fig. 171 : répartition des ferriers du pôle **a** de la zone de production de Sillé en fonction de leur volume. N. B : les seuils choisis sont ceux définis par l'étude de l'ensemble des ferriers du Bas Maine.

9.3.2. Étude de la répartition des sites

9.3.2.1. La distribution des sites

La totalité des sites n'est pas encore connue et il paraît prématuré d'envisager une analyse spatiale ; toutefois la distribution des ferriers semble loin d'être aléatoire (fig. 171). On remarque que les amas dont le volume de déchets est supérieur à 2 000 m^3 (donc ceux du groupe 1) ne sont jamais distants de moins de 500 m les uns des autres. On note également que les sites ou ensemble de sites les plus importants se répartissent tous les 500 à 1 000 m le long des talwegs de la forêt. Dans certains cas, on peut présumer que les ferriers sont de la même période, mais dans aucun cas on ne peut assurer qu'ils sont strictement contemporains.

De telles distances ont déjà été observées dans d'autres régions, notamment dans la zone de production d'*Argentomagus* (Indre), où les gros ferriers (ceux de plus d'1 ha) sont toujours éloignés de plus d'1 km les uns des autres (*Agriculteurs*… 1993 : 80). Là aussi, il n'est pas sûr que ces sites considérés soient contemporains. Si les sites sont contemporains, cet espacement peut être expliqué de façon relativement simple : les ateliers ont besoin d'une aire d'approvisionnement en combustible suffisante pour assurer leur production et ne peuvent donc pas être les uns à côté des autres. Si l'on admet qu'une partie des ferriers de la forêt de Sillé ont fonctionné en même temps, ce qui pourrait être le cas, leur écartement pourrait correspondre à la zone qu'exploitait chacun pour le charbonnage. Il s'agit ici d'une hypothèse, dans l'attente de l'acquisition de données plus précise sur la datation de chacun des sites.

9.3.2.2. Une aire dédiée à la production sidérurgique à l'époque romaine ?

On dispose donc pour la forêt de Sillé d'un faisceau de présomptions permettant de supposer l'existence d'un groupe de ferriers ayant pu fonctionner durant la même période – l'époque romaine –, dans un secteur où aucune occupation contemporaine n'a encore été mise en évidence. Cette situation rappelle, sur une échelle beaucoup plus modeste, le cas des régions d'Allogny et du Morvan Auxois évoqués ci-dessus (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 ; MANGIN *et al*. 1992) (cf. 8.2.3.5).

Outre l'interprétation en termes d'approvisionnement en combustible, la distribution régulière des sites et l'absence d'autre type d'occupation invitent à penser que ces ateliers ont pu prendre place dans un même domaine foncier. La surface couverte par le pôle de concentration est estimée à plus de 41 km². Cette surface semble très importante pour un unique domaine privé[105] et si l'on garde l'hypothèse d'une seule propriété, celle-ci pourrait relever du domaine public. Cela ne préjuge pas

[105] Les superficies des domaines ruraux gallo-romains ont souvent été surestimées dans les publications anciennes, alors influencées par la thèse d'Arbois de Jubainville selon laquelle chaque commune avait pour origine une *villa* (FERDIÈRE 1988, I : 87-93). Par exemple, des superficies de 4 000 et 7 000 ha ont été proposées respectivement pour les domaines de Chiragan et Montmaurin. En fait, la densité des découvertes dans certaines régions laisse plutôt supposer l'existence de domaine de l'ordre de quelques dizaines d'hectares, peut-être plusieurs centaines, et de plus rares *latifundia* de plus de 1 000 ha. Le cas de la forêt de Sillé, avec ses 4 100 ha, pourrait entrer dans ce cadre mais cela reste douteux.

cependant pas de son mode de gestion (faire valoir direct ou indirect), ni du statut juridique précis du propriétaire (domaine impérial, cité ou conseil des Gaules ?). On peut également envisager que la concentration des sites dans la région de Sillé corresponde à plusieurs domaines fonciers différents et contigus, spécialisés dans la production sidérurgique. En effet, l'absence apparente de bâtiments résidentiels au sein de la concentration de ferriers ne signifie pas qu'il ne peut pas y en avoir à la marge de la zone de production ou même que certains domaines dépendaient d'une installation plus lointaine, voire même urbaine. On ne peut donc conclure fermement concernant le statut juridique de la zone de production sidérurgique antique de la forêt de Sillé : si l'existence ici d'un domaine public paraît possible, on ne peut exclure la concentration ici de la production sur plusieurs terrains privés contigus.

L'identification dans la région de Sillé d'une entreprise de production sidérurgique implantée à la marge occidentale de la zone minière des Bercons durant l'époque romaine est encore une hypothèse fragile mais elle paraît crédible. La datation précise des ferriers de la région et la poursuite des prospections pourraient permettre de l'étayer.

9.3.2.3. L'édifice de "Roullée" et son possible lien avec l'activité sidérurgique

Il est toujours délicat d'établir un lien entre deux sites implantés à une certaine distance l'un de l'autre. D'une part, on ne peut pas toujours affirmer leur stricte contemporanéité, l'archéologie ne pouvant souvent pas identifier un décalage chronologique inférieur à une génération, et encore, dans les meilleurs cas. D'autre part, même si les sites sont contemporains, la proximité ne signifie pas qu'il y ait un lien entre les installations. Si l'on se limite à ce constat, on ne peut pas avancer. Le paragraphe qui suit expose donc, sur le fondement d'un exemple du Bas Maine, les cas de bâtiments thermaux et résidentiels d'époque romaine associés avec plus ou moins de certitude à l'activité sidérurgique. La qualité des informations dont on dispose est très variable en fonction des sites et des contextes de découvertes et de fouilles. Il n'est pas lieu ici de proposer des modèles, mais de poser les jalons d'une étude qui reste largement à faire, celle de l'occupation autour des ateliers de réduction. C'est pourquoi, il ne faut pas prendre cette présentation comme une affirmation d'un fait établi mais comme l'énoncé d'hypothèses qui restent à prouver.

- Présentation du site

Un édifice pourrait être en lien avec la zone de production romaine de Sillé : il s'agit du site de "Roullée" à Mont-Saint-Jean (Sarthe) (BOUVET 2001a : 366-367). Durant l'été 1844, des ouvriers occupés au défrichement d'une zone située entre les fermes de "Roullée" et de "La Celle", à 600 m au nord de la forêt de Sillé, dégagèrent des pans de murs de petit appareil à arases de briques (VOISIN 1844-1845). Les fouilles entreprises par la suite par le Vicomte de Dreux-Brézé permirent de mettre au jour une partie d'un bâtiment. Le témoignage et le plan d'É. Hucher permettent de mieux se figurer ces découvertes (DROUET, HUCHER 1856) (fig. 172) : les murs constituent un rectangle de 16 x 11,5 m, subdivisé en trois pièces d'inégales importances desservies par un couloir. É. Hucher signale la présence de briques rondes et carrées ainsi que de tuyaux de chaleur pour hypocaustes et l'on peut

donc supposer que tout ou partie du bâtiment bénéficiait d'un chauffage par le sol ou qu'il s'agit de bains. L'une de ces pièces était pavée d'une mosaïque attribuable au Ier-IIe s. ap. J.-C. (détruite par les intempéries après la fouille) (DROUET, HUCHER 1845 ; 1856 ; BLANCHARD-LEMÉE 1991 : 101, pl. XXXIX, n°710) (fig. 172). Ses murs étaient couverts d'enduits peints de diverses nuances. Le sol des autres pièces étaient faits de béton (DROUET, HUCHER 1856 : 241).

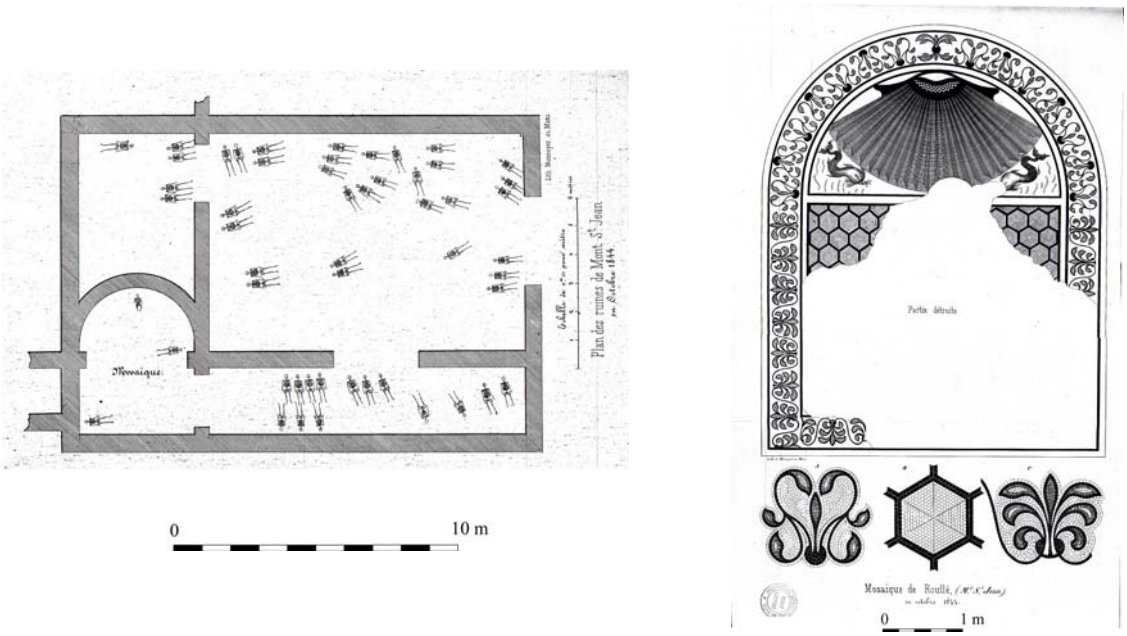


Fig. 172 : plan sommaire du bâtiment (à gauche) et de la mosaïque (à droite) mis au jour en 1844 à "Roullée" (Mont-Saint-Jean, Sarthe) (d'après DROUET, HUCHER 1856).

52 sépultures ont été découvertes lors de ces travaux dont une d'un enfant placé dans l'abside de la pièce à la mosaïque. Cette nécropole a été interprétée par certains auteurs comme la trace des massacres des invasions barbares (LEDRU 1911 : 200 ; BOUTON 1962 : 96 ; TERMEAU 1963 : 159) mais il paraît plus probable qu'il s'agisse d'une nécropole mérovingienne réinstallée dans les ruines du bâtiment (hypothèse qui avait déjà été avancée peu de temps après la fouille par É. Hucher : DROUET, HUCHER 1856 : 242, note 1). Le matériel de ces sépultures a probablement été mélangé avec celui provenant des niveaux de démolition du bâtiment romain. La liste fournie par É. Hucher en témoigne avec pêle-mêle : "*des fragments de poterie rouge ornée* [sigillée], *noire ou grise ; des écailles de grandes huîtres, des défenses de sanglier* [canines de porcs], *un andouillet de cerf, deux morceaux de sifflet ou flûte en os* [probablement des charnières], *un éperon en fer* [médiéval ?], *une lame de couteau, des clous en fer,* […] *deux petites médailles* […] *de Claude-le-Gothique,* […] *un petit fermoir en bronze, orné de palmettes* [plaque-boucle ?]." (*ibid.* : 241).

La découverte d'une statuette sur le même site a été rapportée 30 ans après celle des structures (HUCHER 1873-1874 ; ESPERANDIEU 1911, IV : 139, n°3001) (fig. 173). Il s'agit d'une statue en calcaire d'environ 50 cm de haut représentant un homme vêtu d'une tunique à capuchon (*cucullus*) et muni d'un arc et d'une serpe (ou d'une plane ?). On voit au sommet de sa tête deux petites protubérances évoquant des cornes. Cette statue est conservée au Musée d'Archéologie Nationale à Saint-Germain-en-Laye et constitue la seule pièce mobilière conservée provenant du site de "Roullée"

(REINACH 1917 : 45). Dans un article récent, J.-M. Pailler a rapproché, de façon un peu audacieuse, cette figuration d'une divinité gauloise liée à la production d'arme, plus particulièrement d'arc, à partir de bois et de fer (PAILLER 2005 : 370).

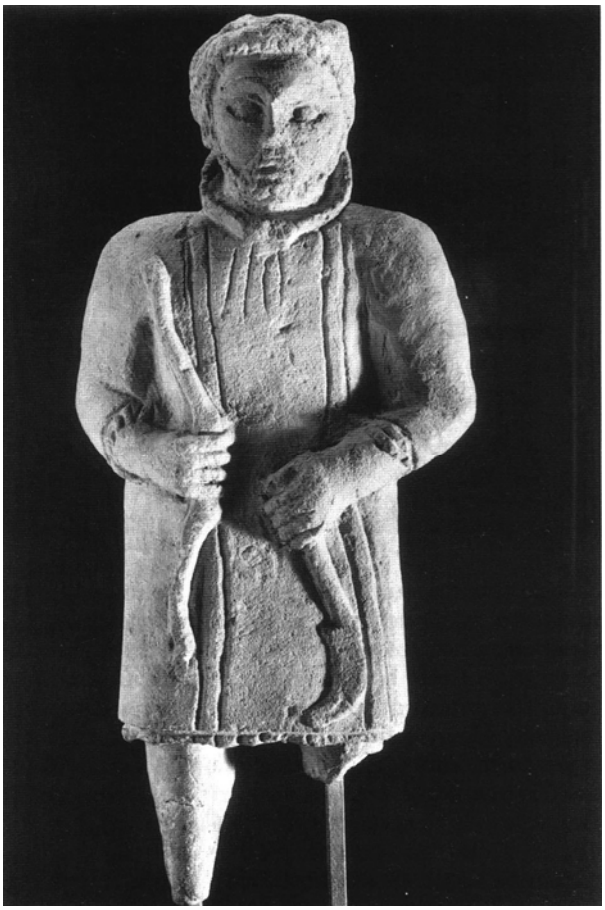


Fig. 173 : statuette en calcaire de "Roullée" (cliché MAN, d'après BOUVET 2001a : 367, fig. 350).

Une visite sur le terrain a permis de localiser assez précisément le lieu de ces découvertes, grâce aux indications du propriétaire. Le relief visible dans le pré de la ferme de "Roullée" se situe à une quinzaine de mètres du ruisseau du même nom, à moins d'1 km en aval du plus gros ferriers de la forêt, celui du "Saut du Cerf" (72 211.02). Des scories de réduction sont visibles aux alentours du cours d'eau et ont entraîné l'enregistrement d'une dispersion de scories (72 211.03).

- Proposition d'interprétation

Le site de "Roullée" a été reconnu dès sa découverte comme une *villa*, malgré un plan apparemment incomplet (VOISIN 1844-1845). Cette interprétation n'a jamais été remise en cause par la suite (LAMBERT, RIOUFREYT 1981c : 148 ; BOUVET 2001a : 366-367). Pourtant, la mise au jour d'un hypocauste et d'une mosaïque aux décors marins (dauphins, coquille), ainsi que la présence du ruisseau de Roullée à moins de 15 m, permettraient de voir dans une partie ce bâtiment un balnéaire.

Ceci n'exclut pas bien sûr que ce *balneum* soit lié à une résidence rurale à vocation agricole, mais rien ne permet de l'affirmer[106].

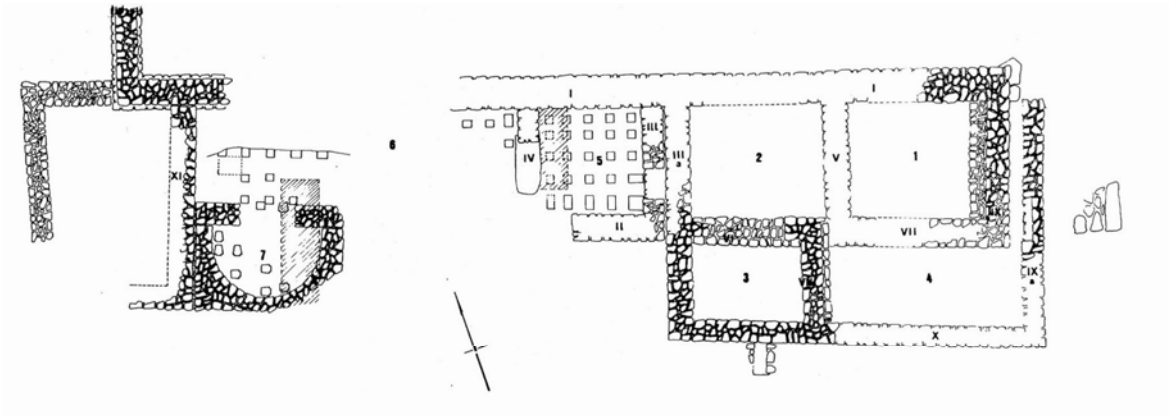
En l'état des connaissances, rien ne permet de lier de manière certaine l'établissement de "Roullée" avec l'activité sidérurgique mise en évidence dans la forêt voisine. On ne peut que souligner la proximité entre ce site avec le plus grand ferrier de la région, daté de l'époque romaine, mais sans qu'on puisse assurer qu'il est contemporain de l'édifice de "Roullée". Toutefois, ce n'est pas la première fois qu'on trouve un bâtiment balnéaire ou un habitat plus ou moins luxueux construit en dur dans le voisinage d'un ensemble de sites de réduction ou même au sommet d'un ferrier.

En Gaule et en Grande Bretagne, des balnéaires ont été découverts à proximité de trois sites de réduction directe romains : le "Chêne-de-Haut-le-Pied" à Joigny (Yonne) (LACROIX 1957), "Beauport Park" (East Sussex, Grande Bretagne) (BRODRIBB, CLEERE 1988 ; CLEERE, CROSSLEY 1995 : 71, fig. 71) et le"Domaines des Forges" aux Martys (Aude) (DOMERGUE *et al*. 1993 : 164-198). Dans les trois cas, les édifices sont apparemment contemporains de l'activité sidérurgique : ils sont construits dans deux cas sur les scories et ils ont été recouverts par elles après leur abandon. Dans les trois cas, ils voisinent avec de très importants ferriers, dépassant de loin ceux de la forêt de Sillé : la description ancienne du site de Joigny rapporte l'existence de deux buttes de scories de 15 m de hauteur et de 150 m de diamètre (soit un peu moins de 170 000 m^3) (HURE 1919 : 64-65) ; le volume du Grand Ferrier du "Domaine des Forges" est estimé entre 140 000 et 200 000 m^3 (DECOMBEIX *et al*. 1998 : 85) ; enfin, H. Cleere indique un volume de 30 000 m^3 pour le ferrier de "Beauport Park" (CLEERE 1976 : 238). Les trois édifices ont des dimensions comparables entre eux et avec celui de "Roullée" et sont subdivisés en petites pièces (fig. 174).

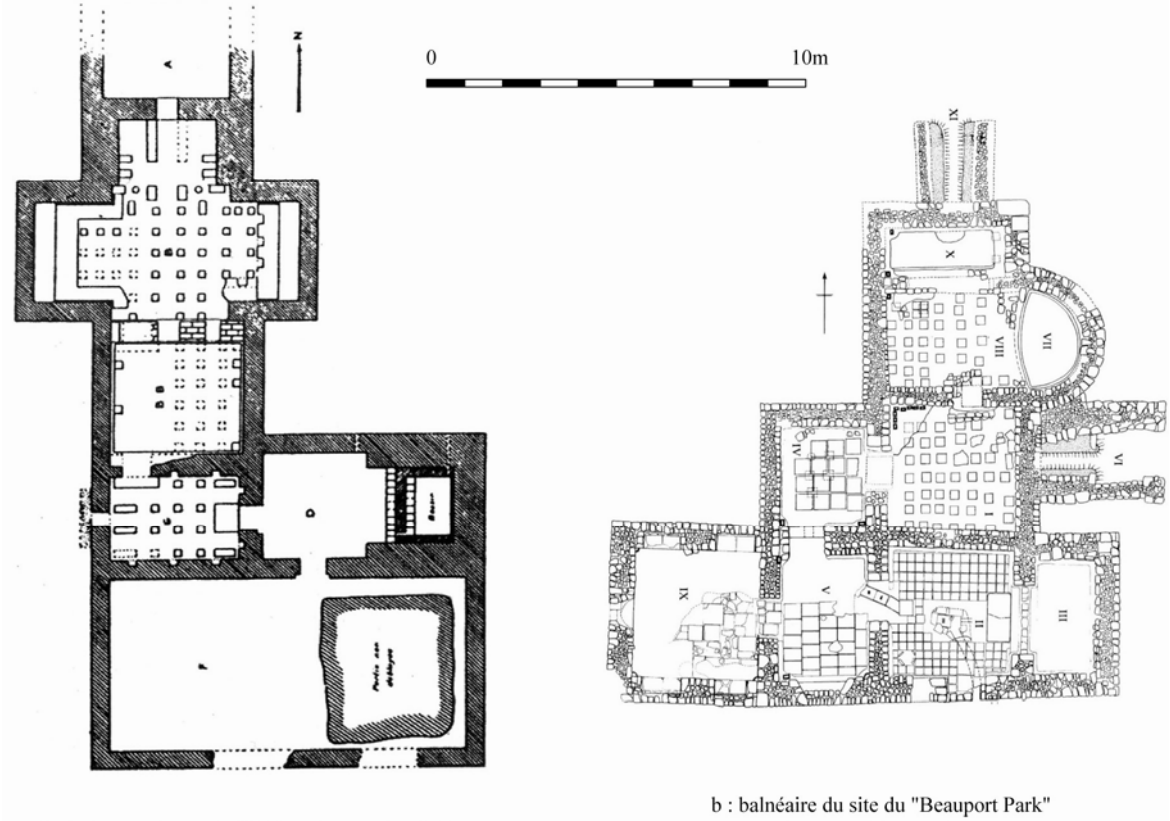
Deux autres sites pourraient s'intégrer à cette courte série. Le premier est un petit balnéaire mis au jour à Macquenoise en Belgique et qui se trouverait lui aussi à proximité de sites de réduction directe du fer romain dont l'importance est malheureusement mal connue (BRULET 1985) (fig. 175). En effet, les recherches récentes relativisent fortement l'importance de la production sidérurgique sur le territoire belge (DOMERGUE, LEROY 2000b ; voir bilan bibliographique dans POLFER 1999b). Ce dernier site ne peut donc être fermement retenu dans le type de sites envisagé ici. Un dernier cas peut être rapidement évoqué. Il ne nous est connu que par une mention ancienne (ROGER 1835). Le Baron Roger décrit en 1835 un important ferrier romain situé sur la rive gauche de la Loire, à 500 m du fleuve, derrière le domaine de "La Motte-Saint-Firmin" à Châtillon-sur-Loire[107] (Loiret). Il indique qu'il a fait mener des fouilles à environ 150 m en amont de ce site et a découvert plusieurs murs maçonnés en petit appareil à arase de briques, parmi lesquelles il distingue deux pièces. L'une d'elles présentait les caractéristiques d'un balnéaire (hypocauste, enduit de chaux hydraulique). Rien ne permet d'affirmer – ni d'infirmer – que les deux sites sont contemporains.

[106] Un projet de prospection géophysique a été déposé pour ce site afin de repérer précisément l'emprise du bâtiment dégagé au XIXe s. et comprendre son environnement, notamment l'éventuellement présence d'autres bâtiments et d'anomalies magnétiques pouvant indiquer des travaux sidérurgiques. Cette opération devrait se dérouler à l'automne 2008 et pourrait être suivie de sondages de vérification.

[107] Probablement proche du lieu-dit "La Motte", entre Châtillon et Saint-Firmin-sur-Loire dans le Loiret.



a : balnéaire du Grand Ferrier du "Domaine des Forges" (Les Martys, Aude) (d'après DOMERGUE *et al*. 1993 : 167, fig. 100).



b : balnéaire du site du "Chêne-de-Haut-le-Pied" (Joigny, Yonne) (d'après DELOR 2002, II : 432, fig. 584).

b : balnéaire du site du "Beauport Park" (East Sussex, Grande Bretagne) (d'après BRODRIBB, CLEERE 1988 : 223, fig. 3).

Fig. 174 : planche comparative des trois balnéaires découverts dans des centres de production sidérurgique romains.

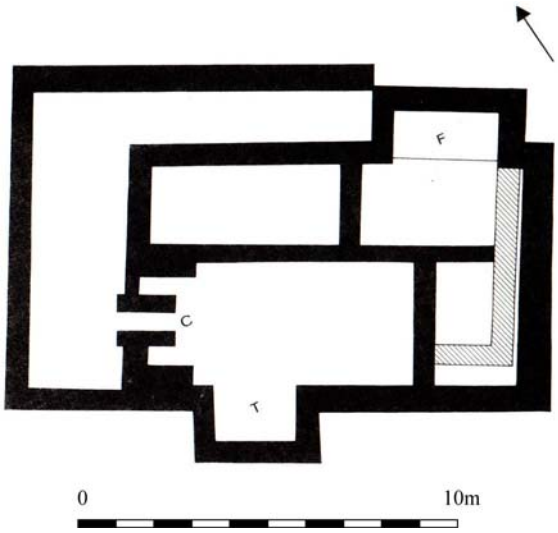


Fig. 175 : plan restitué du *balneum* de Macquenoise (Belgique) (d'après BRULET 1985 : 54, fig. 19).

Le balnéaire mis au jour aux Martys (Aude) a été interprété comme des bains collectifs destinés aux artisans officiant dans les ateliers de réduction (DOMERGUE *et al*. 1993 :197-198). Il en va de même de ceux de "Beauport Park", dont H. Cleere considère qu'ils appartiennent à un "type militaire" (BRODRIBB, CLEERE 1988 : 191). Il faut rappeler que ce site a livré de nombreuses tuiles portant les lettres CLBR, marque de la *Classis Britannica*, la Flotte impériale (CLEERE 1974). Malgré l'avis de B. Lacroix, l'interprétation est sans doute la même pour le site de Joigny (LACROIX 1957 : 37).

L'établissement de "Roullée" se distingue de ces exemples : on ne perçoit pas les subdivisions en petites pièces ni la logique du cheminement propre à un *balneum*. Il est donc difficile d'affirmer que le site s'intègre bien à la courte liste citée ci-dessus. Toutefois, le plan qu'on possède est très schématique et incomplet. Il ne figure pas en particulier la position des pilettes de l'hypocauste signalé par É. Hucher et ne précise pas les niveaux de sol des diverses pièces, éléments qui auraient pu permettre de mieux apprécier l'organisation du bâtiment.

D'autres constructions ont été mises en évidence à proximité de sites sidérurgiques, notamment plusieurs bâtiments d'habitats relativement luxueux parfois associés à d'autres installations. Tout d'abord, le site du "Domaine des Forges" a livré deux autres bâtiments, à des niveaux stratigraphiques différents de celui du balnéaire présenté ci-dessus : un bâtiment de stockage de vivre ("le bâtiment aux doliums") et un autre interprété comme une réserve à charbon (DOMERGUE *et al*. 1993 : 127-202). Un autre site de cette région est particulièrement intéressant : celui du "Co d'Espérou" à Saint-Denis (Aude). Sur ce site a été découvert, en amont d'un ferrier de 5 ha datable du IIe s., un vaste bâtiment de 46 x 15 m construit dans les scories avec un bassin bordé d'une galerie couverte, une salle à hypocauste, des murs recouverts d'enduits peints (SABLAYROLLES 1982 : 185 ; 1989) (fig. 176). Ce site, construit en deux phases – au Ier s. pour les deux tiers ouest et au IIe s. pour la partie orientale –, a fourni en particulier un lot anormalement important de verrerie (MARTY, MARAVAL 2003). La contemporanéité du second état avec l'activité sidérurgique fait ici peu de doute.

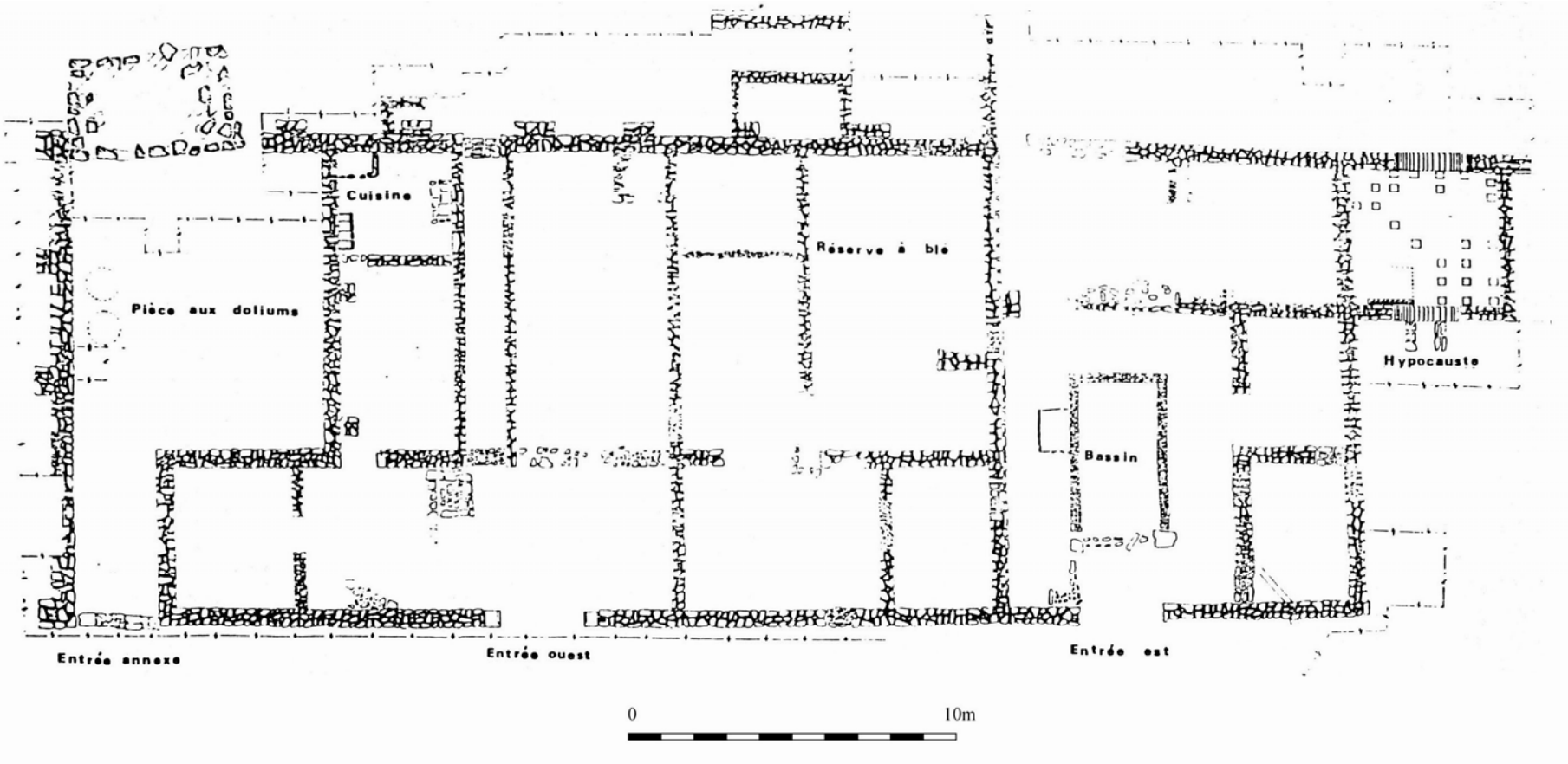


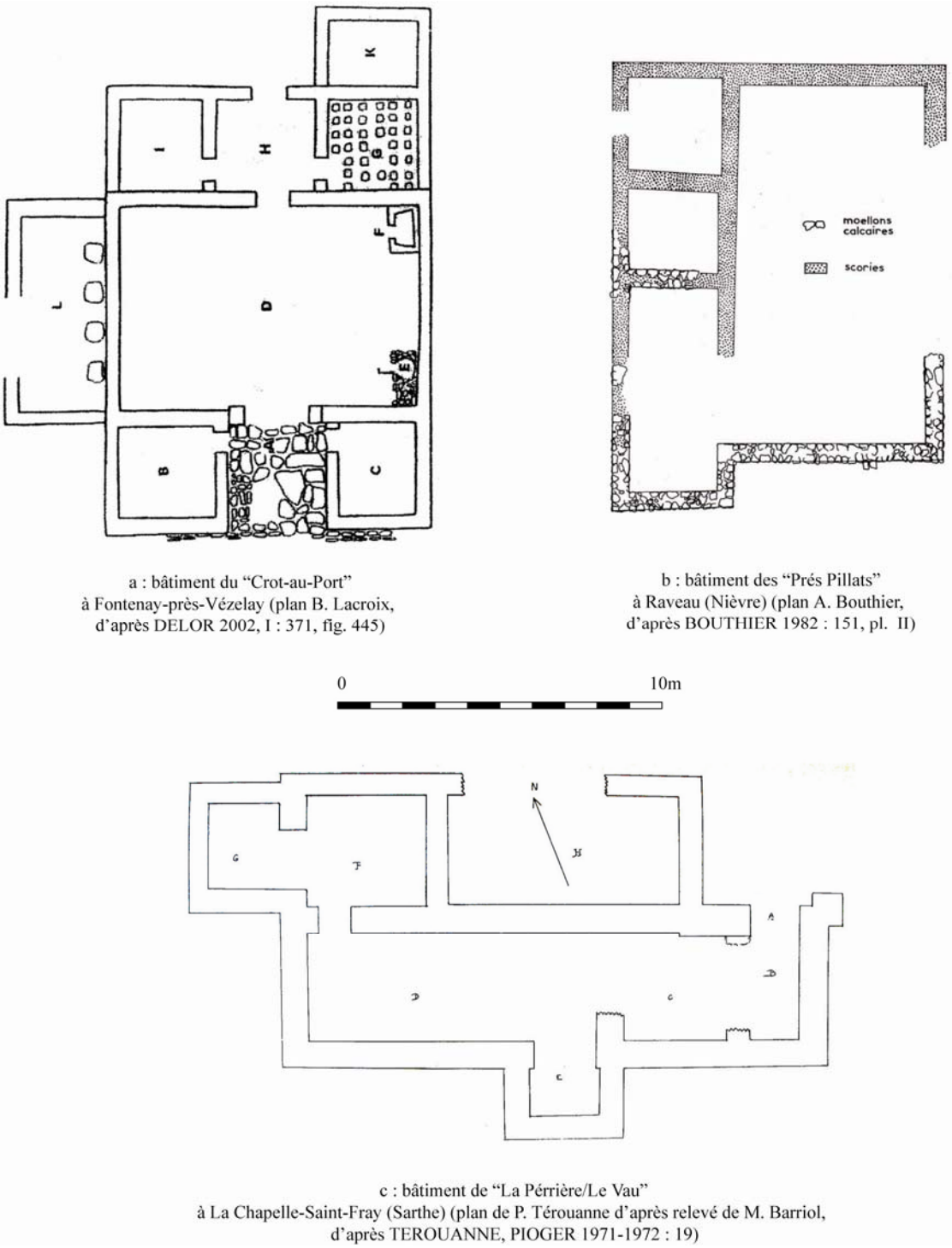
Fig. 176 : plan de la "*villa*" du "Co d'Espérou" (Saint-Denis, Aude) (plan H. Abrial et R. Sablayrolles, d'après SABLAYROLLES 1989 : 79, fig. 2)

Au "Chêne-de-Haut-le-Pied" à Joigny (Yonne), les recherches menées autour du *balneum* dégagé par B. Lacroix ont permis de repérer un petit *fanum* (fouille D. Perrugot), des puits ainsi que d'autres bâtiments sur fondation de silex qui pourraient être des habitats (DELOR 2002 : 432 ; NOUVEL 2004 : 211, pl. A346). La thèse de P. Nouvel fournit trois autres exemples d'établissements mêlant un habitat souvent luxueux, un petit balnéaire et parfois des bâtiments et des puits contemporains des ferriers sur lesquels ils sont installés ("Saint-Ange" et "Sévy" à Bussy-en-Othe, "La Croix Rouge" à Sormery : NOUVEL 2004 : 211-212, pl. A133, A612 et A583). Pour ces derniers cas, on pourrait sans doute parler d'agglomération (cf. 2.3.3.4).

À Fontenay-près-Vézelay, au lieu-dit "Le Crot-au-Port", l'abbé B. Lacroix a fouillé dans les années 1960 un habitat très luxueux avec hypocauste, enduits peints et stucs (fig. 177, a). À 150 m de cet habitat a été découvert un petit sanctuaire (*fanum*). Ces bâtiments sont implantés au sein d'une zone de production comptant plusieurs ferriers datés de l'époque romaine, mais ils ne sont pas construits dans les scories (DELOR 2002 : 371-373 ; NOUVEL 2004 : 212-213, pl. A287, fig. 117). On ne peut donc être de sûr qu'il existe bien un lien entre les deux types d'occupation. Toutefois, la résidence du "Crot-au-Port" se démarque des modèles de *pars urbana* connus et on ne peut l'identifier à une portion d'une installation agricole.

Ce cas n'est pas isolé : si l'on reprend les publications plus ou moins anciennes, on s'aperçoit que la présence de bâtiments en dur a été notée à plusieurs reprises sur ou à proximité des ferriers. A. Bouthier signale par exemple les fondations d'un petit bâtiment à proximité d'un ferrier au lieu-dit "Prés Pillats" à Raveau (Nièvre) (BOUTHIER 1982 : 149-151 ; BIGEARD 1996 : 226) (fig. 177, b). Là encore on ne connaît pas la datation précise des deux sites. Des découvertes de prospection, encore une fois dans l'Yonne, indiquent la présence de bâtiments à proximité d'amas de scories, notamment au lieu-dit "Trotteville" entre Les Clérimois et Lailly (Yonne) (DUNIKOWSKI 1994 ; DELOR 2002, I : 315 et II, 441) ou encore à Lucy-sur-Yonne (Yonne) où un ensemble de bâtiment comportant hypocauste et balnéaire a été mis en relation avec la sidérurgie par son inventeur (ADAM 1995).

Plus proche de la zone étudiée ici, le bâtiment du "La Perrière / Le Vau" à La Chapelle-Saint-Fray (Sarthe) se trouve au cœur de la zone de production sidérurgique de Lavardin/La Bazoge (BOUVET 2001a : 195-196) (fig. 177, c). Ce site est connu depuis le XIXe s., en raison de la bonne conservation des murs, sur près de 2 m de hauteur. Le plan dressé dans les années 1970 montre un bâtiment d'une emprise de 20 x 10 m, subdivisée en plusieurs pièces. Une salle (pièce G sur le plan) surcreusée de près d'un mètre et dont les parois sont enduites de chaux hydraulique a été interprétée successivement comme une piscine, puis comme une cave ou un laraire (TÉROUANNE, PIOGER 1971-1972). Dans ce cas également, le plan n'est pas caractéristique d'une *villa*. En outre, la présence de trois ferriers et de plusieurs dispersions de scories de réduction dans un rayon de 3 km (le ferrier le plus proche est à moins de 500 m) pourrait faire penser que ce bâtiment était lui aussi en lien avec l'activité sidérurgique : c'est en tout cas l'hypothèse de P. Térouanne et A. Pioger (*ibid.* : 22). Malheureusement, les données chronologiques manquent.



a : bâtiment du "Crot-au-Port"
à Fontenay-près-Vézelay (plan B. Lacroix,
d'après DELOR 2002, I : 371, fig. 445)

b : bâtiment des "Prés Pillats"
à Raveau (Nièvre) (plan A. Bouthier,
d'après BOUTHIER 1982 : 151, pl. II)

c : bâtiment de "La Péririère/Le Vau"
à La Chapelle-Saint-Fray (Sarthe) (plan de P. Térouanne d'après relevé de M. Barriol,
d'après TEROUANNE, PIOGER 1971-1972 : 19)

Fig. 177 : ensemble de plan de bâtiments découverts à proximité de site de réduction. N. B. : par défaut le nord est vers le haut de la page.

Le site de "Roullée" pourrait donc s'inscrire dans cette petite série de sites, parfois d'architecture assez recherchée, trouvés à proximité ou sur des centres de production sidérurgique. L'interprétation à donner à ces découvertes n'est pas aisée mais une hypothèse vient naturellement à l'esprit : celle de la résidence du responsable de la production. En effet, le luxe de la "*villa*" du Co d'Espérou (Saint-Denis, Aude) ou du bâtiment du "Crot-au-Port" (Fontenay-près-Vézelay, Yonne) ne correspond guère avec l'idée qu'on peut se faire de l'habitat des artisans eux-mêmes. Dans cette

perspective, la partie de bâtiment dégagée au nord de la forêt de Sillé paraît anormalement luxueuse. La présence d'une mosaïque (la seule connue dans la cité des Cénomans), d'un hypocauste et d'enduits peints atteste une certaine aisance des occupants. Or la région de Sillé repose sur les terrains primaires du Massif Armoricain, acides, peu propices à la culture et qui sont encore aujourd'hui majoritairement enherbés. Ce terroir paraît donc peu favorable à l'implantation d'une exploitation agricole. En outre, les riches terres du Bassin Parisien, qui se trouve à moins de 10 km (Champagne), ont dû avoir la faveur des agriculteurs. L'exploitation du fer pourrait donc être une piste pour expliquer l'apparente opulence du site de "Roullée". On peut proposer, à titre d'hypothèse, de voir dans ce site la résidence d'un responsable de la production sidérurgique de la zone de production dont on suppose l'existence durant la période romaine à moins d'1 km de là, dans la forêt de Sillé. Il s'agit d'une hypothèse audacieuse. Les recherches prochaines sur ce site (cf. note 109) et la poursuite des sondages sur les ferriers de la forêt de Sillé pourront peut-être permettre de l'étayer ou la contrediront.

Chapitre 10
L'atelier de réduction directe de "Roche Brune"

10.1. Présentation du site

10.1.1. Contexte de découverte

Le site de "Roche Brune" a été découvert lors des prospections menées le long des ruisseaux de la forêt de Sillé en février 2005 (site 72234.06). Il se situe sur la rive droite du petit ruisseau à méandre du "Pas du Chat", le long d'un chemin de randonnée, à l'extrême nord de la commune de Pezé-le-Robert (Sarthe) (voir fig. 168, p. 366).

Le site se présentait, lors de sa découverte, sous la forme d'un imposant ferrier formant une terrasse artificielle dans la pente et dominant de près de 5 m le cours du petit ruisseau. Il était couvert par une chênaie-hêtraie assez clairsemée. La prospection avait permis d'évaluer la surface totale du site à environ 2 000 m². Des petits amas avaient été mis en évidence en amont du ferrier, ainsi qu'à l'ouest du chemin de randonnée. Toutefois, un unique site avait été enregistré car l'épandage de scories continu ne permettait pas de distinguer clairement les amas les uns des autres. Le site n'était marqué que par le passage d'un engin forestier, une charrue à disque, qui avait entaillé la surface du ferrier sur une vingtaine de centimètres, mettant au jour des blocs de grès entre lesquels ont été découverts cinq tessons de céramique commune datable de l'époque romaine. Hormis cette légère incision, le site semblait exempt de toutes récupérations et se trouvait, *a priori*, dans un parfait état de conservation.

Ce ferrier, exceptionnel par son état de conservation, n'était pas explicitement mentionné dans la bibliographie ancienne et n'était pas connu par les agents forestiers. Il s'inscrit dans une série de six sites de réduction répartis tous les 600 à 1 000 m dans le talweg séparant le dernier contrefort du synclinal des Coëvrons au sud de la crête sur laquelle passe actuellement la route de Fresnay-sur-Sarthe à Sillé-le-Guillaume, au nord.

L'amas principal était très majoritairement constitué de scories en plaquettes. La position topographique, la taille, la datation et le faciès dominant des déchets du site de "Roche Brune" sont caractéristiques du groupe de ferriers numérotés 1 dans le chapitre précédent : il en représente un bon exemple.

10.1.2. Contexte géologique et orographique

Le site de "Roche Brune" est encaissé dans la vallée du Pas du Chat. Il se trouve au bas d'une pente qui, depuis le "Col de la Source", descend sur près de 500 m, avec une inclinaison constante d'environ 10 %. La route la plus proche est à 300 m ; c'est probablement en raison de cet éloignement que le ferrier n'a pas été récupéré.

Le site est implanté sur un faciès altéré des schistes primaires du synclinal des Coëvrons. Le sol est marqué par une forte solifluxion et la quasi-absence de niveau d'humus (à peine 5 cm). On trouve des blocs de grès armoricain arrivés avec le colluvionnement. Le substrat ne contient aucune formation ferrugineuse. Trois faciès de minerai de fer sont disponibles dans un rayon de quatre kilomètres ; par ordre de proximité on trouve : le niveau de schiste ordovicien pouvant contenir des filons de grès oolithiques ferrugineux, les grès de la Formation de Blandouet et, enfin, les minerais des argiles à glauconie cénomaniennes de la région des Bercons.

10.1.3. Présentation des sondages et de leurs résultats

Deux campagnes de sondages ont été menées sur le site de "Roche Brune", en juillet et août 2006 et 2007, pour une durée totale de trois mois et demi (soit 741 jours/homme : SARRESTE 2006a ; 2007a). Grâce à un accord avec l'ONF, une partie des arbres qui couvraient le site a pu être coupée et enlevée. Il s'agissait des taillis de hêtres. En revanche, il nous était interdit d'abattre les chênes présents dans la parcelle. Huit sondages ont été ouverts, pour une surface totale de près de 1 000 m² (fig. 178). Trois de ces sondages ont été reliés pour former une vaste aire ouverte de 750 m², dont l'emprise est fonction de la position des arbres qu'on ne pouvait pas abattre. Enfin, la présence de niveaux archéologiques en amont de l'atelier gallo-romain a été vérifiée par une série de six sondages à la tarière à main.

La fouille a permis de mettre en évidence quatre ferriers distincts : en amont du ferrier principal, appelé ferrier 1, se trouvent deux amas plus petits (ferrier 2 à l'ouest et 3 à l'est) (fig. 179). Ces trois amas sont constitués exclusivement de scories en plaquettes et du cortège qui les accompagne habituellement (scories en cordons épatés et en cylindre de grand module). A l'est du ferrier 3 a été découvert un amas de scories de fond de four, de petites dimensions, le ferrier 7. Un épandage de scories a également été découvert en amont.

Deux bas fourneaux, structures 4 et 5, ont été mis au jour. Ils sont encastrés dans le talus séparant les ferriers 2 et 3. Une série de trous de poteaux permet de restituer l'existence d'un bâtiment protégeant ces fours (structure 6). Les angles nord de l'atelier étaient recouverts par les petits ferriers. Dans celui situé à l'est a été découvert un important niveau de rejet contenant céramique, verre et objets en fer. En outre, une série de fosses a été mise au jour entre les ferriers 3 et 7. Enfin, ce dernier amas a livré un petit lot de céramiques.

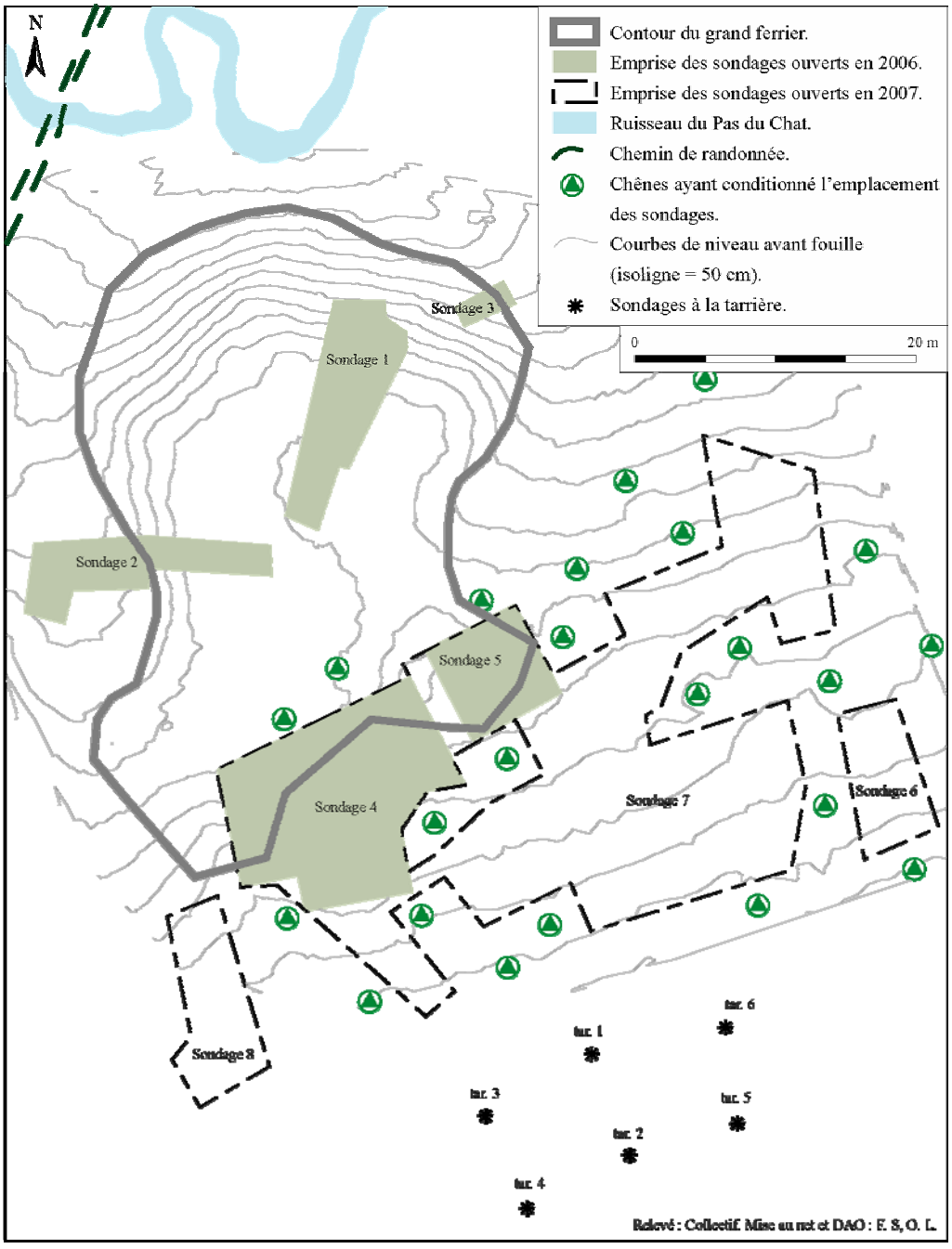


Fig. 178 : plan des sondages ouverts durant les campagnes de sondages 2006 et 2007 sur le site de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe).

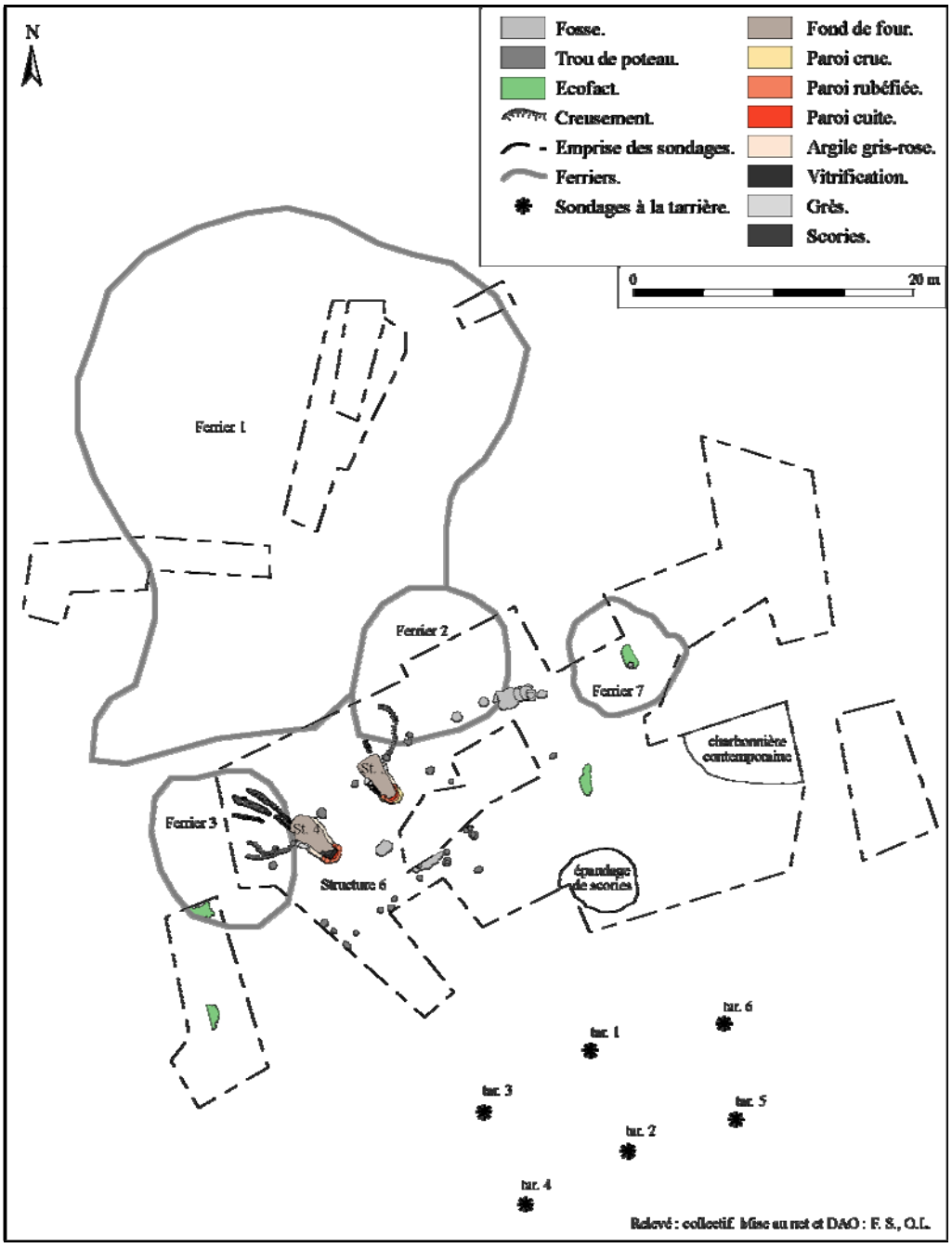


Fig. 179 : plan masse des structures découvertes sur le site de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe).

10.2. L'atelier de réduction directe d'époque romaine

10.2.1. Les bas fourneaux

10.2.1.1. Description

Deux bas fourneaux ont donc été mis au jour dans un excellent état de conservation (fig. 180 à 182). Ces deux structures appartiennent à la catégorie des bas fourneaux à scories coulées (*slag-tapping furnaces* : TYLECOTE 1987 : 176-177). Ils sont semblables dans leur mode de construction comme dans leurs dimensions, nous les décrirons donc ensemble.

Fig. 180 : vue de l'atelier d'époque romaine à la fin de la campagne de fouille 2006.

Fig. 181 : photographies des deux bas fourneaux : 4, à gauche, et 5, à droite.

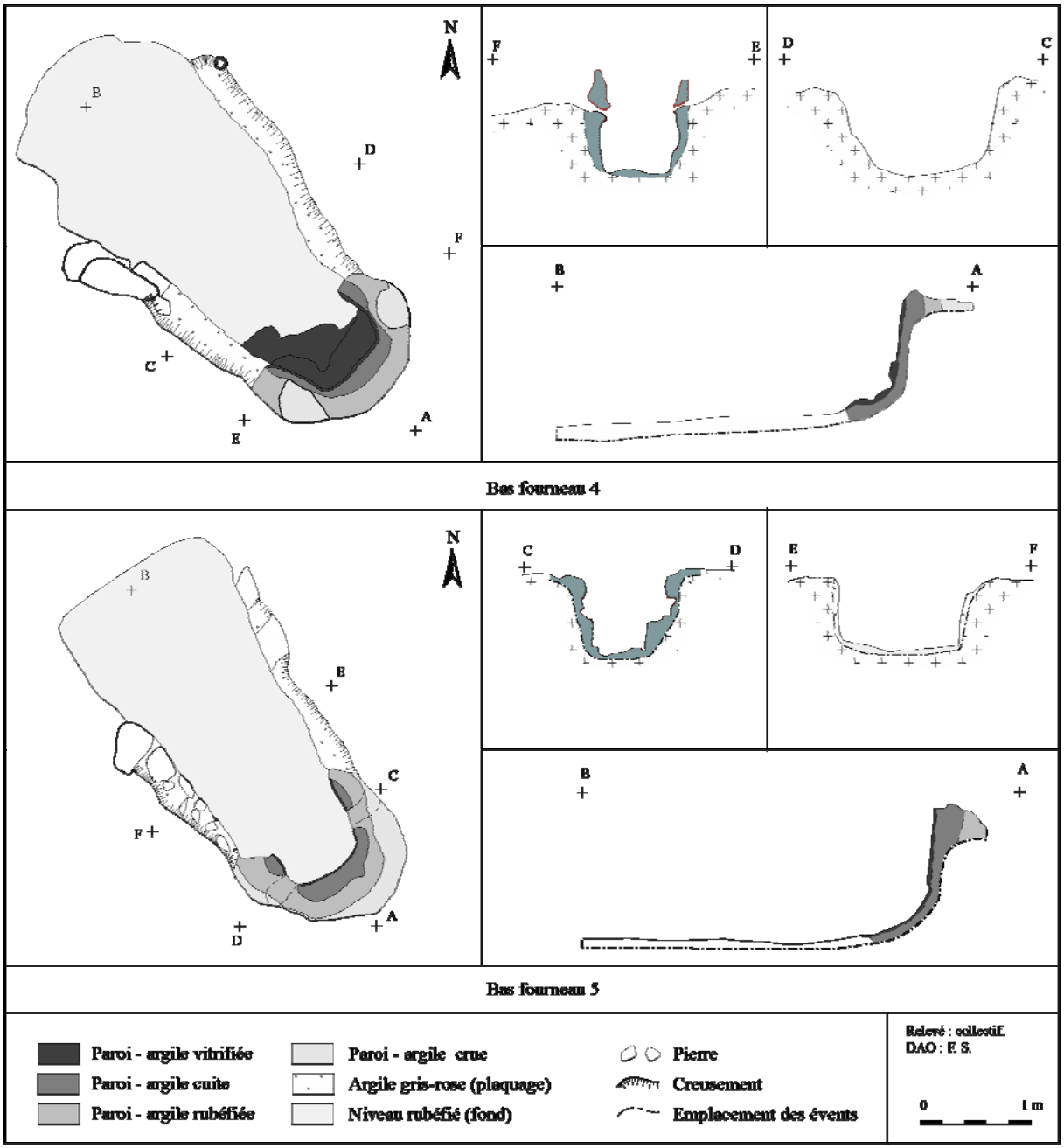


Fig. 182 : plans et coupes des bas fourneaux du site de "Roche Brune".

Les bas fourneaux ont été établis dans des encoches taillées dans le substrat sur une profondeur d'environ 1 m, une longueur de près de 3 m et une largeur d'1,50 à 2 m. Ces espaces ont été partagés en deux : une "cuve" surmontée d'une cheminée et un couloir d'accès ouvrant sur le niveau inférieur de l'atelier. Préalablement à la construction des fours proprement dits, des rigoles peu profondes ont été aménagées pour drainer le fond des structures et maintenir les fourneaux hors d'eau en cas de fort ruissellement. Ces petites ravines ont bien été perçues à la sortie des deux fours mais, malheureusement, un violent orage durant la fouille en a effacé les traces devant le four 5 (prouvant par là même leur fonction).

L'extrémité des encoches, en forme de fer à cheval d'environ 1,50 m de diamètre, a été plaquée d'argile sur une épaisseur de 30 à 50 cm, formant ainsi des cuves de forme pseudo-rectangulaire aux angles arrondis, de 70 à 80 cm de côté. Les parois ne semblent avoir subi aucun rechapage. On perçoit nettement les différents états de cuisson de l'argile : vitrifiée sur 3 à 4 cm, cuite sur 10 à 15 cm, rubéfiée sur 15 à 20 cm et même crue sur une fine couronne autour de la cuve du four 5. La partie conservée de la cheminée dépasse du sol de 20 à 40 cm. Le système de ventilation a donc pu être conservé sur le four 4 et il est perceptible sur le four 5 (fig. 183). Dans les deux cas on a affaire à deux évents placés de chaque côté de la cuve perpendiculairement à l'axe de la structure. Percés au niveau du sol, ces conduits sont inclinés vers le bas de 45° et ressortent entre 60 et 70 cm au-dessus du fond de la cuve.

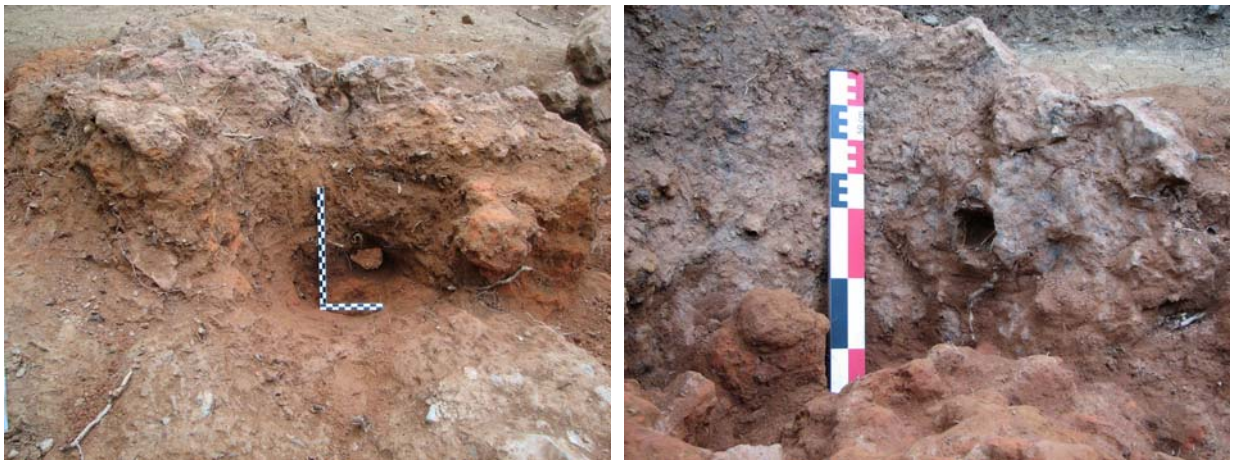


Fig. 183 : photographies des évents du bas fourneau 4 : vue de l'extérieur de l'évent est, à gauche, et vue de l'intérieur de l'évent ouest, à droite.

Au bout des parois latérales délimitant le niveau d'accès ont été placés des dispositifs formant des sortes de "piédroits" : deux blocs de grès dressés de part et d'autre du couloir d'accès du four 5 et un muret constitué de trois blocs de grès et un trou de piquet pour le four 4. C'est le seul point sur lequel les deux bas fourneaux diffèrent.

Les deux structures étaient comblées par une importante quantité de fragments de parois et d'argiles plus ou moins cuites, correspondant à l'effondrement de la cheminée. Tous les fragments d'argile cuite ou vitrifiée ont été ramassés et pesés. La cheminée ne devait pas être cuite ou vitrifiée sur toute sa hauteur et l'on ne peut pas réellement calculer son élévation à partir de ces données. On peut néanmoins estimer que la partie hors du sol devait être équivalente ou légèrement supérieure à la partie enterrée, soit environ 1 à 1,20 m, pour une hauteur totale de 2 à 2,2 m. La forme des plus gros blocs de parois vitrifiées invite à restituer une cheminée cylindrique ou en tronc de cône (*shaft furnace*) plutôt qu'en dôme. On peut estimer à partir de ces mesures le volume interne des fourneaux à environ 1 m^3.

Il ne semble pas que les fours aient été détruits de façon volontaire mais plutôt qu'ils se soient effondrés naturellement et progressivement. L'absence de la dernière coulée de scorie et l'aspect relativement propre de la cuve prouvent que les fours ont été curés avant leur abandon.

10.2.1.2. Remarque sur le mode de construction

Parmi les blocs de parois effondrés à l'intérieur du four 4, l'un portait le moulage des marques de doigts de l'artisan ayant luté l'intérieur de la dernière cheminée (fig. 184). Par un effet de cuisson différentielle des argiles, la dernière couche a vitrifié alors que la précédente a simplement cuit : c'est ainsi que nous sont parvenues ces traces.

Ce détail nous apporte une information intéressante sur la construction de ces fours. En effet, la position de ce bloc indique que l'ouvrier se tenait à l'intérieur du four lorsqu'il appliquait l'argile. On peut supposer que celui-ci était passé par la porte du four, en bas. Ce mode de construction était supposé depuis longtemps et avait déjà été reproduit en expérimentation : ces traces de doigts en fournissent la preuve.

Fig. 184 : photographies de traces de doigts dans l'argile d'un bloc de la paroi du four 4 : à gauche, vue générale de la position du bloc de paroi effondré et, à droite, vue de détail des marques.

10.2.1.3. Le mode de ventilation et la durée de vie des bas fourneaux

Le dernier niveau reposant sur le sol naturel à l'extrémité ouest du sondage 2 est le seul à avoir livré des fragments de tuyères (US 2031). Il s'agit en fait d'extrémités des tuyères rentrant dans le bas fourneau et qui sont donc totalement scoriacées. Ces morceaux proviennent de tuyères à deux conduits divergents dont le diamètre est relativement constant, environ 2 cm. Ces éléments étaient très humides lors de leur mise au jour et sont assez mal conservés. On peut néanmoins les comparer aux tuyères

découvertes sur le site de "La Guittière/Le Minerai" à Saint-Denis-d'Orques (72 278.04) (cf. 7.1.4.2). Ce type de pièces ne peut avoir fonctionné avec les bas fourneaux tel qu'ils ont été dégagés. On peut expliquer la présence de ces éléments de ventilation de quatre manières :

- un changement de mode de ventilation au cours de l'activité du site ;
- pour une ventilation amovible par la porte afin de démarrer la combustion ;
- l'emploi de ces tuyères pour un autre usage que l'alimentation en air des bas fourneaux (foyer de post-réduction ?).
- la présence d'autres bas fourneaux sur le site.

La dernière hypothèse doit être repoussée : la cohérence de l'organisation de l'atelier, et de celle du site en général, laissent penser qu'il n'existe pas d'autre structure de réduction sur place. Bien sûr, les bas fourneaux qui ont été mis au jour n'ont pas servi tels quels durant toute la durée d'occupation : ils ont dû faire l'objet de rechapages et de réparations, mais il est probable qu'ils ont toujours été réaménagés dans les mêmes encoches, au prix de l'enlèvement des couches d'argile précédentes, ce qui empêche toute restitution de ces réparations. D'ailleurs, les fourneaux tel qu'ils ont été mis au jour ne présentent pas de stratification dans la paroi. Ceci peut s'expliquer par le curage régulier de l'argile vitrifiée et par un rechapage à partir de l'argile cuite. Dans ce cas et après une nouvelle opération, la différence ne se verrait plus. Cet argument *a silentio* n'est bien sûr pas suffisant pour établir ce fait. Toutefois, il faut préciser que dans les tranchées réalisées à travers les ferriers 1 à 3, soit au total plus de 250 m^3, aucun morceau de paroi dépassant les cinq centimètres d'épaisseur, comparable à ceux mis au jour dans les cuves, n'a été découvert. Ceci plaide pour un entretien régulier des structures, qui n'occasionnait pas la destruction complète du four, mais seulement le curage des parois les plus abîmées. Ainsi entretenus, les bas fourneaux ont pu résister plusieurs décennies, voire plusieurs générations, au même emplacement. Cela n'empêche pas bien sûr des réaménagements sur les parties les plus sensibles : la porte et les ventilations, qui ont pu, au cours du temps, évoluer.

10.2.1.4. Comparaisons

Les bas fourneaux mis au jour à "Roche Brune" sont proches, dans leur conception, de leurs contemporains découverts lors des travaux préalables à la construction de l'autoroute A 28. Les modèles géographiquement les plus proches sont ceux du site de "L'Aunay Truchet" (La Bazoge, Sarthe) (CABBOÏ 1999). La différence essentielle est que ce dernier site se trouve en terrain plat : les bas fourneaux ne sont donc pas encastrés dans la pente mais semi-enterrés, seule la cheminée dépassant du sol. En outre, les structures dégagées possèdent un système de ventilation différent, avec cinq évents percés à l'arrière de la cuve, et ils sont toujours seuls et non par paire comme à "Roche Brune". Pour le reste, les dimensions, comme l'organisation générale, sont les mêmes. Découverts dans le même contexte, le site du "Buisson" à Saint-Evroult-de-Monfort (Orne) (LANGLOIS 2005) a livré les bas fourneaux les plus proches de ceux présentés ici : il s'agit de deux bas fourneaux placés

en batterie et encastrés dans une légère pente. On ne connaît malheureusement pas leur mode de ventilation.

Si l'on regarde au-delà de la documentation régionale, les bas fourneaux de "Roche Brune" s'inscrivent dans un type assez bien connu de bas fourneaux encastrés, représenté essentiellement par les deux batteries de bas fourneaux mises au jour aux Martys (Aude) (DOMERGUE *et al.* 1993 ; DOMERGUE, JERRIER, TOLLON 1999). La différence essentielle étant, ici, que les bas fourneaux sont construits avec des pierres, alors que dans notre région l'emploi de l'argile pour la constitution de la cuve et de la cheminée semble exclusif.

Les bas fourneaux de "Roche Brune" ne constituent donc pas un cas à part, mais s'ajoutent à un modèle de structures de réduction d'époque romaine dont ils sont, à l'heure actuelle, les représentants les mieux conservés dans l'ouest de la France.

10.2.2. Le bâtiment d'atelier

10.2.2.1. Description

Préalablement au creusement des fours, une terrasse a été aménagée dans la pente. Deux creusements perceptibles de part et d'autre des bas fourneaux sont les traces de cet aménagement du terrain. Il limite un niveau inférieur – là où s'écoulait la scorie et où l'on récupérait la masse de fer incandescente – d'un niveau haut incluant les fours protégés par une toiture dont la fouille a livré l'emplacement des poteaux porteurs. En tout, ce sont 19 trous de poteaux qui sont rattachables à cette structure. Le plan restitué permet de proposer l'existence d'un bâtiment mesurant 13 x 8 m, soit une surface d'environ 100 m^2 (fig. 185). On constate, au sud, un double alignement qui pourrait trahir deux états de la construction. En l'absence d'argument stratigraphique (pas de recoupement des creusements), ni chronologique (les trous de poteaux n'ont que très rarement livré de la céramique), il est impossible de savoir si ces deux hypothétiques états correspondent à un renfort apporté à la façade sud ou à une reconstruction partielle du bâtiment.

Les trous de poteaux de ce bâtiment ont tous un diamètre assez important, entre 30 et 45 cm, pour une profondeur comprise entre 25 et 90 cm. Les calages restés en place dans les trous de poteaux d'angle de la façade avant permettent de restituer des poteaux d'environ 20 cm de diamètre. Il s'agit donc d'une structure assez massive, qui ne correspond pas à un abri temporaire.

10.2.2.2. Des aménagements intérieurs

- Une aire de stockage du minerai ?

Le long de la façade sud, un ensemble de creusements a été découvert. Trois faits ont été distingués : une fosse et deux trous de poteaux : la fosse n'a été perçue que sur 20 à 40 cm de large et

sur environ 2 m le long de la coupe. Son comblement, de couleur brun rouge, a livré de nombreux fragments de minerai grillé et de charbon. Aux deux extrémités ont été mis au jour des surcreusements, interprétés comme des trous de poteaux.

On peut, en se fondant sur ces quelques faits, émettre l'hypothèse suivante : la fosse serait en fait quadrangulaire et, à chaque angle, se trouveraient des poteaux semblables à ceux mis au jour au sud. Ces derniers serviraient de support à un plancher isolé du sol qui pouvait servir à stocker des matériaux craignant l'humidité, comme le minerai et le charbon, ce qui expliquerait leur abondance dans le comblement de la fosse. Cette hypothétique aire de stockage s'intègrerait parfaitement dans l'angle sud-est du bâtiment de l'atelier. Malheureusement, la présence d'un chêne n'a pas permis de la dégager complètement.

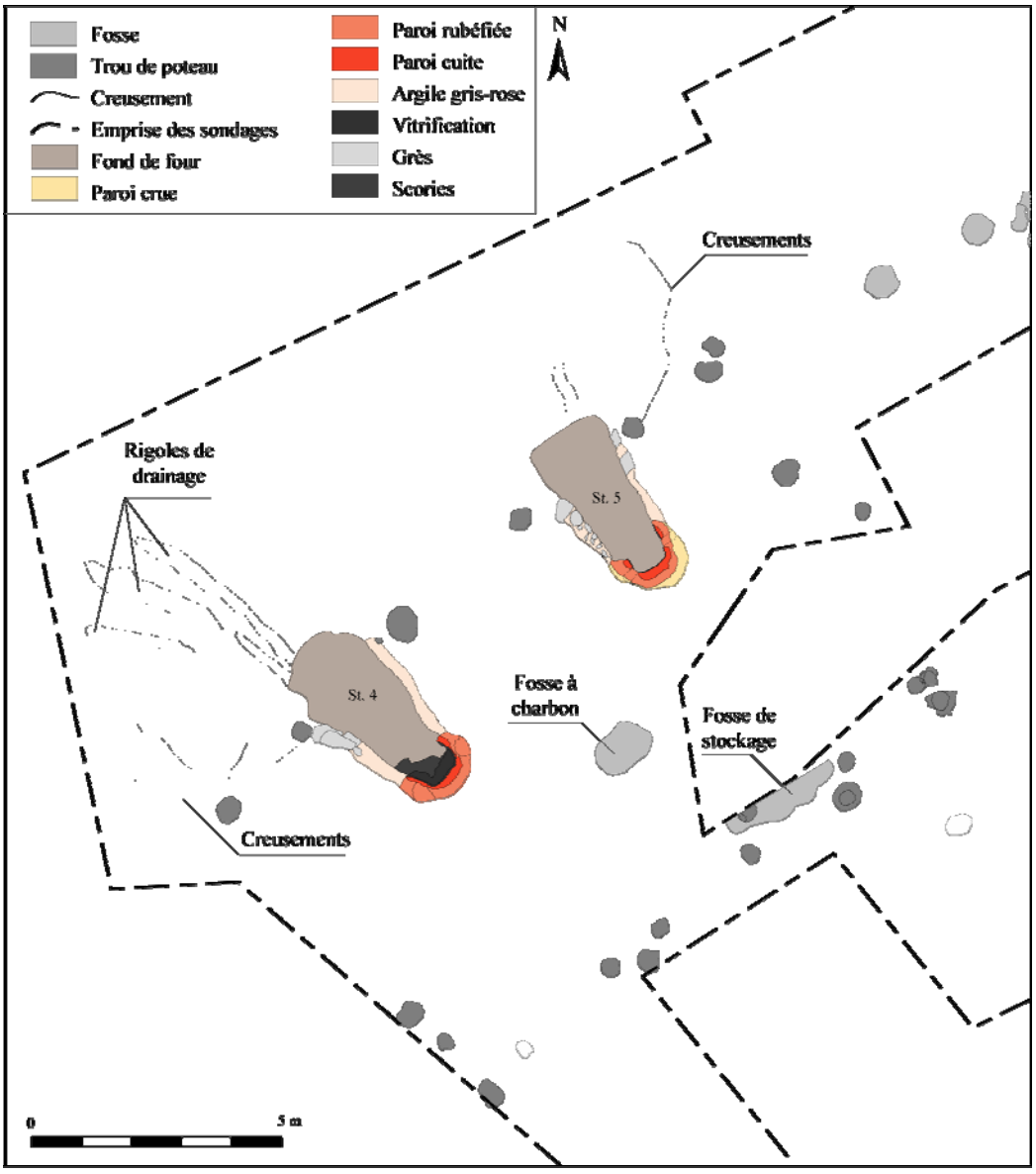


Fig. 185 : plan masse du secteur de l'atelier romain du site de "Roche Brune".

- Une fosse à charbon

Une fosse de forme pseudo-rectangulaire (1,30 x 0,90 m) et profonde d'environ 45 cm a été mise au jour juste sous les niveaux de colluvions qui recouvraient la terrasse supérieure de l'atelier. Elle avait un comblement très charbonneux, mêlant déchets de minerai grillé, gros charbons et fragments d'argile cuite. Plusieurs grands blocs de parois étaient posés à plat au fond, la partie vitrifiée contre le sol. La situation de la fosse, entre les deux fours, et l'abondance de charbon dans la structure ont conduit à interpréter ce creusement comme une réserve de charbon. Le volume de cette fosse – environ un demi mètre cube – est toutefois trop faible pour permettre d'alimenter un four, mais ce stock pouvait servir de complément.

10.2.2.3. Restitution

La restitution de l'élévation du bâtiment reste un exercice délicat, malgré les données acquises. L'absence de poteaux faîtiers, que ce soit sur les petits côtés ou au centre de l'emprise du bâtiment, force à restituer un bâtiment à une seule nef. En outre, l'alignement imparfait des poteaux des façades avant et arrière rend peu probable l'hypothèse de la présence d'entraits pouvant relier ces deux dernières et soutenir des poinçons ou des fermes, même si on ne peut pas complètement l'exclure.

Le bâtiment d'atelier est installé sur une pente assez forte. Le dénivelé entre la façade arrière et la façade avant oscille entre 1 et 1,3 m. Les trous de poteaux de l'alignement nord, beaucoup plus réguliers, sont nettement plus profonds et laissent penser que les poteaux étaient ici plus hauts que ceux de la façade arrière. On peut donc restituer un toit à une pente, incliné du nord au sud.

Pour ce qui est de la couverture, la très faible quantité de *tegulae* ou *imbrices* découverte exclut l'utilisation de tuiles pour la couverture de ce bâtiment. La mise en oeuvre de chaume est également peu probable, en raison de la présence des structures de réduction immédiatement en dessous. Il nous paraît plus plausible de restituer une couverture en bardeaux ou en planches, moins inflammables et sûrement très faciles à se procurer à l'époque dans ce secteur boisé. La position des fours à l'intérieur de ce bâtiment indique que ce sont bien ces structures que les artisans voulaient protéger des intempéries et notamment des eaux de pluie. On peut donc penser que cette couverture était continue, même si l'éventualité de panneaux mobiles au-dessus des fours, comme cela a été restitué aux Martys (cf. ci-dessous), n'est pas exclue.

La forte déclivité entre les faces nord et sud du bâtiment (dénivelé sud/nord entre 1 et 1,3 m) conditionne fortement la restitution de l'élévation (fig. 187). La présence à l'arrière de trous de poteaux cylindriques profonds de plus de 40 cm indique que la toiture ne reposait pas directement sur le sol mais sur une paroi porteuse, probablement assez basse. Même si l'on restitue une façade arrière très peu élevée, juste suffisante pour le stockage, sur environ 1 m, et un toit d'un pendage de 30° (ce qui paraît être le minimum pour assurer l'écoulement des eaux de pluie), la simple construction géométrique donne une façade avant de 6 m de hauteur. Si l'on envisage un pendage à 40°, la façade

nord atteindrait plus de 7 m hors du sol. Il ne faut pas perdre de vue qu'une forte hauteur au-dessus des fours est nécessaire pour permettre l'évacuation des gaz qui sortent à près de 500°C de la cheminée. Ainsi, avec une pente de 30°, le toit se trouverait à près de 3 m au-dessus des fours.

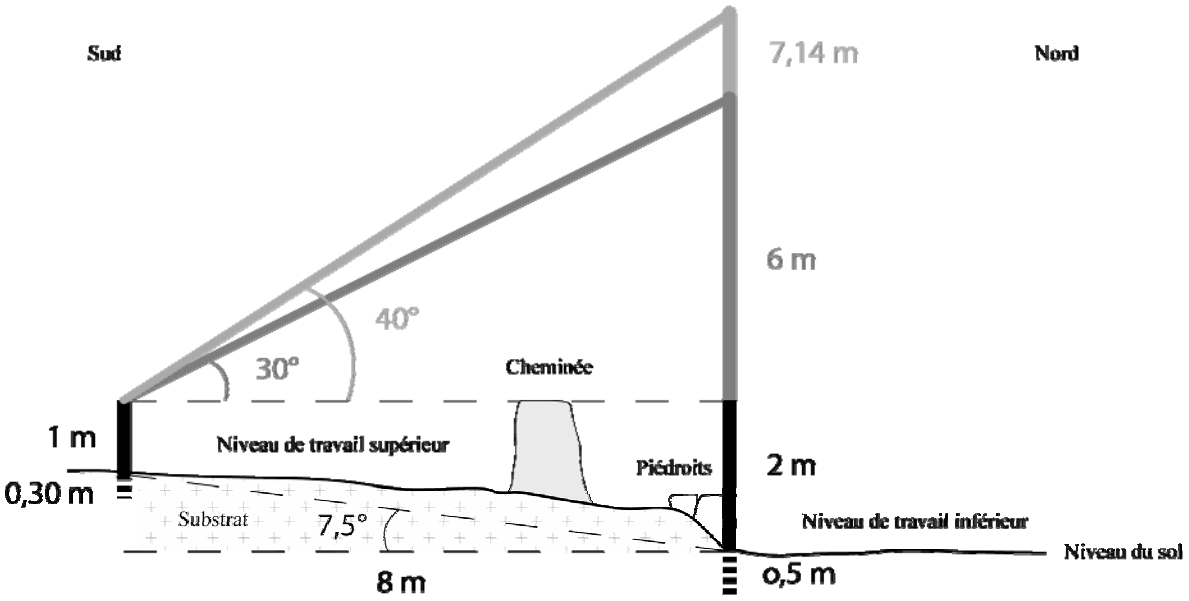


Fig. 186 : restitution schématique de la toiture du bâtiment de l'atelier gallo-romain de "Roche Brune", tenant compte de la pente du terrain et supposant un toit à une pente.

Il est très difficile de donner des éléments sur la construction des parois. L'unique niveau d'argile pouvant trahir l'existence de mur couvrait les structures de l'angle sud-est du bâtiment et contenait quelques tessons romains. Les poteaux F56 et F57 sont d'ailleurs les seuls à avoir livré de la céramique. On peut donc proposer l'existence ici d'une paroi, hypothèse qui va dans le sens de l'existence d'une zone de stockage de matériaux sensibles à l'humidité dans ce secteur (cf. *supra*).

En outre, on peut envisager que l'ensemble de la façade arrière est clos et ce pour une raison simple : si ce n'est pas le cas, les eaux de pluie provenant du toit auraient coulé à l'intérieur du bâtiment. Cet argument est bien sûr un peu facile mais, le toit étant construit à contre-pente, ce phénomène de ruissellement est inévitable et a été constaté à de multiples reprises pendant la fouille. Il est en revanche plus délicat d'être affirmatif au sujet de la technique de construction : argile sur clayonnage ou planches encastrées en feuillures dans les poteaux porteurs ? La présence de tessons dans le niveau d'argile et l'absence de trous de poteaux intermédiaires pouvant supporter un clayonnage pourraient indiquer la construction d'un simple mur en terre (adobe ou bauge). Si cela est le cas, le passage répété d'eau à l'arrière du bâtiment pourrait expliquer la fragilisation de la façade sud et l'ajout de renforts envisagé plus haut. Il est probable que le reste du bâtiment était ouvert afin d'évacuer les gaz de réduction (monoxyde de carbone…).

Tous ces éléments, bien que parfois fragiles, nous permettent de proposer une restitution du bâtiment d'atelier gallo-romain de "Roche Brune" (fig. 188).

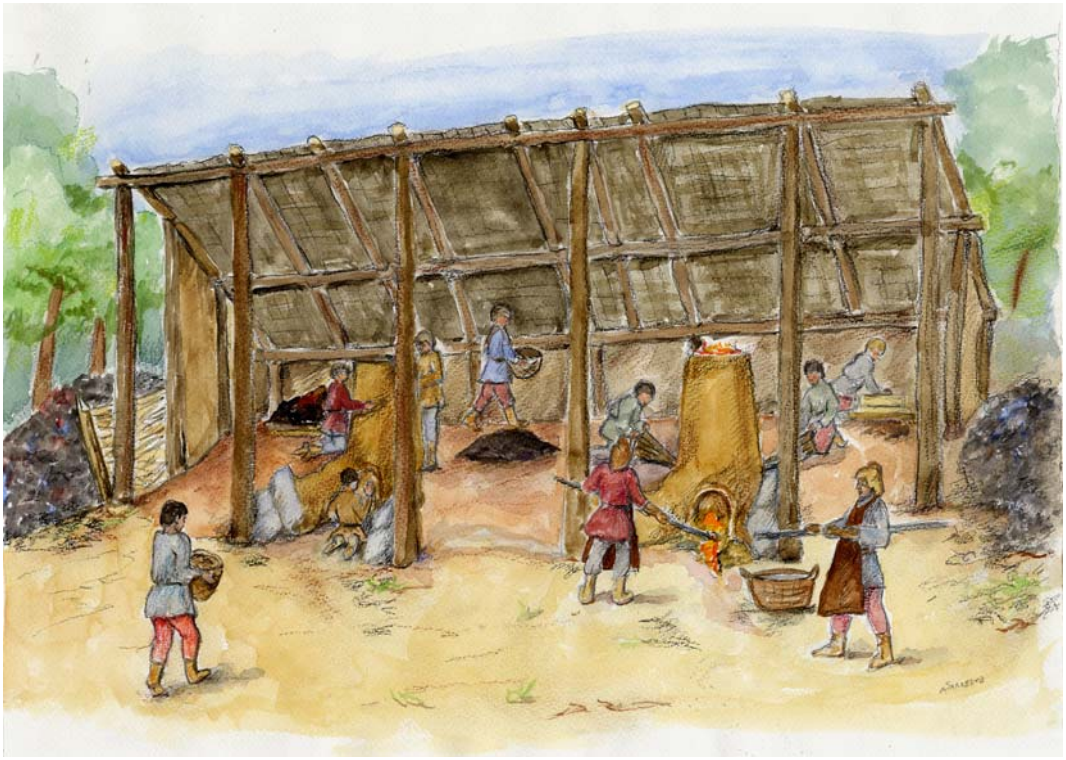


Fig. 187 : proposition de restitution de l'atelier de réduction directe gallo-romain de "Roche Brune" (aquarelle A. Sarreste).

10.2.2.4. Comparaisons

L'existence de structures sur poteaux protégeant un ou plusieurs bas fourneaux est connue par ailleurs. En outre, dans de nombreux cas, il est probable que les trous de poteaux n'aient pas toujours été perçus lors de fouilles préventives où l'urgence a poussé les archéologues à se concentrer sur les structures de réduction.

La liste des sites présentant ce type de bâtiment reste toutefois limitée :

- Des trous de poteaux ont été perçus autour des fours au Clérimois (Yonne) et l'on peut inférer la présence de structures légères, sans que l'on puisse préciser leurs dimensions ou leur organisation (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 39 et 65) ;

- Les batteries de fours des sites du "Domaine des Forges" et de "Montrouch" (Les Martys, Aude) étaient protégées par des "appentis" dont la toiture reposait à l'avant sur des poteaux et à l'arrière sur un mur bahut. Au Martys, les poteaux sont situés en avant des fours et protègent à la fois les cheminées et le niveau inférieur de travail, ce qui n'est pas le cas à Roche Brune. La restitution proposée par C. Rico montre une superstructure légère (fig. 189) (DOMERGUE *et* al. 1993 : 287 ; FABRE 2004) ;

- Au "Ferrys" (La Bussière, Loiret), un groupe de poteaux dessine autour de la paire de bas fourneaux en dôme le plan quadrangulaire d'un bâtiment qui aurait connu deux phases (REBISCOUL 1999 : fig. 51) (fig. 190) ;

- Plus proches de nous, des bâtiments sur poteaux ont été mis en évidence sur les sites de l'"Aunay Truchet" et des "Trois Couleurs" (La Bazoge, Sarthe), fouillés sur le tracé de l'autoroute A28. Dans ce cas, il semble que chaque bâtiment ne protégeait qu'un seul bas fourneau (CABBOÏ 1999 ; CABBOÏ *et al*. 2007) ;

- Plus au nord sur le tracé de l'autoroute A28, l'atelier de réduction du site du "Buisson" à Saint-Evroult-de-Montfort (Orne) offre la comparaison la plus proche de notre site (fig. 191). Dans ce cas, deux bas fourneaux construits selon un modèle proche de celui observé à Roche Brune sont protégés par un bâtiment sur poteaux plantés. Celui-ci est matérialisé par deux rangées de trous de poteau parallèles éloignées de 7 m et longues d'environ 11,5 m. Il est donc très proche de celui décrit ci-dessus. Toutefois, J.-Y. Langlois, responsable de l'opération, interprète ce bâtiment comme une structure légère : "[…] *la largeur importante séparant les deux files de poteaux, l'inexistence de support intermédiaire entre les deux ensembles et l'absence, au moins sur le petit côté nord de poteaux, implique une construction légère. La charpente peut être construite en matériaux légers – des perches par exemple – pouvant soutenir une couverture végétale temporaire et pouvant être mise en place ou démontée rapidement*." (LANGLOIS 2005 : 22). En effet, les poteaux découverts ici sont moins profonds, et ont un diamètre plus faible que ceux observés sur le site de "Roche Brune".

Le bâtiment d'atelier de "Roche Brune" n'est donc pas le premier de ce genre, mais il paraît être le mieux préservé à l'heure actuelle en France. Le diamètre des poteaux utilisés et l'aspect massif des fondations nous invitent à penser qu'il s'agit bien d'une structure permanente construite très probablement en même temps que les fours qu'il protège. Cet appentis démontre une fois de plus la rationalisation des tâches et la forte organisation de ce type d'atelier.

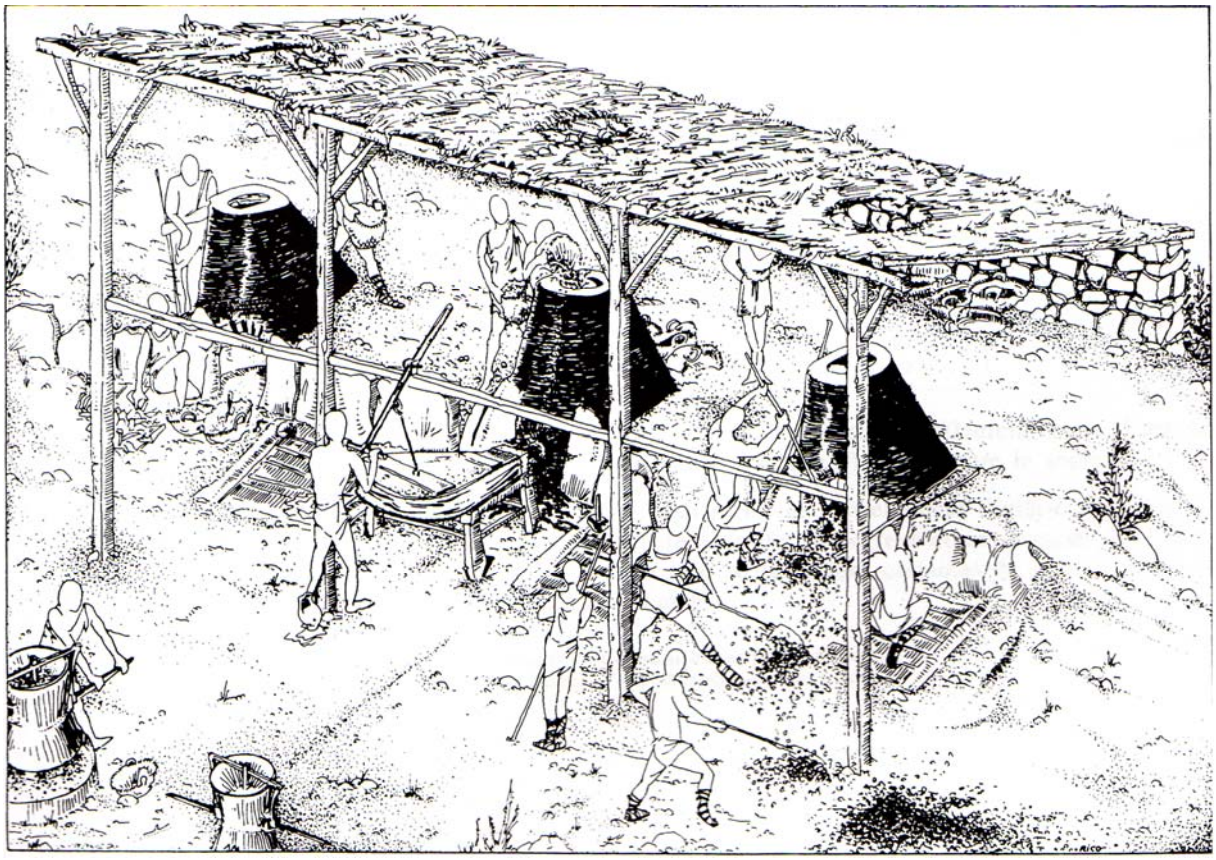


Fig. 188 : proposition de restitution de l'appentis de la batterie de fours du Grand Ferrier des Martys (Aude, dessin C. Rico, d'après DOMERGUE 1993 : fig. 198b). N.B. : les fouilles ont démontré par la suite que les soufflets étaient placés à l'arrière et non à l'avant comme ils sont représentés ici.

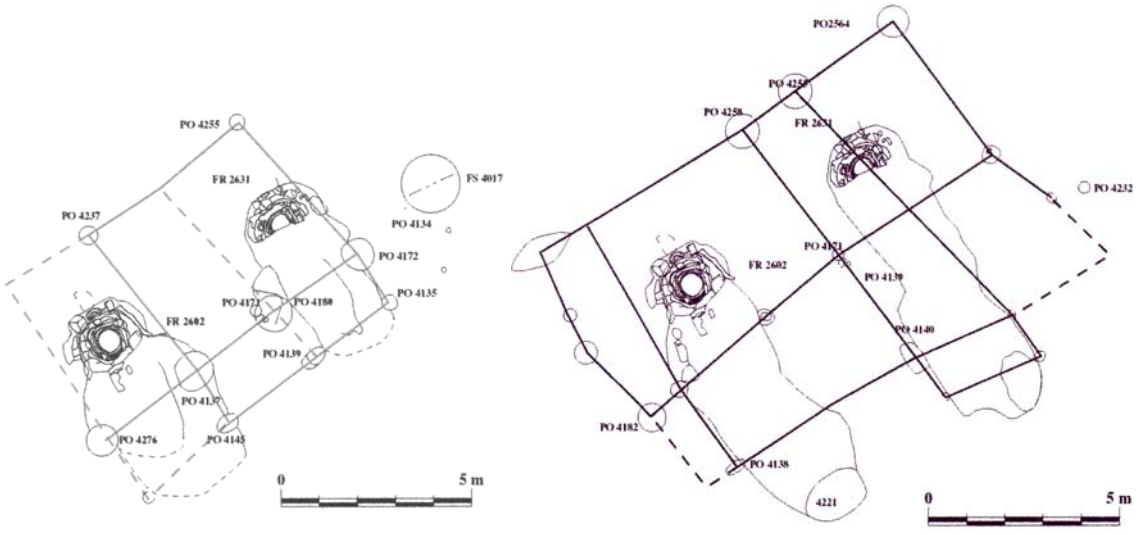


Fig. 189 : plan de l'atelier des Ferrys dans sa première phase (à gauche) puis dans sa seconde phase (à droite) (d'après REBISCOUL 1999 : fig. 51).

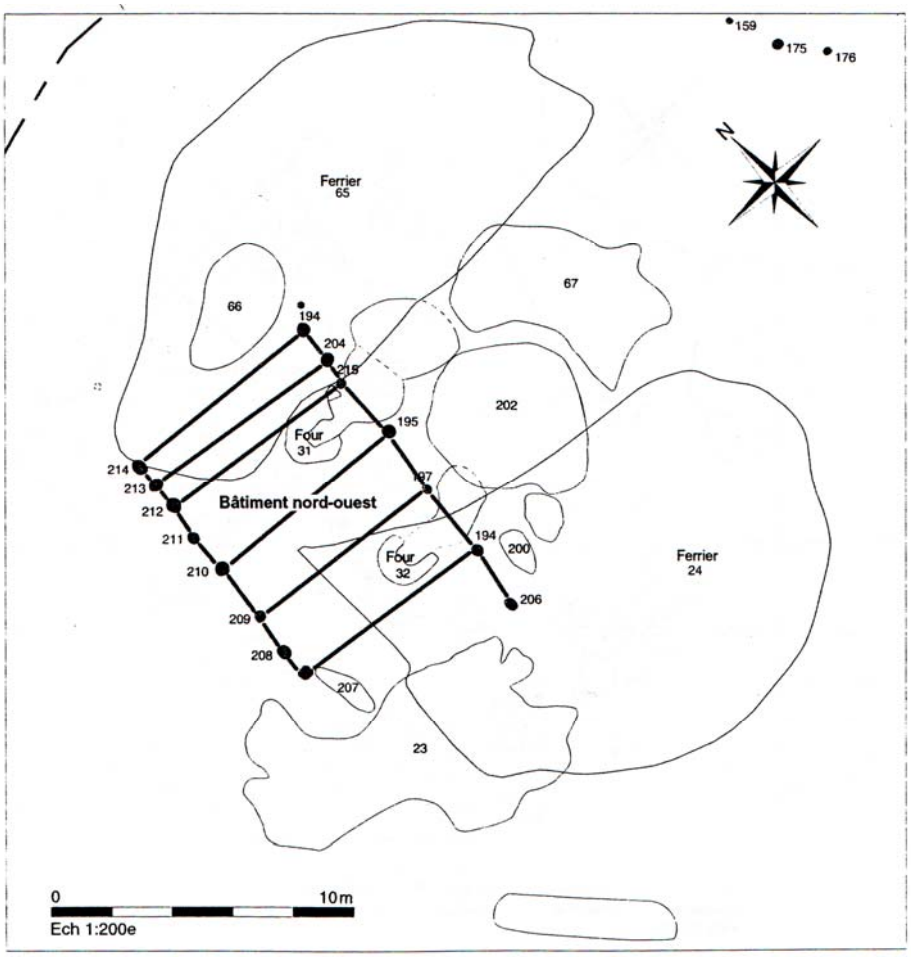


Fig. 190 : plan du bâtiment d'atelier du site du Buisson à Saint-Evroult-de-Montfort (Orne) (d'après LANGLOIS 2005 : fig. 13).

10.2.3. Stratification et mode de constitution des ferriers romains

Les sondages ont permis d'acquérir des informations sur la constitution des ferriers 1, 2 et 3, attribués à l'occupation romaine du site, et plus largement sur la gestion des déchets en dehors de l'atelier. On peut d'emblée distinguer le ferrier 1 des deux autres petits tas. En dehors de la taille, ces amas diffèrent par leur stratification. Les tranchées menées à travers le ferrier 1 (sondages 1 et 2) ont permis de mettre en évidence une fine stratification révélant deux points importants de la formation de l'amas :

- dans le sondage 1 : la superposition continue de couches de pendage sud-nord démontre que le ferrier 1 a été constitué au fil du temps par le rejet des résidus depuis l'amont (fig. 192) ;

- dans le sondage 2 : on perçoit un dôme qui correspond à un tas plus ancien qui a été scellé par les scories pour former la terrasse visible à l'heure actuelle (fig. 192).

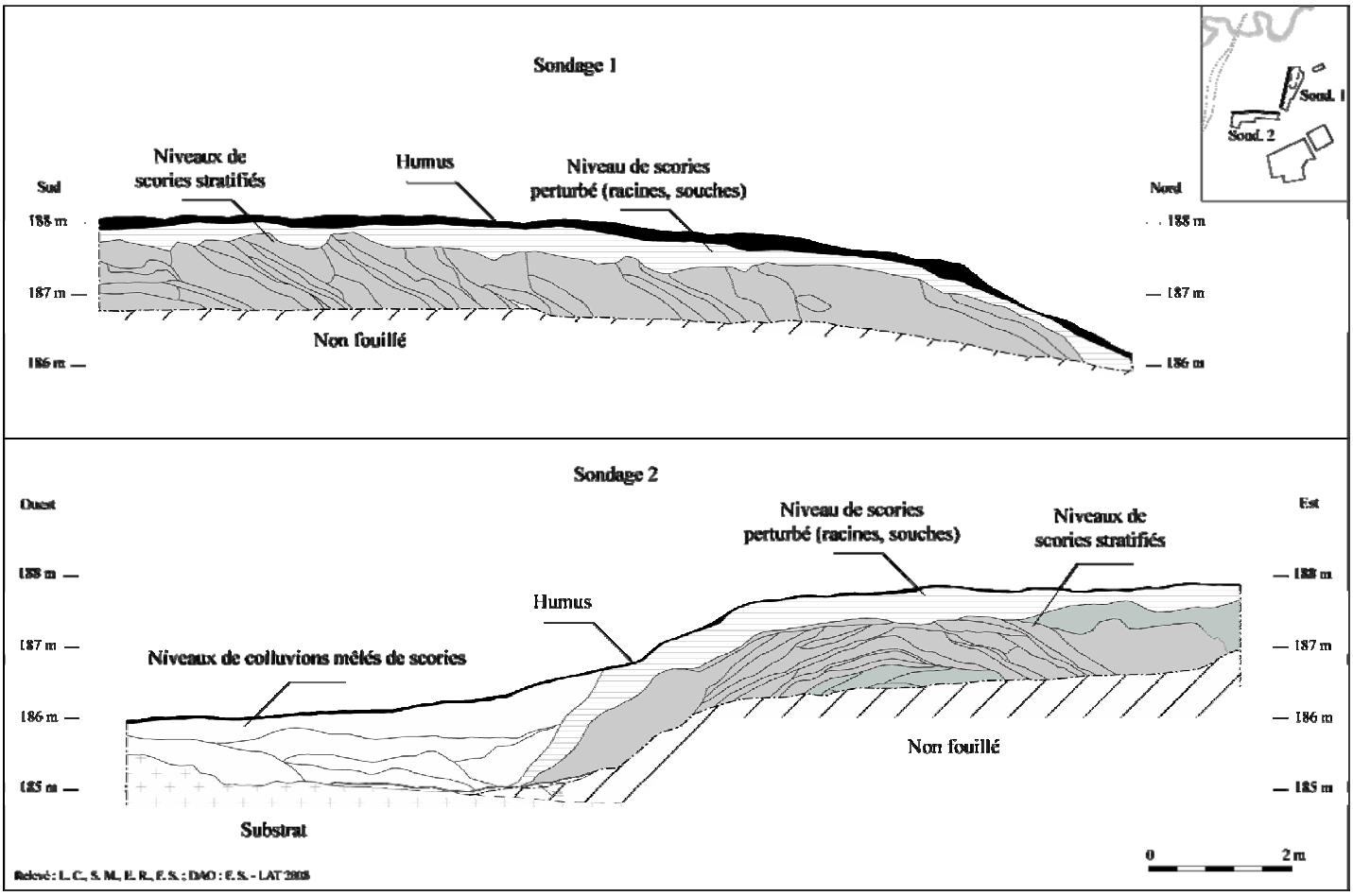


Fig. 191 : coupes stratigraphiques du ferrier 1.

Ces deux faits ne sont pas contradictoires. L'amas semble avoir été formé de petits tas rejetés depuis le haut de la pente. Au fur et à mesure de l'exploitation, ces premiers tas ont été recouverts par les scories pour former une sorte de terrasse qui ne paraît pas avoir été aménagée. Puis, après l'abandon, le ferrier s'est affaissé sous l'effet de la pente comblant ainsi les creux qui restaient et donnant au contour de l'amas l'aspect qu'on lui connaît (phénomène pouvant expliquer les trente premiers centimètres où la stratigraphie n'est plus lisible). Rappelons qu'on ne possède le profil de cet amas que sur le premier mètre trente. Il est donc impossible d'affirmer qu'aucune structure ne se trouve en dessous. Cependant, avec les éléments en notre possession, il semble que ce ferrier ne soit issu que d'une seule phase de production. En effet, la tranchée 1 a été poursuivie à la pelle mécanique jusqu'à une profondeur de 4,7 m. L'absence de sédiment entre les scories rend la coupe très instable et il n'a pas été possible d'en réaliser un relevé. Toutefois, on peut en tirer deux constatations :

- l'amas est uniquement constitué de déchets sidérurgiques très homogènes (scories en plaquettes très fragmentées, scories internes, fragments de paroi) ;

- et il n'y a pas de niveau de colluvions pouvant trahir de hiatus dans l'occupation du site.

Les ferriers 2 et 3 coupés par quart dans les sondages 4 et 5 présentent une stratification toute différente. En effet, dans les deux cas la lecture de la formation est plus délicate et on ne distingue que très difficilement des couches assez grossières. Cette apparente homogénéité peut s'expliquer de deux façons :

- ces deux tas sont directement exposés au colluvionnement et au ravinement car placés plus haut dans la pente : les eaux de ruissellement auraient effacé les limites des couches par percolation ;

- ces ferriers, formés de petites poches de scories accumulées au fil des opérations, ne présentent pas de stratification continue.

L'observation de lentilles de charbons ou d'argile au sein de ces amas nous amène à privilégier la seconde hypothèse.

À partir des données acquises sur la stratification, on peut proposer un système de gestion des déchets ayant amené à la constitution des ferriers :

- dans un premier temps, les artisans déposent au cours de l'opération les résidus issus des fours à immédiate proximité de l'atelier formant de ce fait des ferriers "primaires" ;

- quand l'accumulation de déchets devient gênante et gagne sur l'espace de travail – ce qui était le cas lors de l'abandon du site – elle est étalée dans la pente formant ainsi des "langues" dont la stratification plus fine correspond aux curages successifs des amas primaires ;

- dans un dernier temps, ces tas secondaires sont scellés sous une chape de scories, ce qui pourrait correspondre à une sorte de "mise en sécurité" de l'exploitation ;

Cette succession n'est bien sûr qu'un modèle théorique proche de celui proposé par J.-Y. Langlois pour le site du "Buisson" à Saint-Evroult-de-Montfort (Orne) où l'analyse a été poussée jusqu'à un phasage (LANGLOIS 2005 : 28-29). Malgré la cohérence du modèle, il ne nous permet pas de définir le rythme de ces étapes ni la chronologie des gestes.

10.2.4. Le mobilier archéologique

Les deux campagnes successives de fouille ont livré un total de 2689 tessons de céramique, dont 222 fragments de terres cuites architecturales (TCA). Ce lot de céramique est relativement exceptionnel pour ce type de site. Malheureusement, l'acidité du sol, due à la fois à la nature du terrain (schistes du Massif Armoricain) et à la situation du site en milieu forestier, a considérablement altéré le matériau céramique. La plupart des tessons ont perdu leur surface et sont le plus souvent émoussés. Les tessons de pâtes calcaires sont le plus souvent pulvérulents et certains n'ont même pas pu être prélevés. Cette mauvaise conservation générale constitue évidemment un obstacle au traitement du matériel. En outre, cette forte acidité explique l'absence totale de tout reste faunique.

10.2.4.1. Les terres cuites architecturales

Les 222 fragments de terres cuites architecturales sont attribuables à la période romaine. Cette datation s'appuie essentiellement sur leur association au reste du mobilier céramique gallo-romain.

Seuls quelques fragments de rebord indiquent la présence de *tegulae* sur le site, mais excluent leur utilisation pour la couverture d'un bâtiment situé dans l'emprise des sondages. L'élément le plus étonnant est la présence de fragments de briques sans rebord dont l'épaisseur varie de 2 à 3 cm et qui sont fréquemment marquées de stries peu profondes (1 à 2 mm), organisées de façon géométrique et réalisées avant la cuisson. On peut distinguer différents motifs : des lignes parallèles plus ou moins écartées, des lignes croisées, et des combinaisons plus complexes formant de véritable dessin. Il s'agit semble-t-il de briques pour parois creuses de salles chauffées par hypocauste (BOUET 1999 : 165-169). Ce type de brique est donc lié aux bâtiments thermaux. L'existence de petits balnéaires dans certains très grands centres de production sidérurgique est, on l'a vu, connue : les Martys (Aude) (DOMERGUE *et al.* 1993), Beauport Park (Angleterre) (BRODRIBB, CLEERE 1988) et Joigny (Yonne) (LACROIX 1957) (cf. 9.3.2.3) ; mais elle serait relativement surprenante à côté d'un site plus modeste. Il s'agit plus probablement de récupération provenant d'un site proche (bâtiment d'habitat ?) associé ou non à l'atelier. La présence de *tegulae*, d'*imbrices*, qui ne peut apparemment pas être liée au bâtiment d'atelier, va dans le même sens et semble indiquer l'utilisation ou la réutilisation de ces matériaux pour un autre bâtiment.

10.2.4.2. La céramique

Une étude préliminaire de la céramique a été réalisée afin de mieux cerner l'occupation du site. Pour ce faire, on a distingué les tessons en 27 traditions de fabrication et 50 formes. Les traditions de fabrication ont été définies en fonction de plusieurs critères : le mode dominant de cuisson (oxydant, réducteur), la couleur de la pâte, la nature et la taille des inclusions, ainsi que quelques remarques. L'attribution chronologique de ces ensembles a été faite *a posteriori*. La fouille a livré un grand nombre de lèvres, dont la majeure partie se rattache à des formes standardisées et répétées en grand nombre. Un répertoire des formes a ainsi été établi, incluant céramique commune et céramique fine (sigillée, *terra nigra*). Les 50 formes reconnues sont réunies dans les tableaux et figures de l'annexe 5. On peut scinder ces formes en deux ensembles, en fonction de leur datation probable : formes antiques et formes du bas Moyen Âge.

- La céramique antique

La majorité des tessons est issue de traditions de fabrication attribuées à l'époque romaine. La céramique romaine représente plus de 91 % du N. R. On connaît malheureusement assez mal les productions locales, mais on peut souligner la très grande homogénéité des céramiques communes découvertes sur le site. On peut les scinder en trois groupes :

- des pots à pâtes orangées à rouges avec inclusions de quartz et de mica (T. F. 6 et 8) ;

- des pâtes claires, beige rosé à orangée avec quelques inclusions de quartz (T. F 4, 5 et 7) ;

- des pâtes blanches calcaires (T. F. 7).

Les premières ont servi à la confection de pots à cuire ou de vases de stockage, ainsi que de quelques formes ouvertes (jattes ou écuelles). Les secondes ont été utilisées pour confectionner des gobelets ou de petits pots (bols ?). Enfin, la dernière est exclusivement mise en œuvre pour la fabrication de cruches. Le rattachement de chacun de ces grands types de pâtes à certaines formes pourrait indiquer des approvisionnements séparés en fonction des formes. Cette impression pourrait être confirmée par l'observation des mortiers romains, dont les pâtes sont très homogènes et qui pourraient provenir d'un seul et même atelier, malheureusement encore inconnu.

En dehors de ces formes locales on possède un lot de sigillée (235 tessons), neuf tessons de dérivées de *terra nigra* ainsi que plusieurs tessons et une lèvre appartenant probablement à une unique amphore à huile de Bétique (Dressel 20).

L'ensemble de ces vases forme le vaisselier romain au complet : vases de stockage (amphore, grands pots), vases de préparation culinaire (mortier, pots à cuire), vaisselle de service (cruches, écuelles) et de présentation (assiette et coupes en sigillée et *terra nigra*).

- La céramique du bas Moyen Âge

Les tessons attribués à des traditions de fabrication du bas Moyen Âge ne représentent que 8 % du N. R. Les formes les plus caractéristiques sont : des fragments de cuviers à "œil de perdrix" et une série de pots à lèvre en bandeau réalisés dans une pâte orange très riche en grosses paillettes de mica et cuite en mode oxydant (pot type 5).

Les productions à "œil de perdrix", bien connues dans la région, sont caractérisées par des parois épaisses, constituées d'une pâte riche en inclusions de quartz (grains de sables millimétriques). La surface est décorée de cordons et d'ocelles incisés à l'image d'yeux d'oiseau de chaque côté de pincements, représentant des becs.

L'assemblage constitué par les différentes formes est lacunaire. Il nous manque notamment des formes liées à la préparation culinaire tels que des pots à cuire, des marmites ou des poêlons. Les pots de type 5 n'ont vraisemblablement pas servi à la cuisson, en tout cas aucun n'est marqué par le feu (vase de stockage). On verra que leur nombre pose aussi problème pour interpréter leur présence ici.

- Les productions céramiques d'autres périodes

Il faut souligner la présence de traditions de fabrications d'autres époques en très faible quantité, mais trahissant des phases discrètes d'occupation du site. 10 tessons sont attribuables au haut Moyen Âge et plus spécifiquement à l'époque carolingienne (identification P. Husi, CNRS - LAT). Ils sont répartis indifféremment dans les trois ensembles, et il est délicat d'interpréter leur présence ici : occupation liée à l'exploitation forestière ? Enfin, quelques tessons de grès, très probablement associé à l'activité de charbonnage moderne et contemporaine ont été découverts sur le site.

10.2.4.3. Quantification des poteries

Le Nombre Minimum d'Individus (NMI) a été calculé pour chacune des traditions de fabrications en se fondant uniquement sur le nombre de lèvres différentes au sein de ces groupes. La quantification a été faite selon trois ensembles stratigraphiques (fig. 193).

- Les ferriers à scories en plaquettes et l'atelier associé (ensemble 1)

L'ensemble 1 rassemble à la fois le plus d'US et le plus de céramiques, avec 83,6 % du N. R. total. L'essentiel de ce lot provient d'un niveau de rejet pris dans le ferrier 3 et épais de plus de 40 cm par endroits. Malheureusement, les perturbations dues à l'érosion et à la végétation (souche et passage des racines) n'ont pas permis de toujours bien suivre ce niveau et des interférences avec les colluvions ont pu intervenir, notamment à la marge du ferrier. Toutefois, la datation de cet ensemble ne fait pas de doute : plus de 96 % des tessons en N.R. appartiennent à une tradition de fabrication attribuable au Haut-Empire. Le reste de la céramique est essentiellement datable de la fin du Moyen Âge et peut être considéré comme intrusif.

On peut ainsi estimer qu'au moins 226 pots 5 (N.M.I.) de facture romaine constituent cet ensemble, ce qui induit une très forte fragmentation (la plupart des vases n'étant connus que par un seul tesson). Parmi ces pots, on compte 38 vases en sigillée, 10 mortiers, 5 cruches, mais également 86 pots à cuire ou vases de stockage à lèvre en S. Le nombre et la diversité des formes permettent d'affirmer la présence d'un habitat associé à l'atelier de réduction, dont le ferrier a servi de dépotoir, peut-être secondaire vue la fragmentation. Malgré nos recherches les structures de cet habitat n'ont pas encore été mises au jour.

- Le petit ferrier à scories de fonds de four et les niveaux qui lui sont rattachables (ensemble 2)

Le ferrier à scories de fonds de four et les niveaux joints (ensemble 2) ont livré une moindre quantité de céramiques (N.R. = 180). Parmi celles-ci, la majorité est attribuable au bas Moyen Âge (plus de 51 %). Cependant, les traditions de fabrication antiques constituent encore une part majeure

dans la constitution de ce lot. Elles représentent 47% du N.R. et le N.M.I. des vases romains dépasse celui des pots attribués à la période médiévale (18 vases antiques contre 12 médiévaux). Là aussi, les conditions de sédimentation peuvent être avancées pour expliquer la redéposition du matériel romain. En outre, il est possible que l'activité médiévale ait entraîné une forte remobilisation des niveaux d'occupation antique (percement de structures en creux), provoquant la dispersion de la céramique romaine.

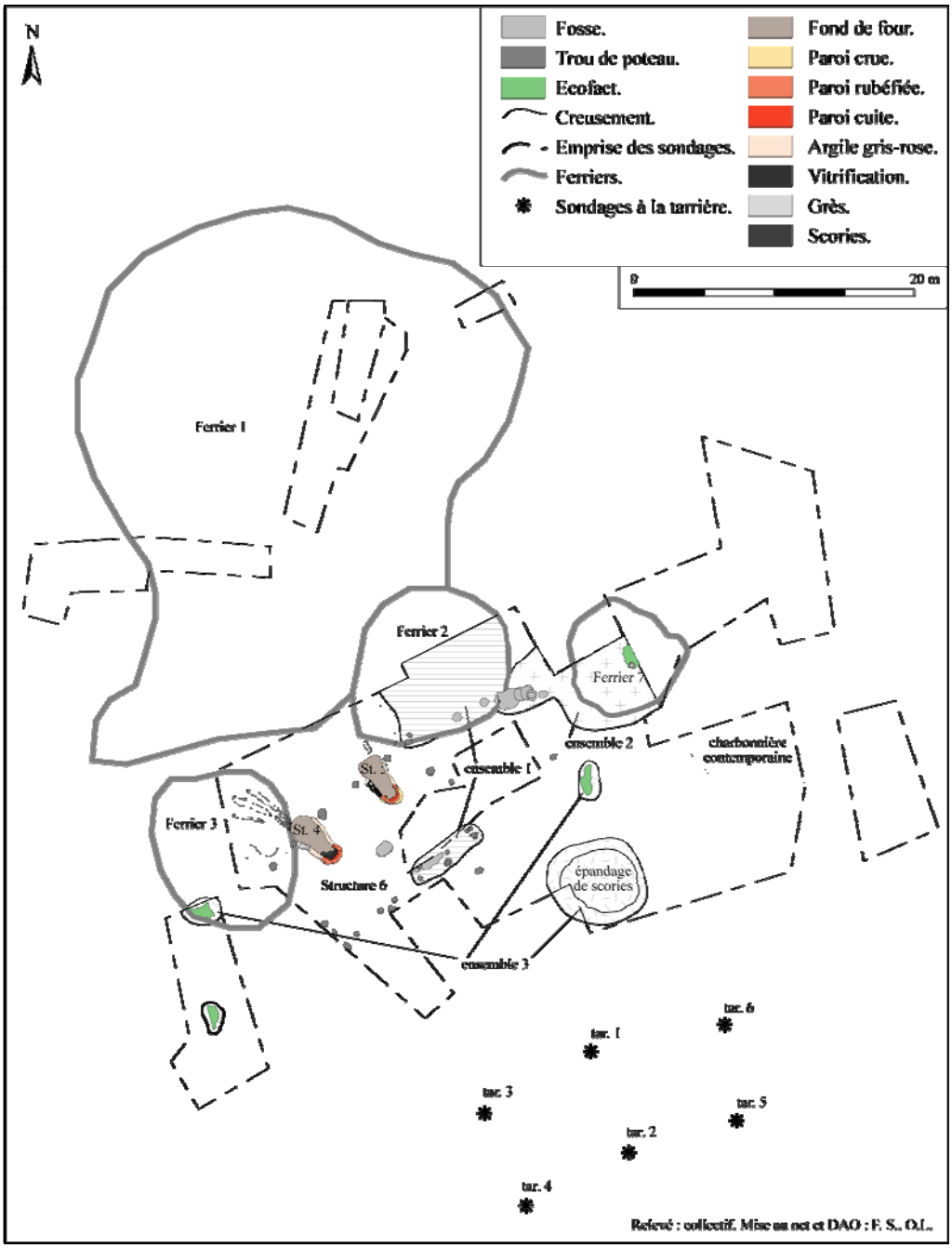


Fig. 192 : localisation des ensembles céramiques.

Parmi les douze vases identifiés dans cet ensemble stratigraphique, on peut en reconnaître au moins sept à lèvres en bandeaux, trois mortiers à "œil de perdrix", une cruche et un bol. L'absence de céramique culinaire et le faible nombre de vases reconnus en contexte stratigraphique gênent la

définition de l'occupation médiévale. Ceci est dû en grande partie au fait que la majorité du matériel de cette période a été découverte dans les colluvions ou en intrusion dans les niveaux romains (ensemble 3).

- Colluvions, chablis et faits non rattachables à l'une ou l'autre phase d'occupation (ensemble 3)

En effet, parmi les 223 tessons que compte ce dernier ensemble, environ un quart sont du bas Moyen Âge, et représentent un NMI de sept vases supplémentaires (les éventuels doublons ont été vérifiés) auxquels s'ajoutent les dix vases de cette période identifiés dans l'ensemble 1 (même remarque : on a vérifié que certains vases n'ont pas été comptés deux fois). Avec un N.M.I. total de 30 vases, le bas Moyen Âge est donc bien moins représenté que l'époque romaine. La présence d'un habitat permanent à cette période n'est donc pas assurée.

Plus des trois quarts des tessons de l'ensemble 3 sont de l'époque romaine. La plupart de cette céramique provient d'une bande d'une vingtaine de mètres de large, suivant la pente et s'achevant entre le ferrier 3 et le ferrier 7, et pourrait provenir de structures en amont (habitat ?)

10.2.4.4. Les objets en fer

- Présentation du lot d'objets en fer

41 objets en fer ont été mis au jour sur le site de "Roche Brune", très majoritairement dans le niveau de dépotoir du ferrier 3. Il s'agit essentiellement de tige de clou, mais on peut souligner la présence de plusieurs éléments en forme de biseau ou informes, ayant visiblement subi une exposition au feu. Il pourrait s'agir de chute de travail du fer, bien qu'on n'ait trouvé aucune autre trace de ce type d'activité (forge : aucune scorie en culot, pas de battitures). Ces objets étaient mêlés aux rejets céramiques de l'habitat lié à l'occupation romaine, on peut supposer qu'il y a pu y avoir une forge associée à ce second bâtiment qu'il reste à trouver.

- Un outil spécifique à la réduction directe du fer : le ringard

Un objet mis au jour dans le niveau de rejet du ferrier 3 se distingue. Il s'agit d'un outil à emmanchement à douille circulaire dont la longueur conservée est de 24 cm (isolation 5020.1). La douille mesure plus de 15 cm et son diamètre à l'ouverture est d'environ 4,5 cm. Elle a subi un écrasement à la moitié de sa longueur probablement au cours d'une réparation. L'extrémité de l'objet est légèrement désaxée par rapport à l'emmanchement et elle est de section trapézoïdale irrégulière. Cet objet est relativement massif et peut être interprété comme un outil servant à l'ouverture de la porte du four et à l'extraction de la masse de fer du bas fourneau (*i.e.* "ringard[108]"). Les éléments de

[108] Ce mot apparaît encore dans le dictionnaire (Petit Robert, édition 1979) dans le sens de : "barre de fer servant à attiser le feu, décrasser les grilles, retirer les scories, etc." (*ibid.* : 1719, colone de droite).

comparaison sont rares. Un objet se rapproche néanmoins de celui-ci : il s'agit d'une pièce découverte dans la sépulture aristocratique de Dun-sur-Auron (Cher). Celle-ci fait partie du groupe de tombes augustéennes découvertes dans le Berry et connu sous le nom de groupe de Fléré-la-Rivière, du nom du site éponyme mis au jour en 1968 dans l'Indre (FERDIÈRE, VILLARD 1993). On a déjà évoqué la présence dans certaines sépultures de cet ensemble de pinces de forgerons, symbolisant probablement l'autorité détenue par le défunt sur la production du fer. La tombe de Dun-sur-Auron est l'une d'elles. L'objet qui nous intéresse porte le numéro 56 de l'inventaire de ce dernier site et a été interprété de manière hypothétique comme soc d'araire. Pourtant cet outil à emmanchement à douille est long de près de 40 cm et a une extrémité pyramidale de section rectangulaire (FERDIÈRE, VILLARD 1993 : 117). L'aspect massif de la pièce, le mode d'emmanchement, la section de la partie opérante sont donc semblables à l'objet 5020.1 de "Roche Brune", la seule différence est que l'exemplaire déposé dans la tombe de Dun-sur-Auron est complet alors que celui découvert dans l'atelier sarthois a visiblement servi et est hors d'usage (fig. 194). L'identification de l'objet 56 de la tombe berrichonne comme un ringard n'est pas choquante vu son contexte et son association avec une pince de forgeron. Cette hypothèse renforcerait même le lien entre le riche défunt enseveli ici et la production sidérurgique. Cet outil semble caractéristique de la phase de réduction directe du fer. Il est fort possible que ce type d'objet ait déjà été découvert ailleurs, mais n'ait pas été interprété dans ce sens faute de contexte.

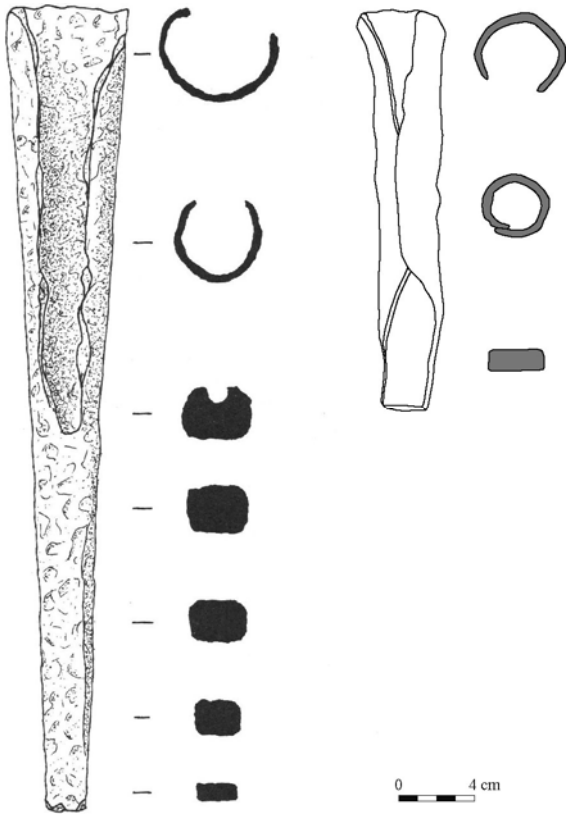


Fig. 193 : comparaison de l'objet n°56 de la sépulture aristocratique de Dun-sur-Auron (Cher), à gauche, et de l'outil 5020.1 de l'atelier de réduction romain de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe), à droite (dessin E. Roux). On peut interpréter ces deux objets comme des ringards, servant à briser la porte du bas fourneau et à extraire le massiot.

10.2.4.5. Un fragment de meule rotative

Une des pierres de calage du poteau de l'angle nord-ouest du bâtiment d'atelier est un fragment de meule rotative, plus précisément un demi *catillus* en grès dur, probablement du grès armoricain. On observe sur la surface d'abrasion des traces d'oxydes de fer incrustées dans la roche. La fonction de cette meule n'est donc pas forcément la mouture de céréales. L'utilisation de meule pour le concassage de minerai ou de scories (cas avéré aux Martys) est connue dans plusieurs centres sidérurgiques (Les Martys : DOMERGUE *et al.* 1997 ; OLIVA *et al.* 1999 ; forêt d'Allogny : BORDELOUP 1995 : 152) : cela pourrait être le cas ici.

10.2.5. Les éléments de datation

10.2.5.1. L'occupation romaine

- La datation céramique

La chronologie de l'occupation romaine repose essentiellement sur la datation des formes sigillées, les autres productions étant généralement moins bien connues. L'ensemble des tessons de sigillée découverts sur le site provient des ateliers du Centre Gaule (Lezoux essentiellement). Si l'on se fie à la chronologie de production établie par P. Bet (2000), les formes identifiées sont toutes datables de la période 30-230 ap. J.-C.

On possède également une lèvre de Dressel 20. Les amphores à huile d'Espagne Dressel 20 ont connu une forte évolution entre le dernier quart du Ier s. av. J.-C. et la fin du IVe s. notamment sur la forme des lèvres. La chrono-typologie dressée par S. Martin-Kilcher à partir de l'étude de l'important lot d'amphores de Augst et Kaiseraugst permet d'affirmer que notre exemplaire est postérieur à 70 et antérieur à 280 sans qu'on puisse préciser (MARTIN-KILCHER 1987 : beilage 2).

- Les autres éléments de datation

Un seul autre artéfact peut être daté. Il s'agit d'un petit tesson de verre bleu, identifié comme un fragment de bol moulé Isings 3, daté habituellement de la première moitié du Ier s. ap. J.-C. La circulation et la conservation du verre n'est toutefois pas la même que celle de la céramique. Un récipient en verre, plus précieux, peut être conservé plus longtemps, parfois sur plusieurs générations.

Une unique datation radiocarbone a été réalisée sur le site. Elle a porté sur un charbon prélevé à la base de l'amas principal de scories (ferrier 1), perçu à l'extrémité occidentale du sondage 2. Ce charbon provient d'un niveau d'argile blanche mêlée de scories, de charbons et de fragments de

tuyères. L'analyse a fourni une fourchette de datation entre 40 av. J.-C. et 130 ap. J.-C. avec un pic de probabilité plus important (68,2 %) entre 1 et 75 ap. J.-C.[109] (cf. annexe 4.4).

- Établissement d'une durée d'occupation

La datation ^{14}C fait potentiellement remonter, pour la limite haute de la fourchette, l'occupation du site à la période gallo-romaine précoce (fig. 195). Toutefois, aucun mobilier n'est datable des dernières décennies avant le tournant de l'ère chrétienne, ni même après. Trois tessons de céramique non-tournée ont bien été découverts sur le site, mais ce type de céramique est abondant dans la région jusqu'au début du IIIe siècle[110]. En l'absence de forme caractéristique, ces pièces ne peuvent attester une occupation précoce du site. Il en va de même des dérivées de forme habituellement produite en *terra nigra* : ces productions circulent dans la région jusqu'à la fin du Ier s. ap. J.-C. En fait, l'élément potentiellement le plus ancien est le petit fragment de verre dont on vient de parler.

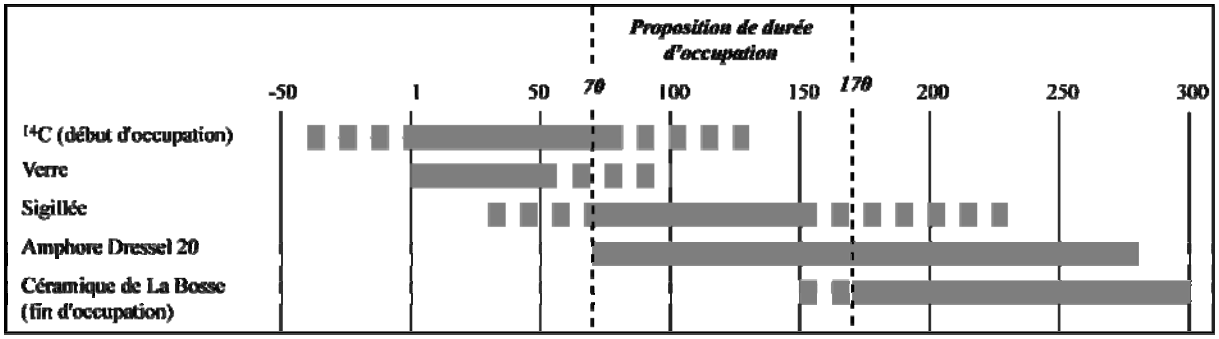


Fig. 194 : critères chronologiques pour l'établissement d'une durée d'occupation de la phase romaine du site de "Roche Brune".

De fait, le bol côtelé Isings 3 peut être daté du début du Ier s. ap. J.-C. mais le reste du matériel céramique pour lequel on dispose d'une datation est datable après 30 ap. J.-C. (forme Drag. 18, Lezoux 058A ou P). C'est notre *terminus post quem* pour le début de l'occupation. Cette datation paraît encore assez haute. En effet, à cette date, les productions du Centre Gaule n'ont pas encore surpassé celle du Sud. Le site a livré un corpus de sigillée assez abondant. On peut donc imaginer que s'il est occupé durant la période où l'approvisionnement en sigillée était partagé entre ces deux régions, on devrait retrouver au moins quelques tessons de pots du Sud de la Gaule. Par exemple, dans un niveau de rejet extérieur de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains, postérieur aux remblais des années 70 ap. J.-C. les productions de Gaule du Sud représentent encore 27 % du total des sigillées (en NMI) (CHUNIAUD, MORTREAU 2002 : 162). Bien sûr l'approvisionnement d'une capitale de cité n'est pas celui d'un atelier sidérurgique *a priori* rural et où il n'y a pas forcément eu de sigillée dès le début de l'occupation du site de "Roche Brune". Cependant, on n'a identifié à "Roche Brune" aucune forme caractéristique de Gaule du Sud[111]. Il est donc plus raisonnable d'envisager le début de

[109] Datation effectuée par le Poznan Radiocarbon Laboratory, réf. Poz-19846 (1960 ± 30 BP) (cf. annexe 4.4).
[110] Au Mans : GUILLIER 1995 : 228 ; à Jublains : CHUNIAUD, MORTREAU 2002 ; BOCQUET *et al.* 2004 : 158, fig. 24 et annexe CD20.
[111] Vu le mauvais état de conservation générale, on ne peut exclure la présence de tessons isolés provenant des ateliers de Gaule du Sud, toutefois aucune forme ou décor de ces officines n'a été identifié.

l'occupation après 70 ap. J.-C., date à laquelle, selon l'exemple de Jublains, la diffusion des productions sigillées du Centre Gaule devient dominante dans notre région. Cette date n'est pas contradictoire avec la datation du tesson de verre, ni avec la fourchette fournie par l'analyse radiocarbone et elle s'accorde également avec le *terminus ante quem* de la production du type de l'amphore Dressel 20.

Une autre indication chronologique est fournie par la datation de productions céramiques, également *a silentio*. En effet, on connaît dans le département de la Sarthe un centre de production céramique très important situé sur la commune de La Bosse (GUILLIER 1997). Cet atelier commence à produire massivement des poteries grises, très caractéristiques, dans les années 150 (*ibid.* : 249) ou peut-être plus tardivement, vers 170 (communication personnelle, A. Ledauphin), et exporte très rapidement des productions à travers toute la région. Les poteries de La Bosse sont présentes dans les niveaux du dernier quart du IIe s. ap. J.-C. au Mans, à Allonnes et jusqu'à Jublains (*ibid.* ; BOCQUET *et al.* 2004 : annexe CD 20 : 10). Or le site de "Roche Brune" n'a livré que trois tessons qui pourraient être attribuables à cet atelier, l'identification étant douteuse en raison de leur mauvais état de conservation. Ces trois fragments proviennent d'un même chablis mis au jour dans le sondage 8 et ne sont donc pas directement rattachables à l'occupation de l'atelier, même s'ils ne doivent pas y être totalement étrangers. La présence en faible quantité de ces productions, qui partout ailleurs dominent, semble indiquer que le site n'est plus en activité durant la phase d'expansion de l'atelier de La Bosse, ce qui situerait sa date d'abandon dans les années 170. Cette date pourrait fournir un *terminus* pour l'abandon. Elle s'accorde d'ailleurs avec l'absence de formes sigillées spécifiques des phases 6 et 7 de Lezoux, c'est-à-dire postérieures à 150.

La phase d'occupation romaine pourrait donc être datée des années 70 à 170 ap. J.-C. (fig. 195). Cette fourchette correspond en grande partie aux imprécisions des datations céramiques, mais on peut considérer qu'une durée d'occupation d'un siècle – ou peut-être moins – est crédible. Il s'agit bien sûr seulement d'une proposition qui pourrait être confirmée par la réalisation d'autres analyses ^{14}C et une hypothétique étude d'un ensemble clos lié à l'habitat qui reste à découvrir.

10.2.5.2. La réoccupation du bas Moyen Âge

Les formes caractéristiques de cette occupation sont les céramiques à "œil de perdrix" et pots à lèvres en bandeaux. La production de types similaires est connue dans la région à partir du XIIe s. sur le site des "Grands Prés" à Fyé (GUILLIER *et al.* 2003). Toutefois, la forte quantité de mica dans le dégraissant indique l'utilisation d'argile du Massif Armoricain, peut-être celle des ateliers de Héloup (Orne) ou de Bérus (Sarthe) fonctionnant entre la fin du XIIIe et le XVe s. (ROUSSEAU 1979 ; THOORIS *et al.* 2003). Signalons également l'identification d'au moins une coupe réalisée dans une pâte semblable à celle des pots du type 5, ainsi que la présence d'au moins une cruche proche des productions de l'atelier de Saint-Jean-de-la-Motte (Sarthe). Sur la base de ces éléments, on peut donc dater l'occupation du bas Moyen Âge entre la fin du XIIIe s. et à la fin du XVe s. Les éléments de datation sont malheureusement insuffisants pour permettre d'établir le mode d'occupation (ponctuel ou permanent) et encore moins d'en définir une durée.

10.2.6. La question de l'habitat

10.2.6.1. Un habitat lié à l'atelier romain

La présence d'un abondant lot de poteries lié au stockage ou à la préparation culinaire indique très probablement l'existence d'un habitat sur place. Celui-ci n'a malheureusement pas été découvert dans l'emprise des sondages ouverts en 2006 et 2007. On peut toutefois supposer qu'il se situe dans un rayon maximal d'une cinquantaine de mètres autour du niveau de rejet, sinon ces déchets auraient été jetés ailleurs. Les sondages ouverts en 2007 ont porté sur la partie est de ce périmètre, sans succès. Une nouvelle opération, prévue en 2009, pourrait permettre de sonder en amont de la zone de rejet céramique, là où des sondages à la tarière ont déjà mis en évidence la présence de niveaux anthropiques (présence d'argiles cuites et de charbons à 70 cm de profondeur).

Le lot céramique de "Roche Brune" est comparable à celui d'occupations rurales de niveau moyen, voire même de quartiers urbains. On ne possède que très peu de comparaisons régionales pour des niveaux contemporains dont l'étude céramologique soit publiée. On ne peut citer que le rejet extérieur découvert lors de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains (CHUNIAUD, MORTREAU 2002). Ce dépôt se trouve dans une cour située entre deux bâtiments, dont l'un est interprété comme un habitat (bâtiment 9 : BOCQUET *et al.* 2004 : 149-152). Il est postérieur à la phase de remblai et d'installation de la trame urbaine de la capitale diablinte, datée des années 70-80 ap. J.-C. (*ibid.* : 141), et est antérieur au milieu du IIe s., donc d'une durée de formation très comparable à l'occupation de "Roche Brune". Ce niveau a livré plus de 6500 tessons, pour un NMI de 411 vases (CHUNIAUD, MORTREAU 2002 : 160). Il est donc beaucoup plus important que le lot de céramiques romaines de "Roche Brune" qui compte, pour l'ensemble 1, 1918 tessons, pour un NMI de 225 vases (fig. 196).

On retrouve dans les deux ensembles des proportions proches de plusieurs formes (pourcentage en NMI : 23,6 % de sigillée à Jublains contre 17 % à Roche Brune, 3,4 % de mortiers à Jublains contre 4,4 % à "Roche Brune", une amphore Dressel 20 dans chacun des lots ; en NR : un ratio proche entre céramiques communes à cuisson oxydante et réductrice pour les deux sites). La différence essentielle est due à la présence à Jublains de céramiques fines et d'importation en plus grande quantité (11 amphores d'importation, 51 vases en *terra nigra*, un plat à vernis rouge pompéien, 5 vases à parois fines) et d'amphores de production régionale (aucune identifiée à "Roche Brune", 28 en NMI à Jublains). On peut bien sûr supposer que cette plus grande diversité de l'approvisionnement céramique est due à la situation de ce site en milieu urbain, donc au contact immédiat des centres de distribution, ce qui n'est *a priori* pas le cas à "Roche Brune". Toutefois, l'acidité du sol nous a privé sur ce denier site de la plupart des traitements de surface, ce qui exclut la découverte de céramique peinte et réduit les chances d'identifier des engobes, seul le vernis de la sigillé résiste parfois, mais de façon lacunaire. On ne peut ainsi identifier aucun décor sur ce dernier type de production : à peine distingue-t-on leur relief (une scène de chasse ?). L'assemblage céramique de l'ensemble 1 de "Roche Brune", qui correspond essentiellement au niveau de dépotoir du ferrier 3, est donc légèrement moins riche que le niveau de rejet de l'habitat de "La Grande Boissière" mais ne s'en différencie pas radicalement. Pour ce dernier site, il est intéressant de noter que le bâtiment 9 fonctionne avec un autre

édifice, numéroté 10, qui abrite une forge (BOCQUET *et al*. 2004 : 149-152). On peut donc supposer que ce sont les forgerons qui opéraient là qui ont rejeté l'essentiel de ce lot céramique.

		Jublains - La Grande Boissière - US 2035-5006				Roche Brune - Ensemble 1			
TF Roche Brune	Catégories Jublains	NR	% NR	NMI	% NMI	NR	% NR	NMI	% NMI
3 à 8, 15, 19 et 23	Céra. com. à cuisson oxydante	3984	60,67	69	16,79	1412	73,62	125	55,56
9, 11 et 14	Céra. com. à cuisson réductrice	695	10,58	72	17,52	248	12,93	45	20,00
	Amphore régionale	459	6,99	28	6,81	0	-	0	-
1	Céra. Sigillée	330	5,03	97	23,60	166	8,65	38	16,89
13	Terra nigra	319	4,86	51	12,41	8	0,42	4	1,78
2	Amphore d'importation	280	4,26	11	2,68	17	0,89	1	0,44
21	Cér. modelée	176	2,68	23	5,60	2	0,10	1	0,44
26	Céramique grise semi-fine	163	2,48	25	6,08	0	-	0	-
22	Mortiers	66	1,01	14	3,41	44	2,29	10	4,44
	Parois fines	35	0,53	5	1,22	0	-	0	-
	Cér. à engobe rouge	31	0,47	7	1,70	0	-	0	-
16	Cér. à engobe blanc	22	0,34	5	1,22	21	1,09	1	0,44
	Indéterminé	4	0,06	1	0,24	0	-	0	-
	Cer. à vernis rouge pompéien	1	0,02	1	0,24	0	-	0	-
	Cér. à engobe micacé	1	0,02	1	0,24	0	-	0	-
	Cér. peinte	1	0,02	1	0,24	0	-	0	-
Total		6567	100	411	100	1918	100	225	100

Fig. 195 : tableau comparatif des ensembles céramiques de l''US 2035-5006 de "La Grande Boissière" à Jublains (d'après CHUNIAUD, MORTREAU 2002 : 160) et de l'ensemble 1 (niveau de rejet et trous de poteaux de l'atelier romain) du site de "Roche Brune".

Si l'on tient compte de la présence dans le même dépotoir de "Roche Brune" de briques de parois de salles chauffées, même si elles sont en réutilisation, de quelques tessons de verre et d'une petite statuette en terre blanche, on peut dire que l'habitat artisanal doit être assez proche de celui du secteur artisanal de Jublains. Il existe peu de différences entre le faciès du vaisselier des sidérurgistes qui opéraient dans l'atelier rural de "Roche Brune" et celui des forgerons urbains de la capitale diablinte. On peut donc en conclure que les artisans qui officiaient dans les ateliers de traitement du minerai n'étaient pas coupés de la société et ne s'en distinguaient pas par le faciès de consommation céramique en tout cas. Cette conclusion est cohérente avec la découverte, sur trois autres sites du Bas Maine, d'abondants lots de sigillée (cf. 7.4.5.1).

On peut supposer que l'occupation de cet habitat était permanente, même si l'on ne peut pas le prouver. On verra que la cadence moyenne de production laisse supposer une activité intense, peut-être continue.

10.2.6.2. Un habitat du bas Moyen Âge ?

La présence de céramiques de stockage datables des XIV-XVe s. (cuvier, pots) indique probablement l'existence d'au moins un habitat provisoire. Mais il est impossible de dire si ces poteries sont liées à un véritable habitat permanent. L'absence de céramique de préparation culinaire avérée ne plaide pas dans ce sens. Les alentours du ferrier médiéval ont été dégagés sur les trois quarts de son pourtour. On a pu mettre en évidence, à l'ouest, un enchevêtrement de structures de combustion qui pourrait être lié soit à l'activité sidérurgique, soit à un campement. En outre, la datation très large ne permet pas de savoir si l'occupation est ponctuelle ou de longue durée. La question de l'existence d'un habitat lié à la réoccupation médiévale reste donc posée.

10.3. Approvisionnement en matières premières

10.3.1. Le minerai

10.3.1.1. Les minerais à disposition

Le secteur de la forêt de Sillé offre des ressources en minerai de fer abondantes et variées. Le site de "Roche Brune" n'étant pas directement implanté sur une formation pouvant contenir du minerai de fer, celui-ci devait donc être importé. Plusieurs formations ont pu être exploitées (fig. 197) :

- la carte géologique indique le passage d'un filon de minerai oolithique primaire à environ 100 m en amont du site. Ce filon n'a pas pu être reconnu sur le terrain et il n'est pas sûr qu'il ait été exploité par les sidérurgiques anciens. Ceci reste néanmoins une possibilité ;

- la formation des grès de Blandouet, mentionnée par ailleurs comme contenant des minerais de fer, figure également sur les levées géologiques sur le flan sud du synclinal des Coëvrons, à environ 300 m en amont du site de "Roche Brune" ; on possède encore très peu d'informations sur ce minerai ;

- on a repéré au cours de prospection, sur une crête de la forêt de Sillé, des minières creusées dans des dépôts d'argiles détritiques contenant des rognons de minerai de fer : on peut rapprocher ce minerai des formations sidérolithiques ;

- l'atelier de "Roche Brune" se trouve à 4 km à vol d'oiseau des argiles à glauconie du secteurs des Bercons, dont l'exploitation remonte semble-t-il à l'Antiquité ;

- enfin, un calcaire secondaire à oolithes ferrugineuses affleure au sud de la forêt de Sillé, mais son exploitation pour la sidérurgie ancienne n'est pas attestée.

Ce sont donc cinq formations susceptibles de livrer du minerai de fer qui se trouvent dans un rayon de 4 km autour de l'atelier de "Roche Brune". Les examens minéralogiques et les analyses chimiques de cinq échantillons de minerai prélevés lors de la fouille ont montré que ces fragments semblent provenir des argiles à glauconie du Bassin Parisien, dont les plus proches sont ici celles des Bercons (cf. 6.2.3.1). La question est de savoir si l'on peut établir un lien chimique entre ce minerai et les scories et de déterminer si ce type de formation a été mis en œuvre de façon exclusive ou non, et si l'on peut déterminer un éventuel mélange de minerais.

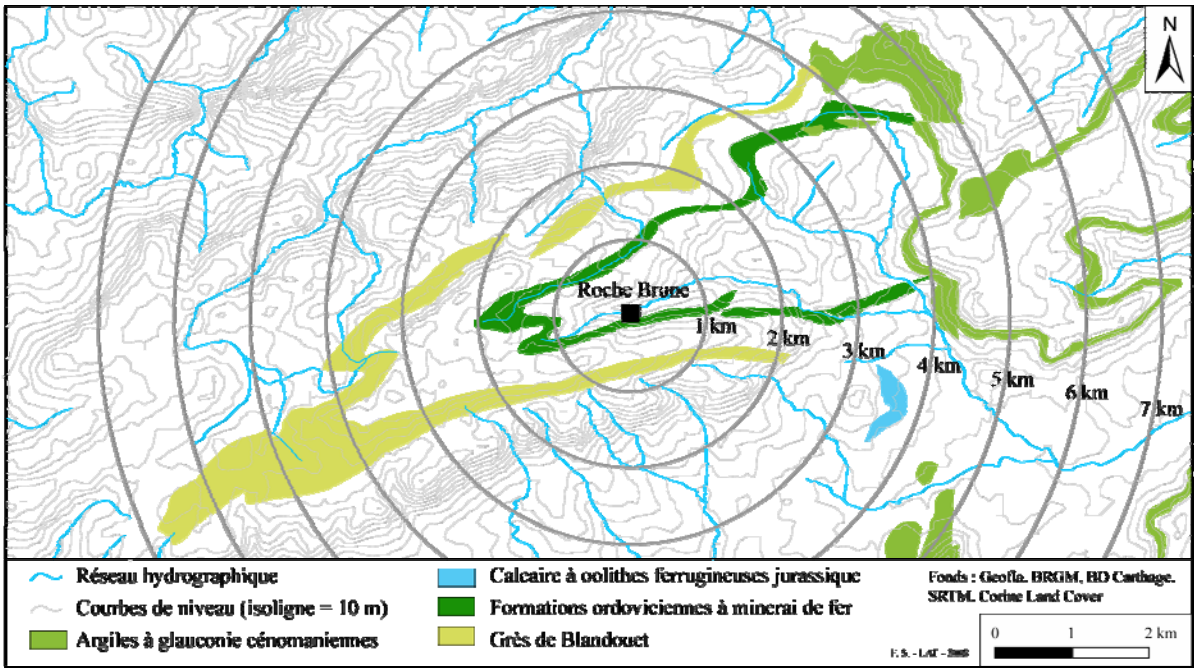


Fig. 196 : localisation des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer dans un rayon de 7 km autour du site de "Roche Brune".

10.3.1.2. Les relations minerai-paroi-scorie

On a déjà eu l'occasion de présenter la composition chimique de quelques échantillons de minerais et de scories des ferriers romains du site de "Roche Brune" (cf. 6.4.2.4 et 7.2.2). Pour évaluer l'influence de l'argile des bas fourneaux sur la composition de la scorie, quatre échantillons de paroi ont été analysés (fig. 198). Les rapports SiO_2/Al_2O_3 montrent que les scories sont enrichies en silice et alumine par rapport au minerai, par contamination de la paroi (fig. 199). Cette dernière apporte au système peu d'autres éléments. Seule la concentration en potassium dépasse 2 %, les autres teneurs étant nettement moins élevées.

Malgré cet enrichissement en silice et en alumine, on peut affirmer que le minerai analysé est bien celui utilisé. On possède en effet une corrélation entre les teneurs en éléments majeurs et en trace. Les coefficients de détermination des couples Al_2O_3/K_2O, Al_2O_3/TiO_2 et K_2O/TiO_2 sont supérieurs à 95 %. Des rapports constants entre ces éléments sont la trace de la présence d'une phase argileuse dans le minerai. Leur conservation dans les scories indique l'emploi de minerai de même origine. Pour les éléments en trace, on a déjà vu le rapport constant entre césium et rubidium dans les scories ; on retrouve celui-ci tant dans le minerai que dans les scories (fig. 200).

Réf. Echantillon	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	Σ traces %	PF %	Total %
SAR713	75,60	11,20	4,64	0,05	0,69	0,16	0,77	2,06	0,90	0,08	0,21	2,41	98,77
SAR714	74,90	10,45	5,23	0,04	0,62	0,26	0,67	1,95	0,87	0,11	0,18	4,90	100,18
SAR715	77,20	11,85	4,91	0,05	0,81	0,09	0,75	2,06	0,96	0,17	0,21	1,73	100,79
SAR716	83,80	7,60	3,30	0,05	0,40	0,09	0,53	1,36	1,00	0,13	0,17	1,69	100,12

Fig. 197 : tableau simplifié des analyses chimiques des échantillons d'argile cuite des fourneaux de l'atelier romain de "Roche Brune".

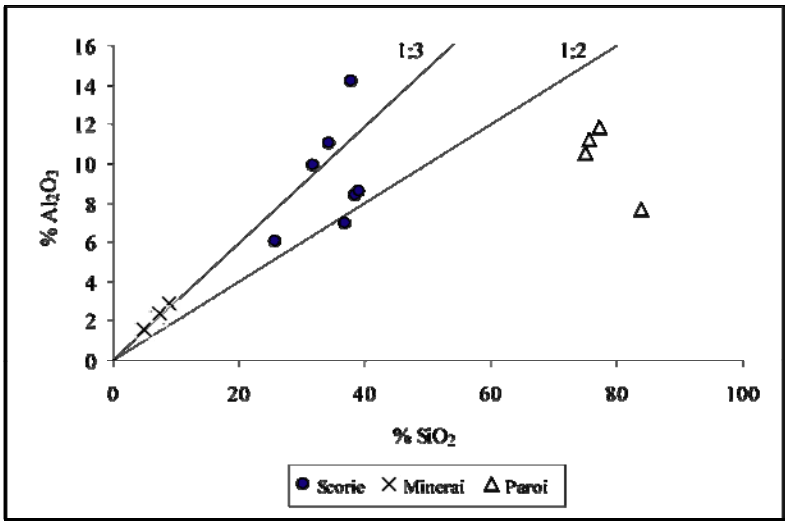


Fig. 198 : rapport SiO_2/Al_2O_3 des minerais, scories et parois provenant des niveaux romains du site de "Roche Brune". Les analyses montrent un enrichissement de la scorie en ces deux éléments par contamination de la paroi.

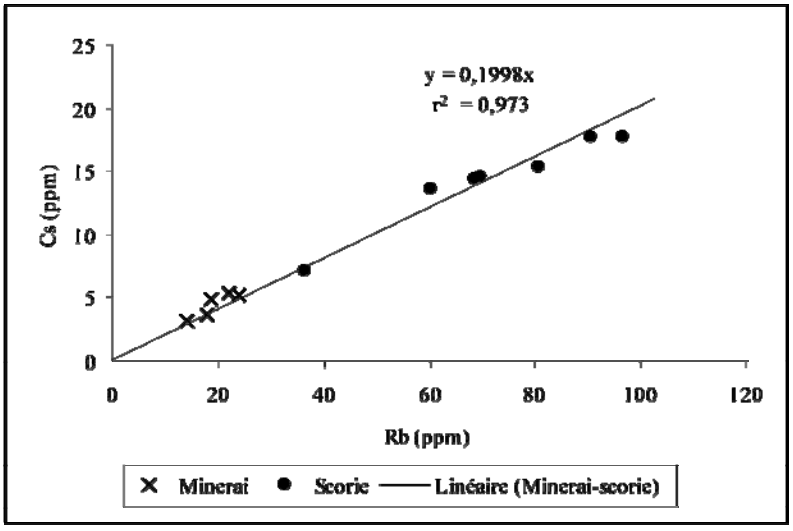


Fig. 199 : rapport Rb/Cs des minerais et scories du site de "Roche Brune".

10.3.1.3. Conclusion sur le minerai utilisé

L'approvisionnement de l'atelier de "Roche Brune", au moins dans sa phase d'occupation romaine, semble donc, sur les éléments dont on dispose, exclusif. L'homogénéité du minerai utilisé se retrouve dans la composition des scories et on ne peut déceler de traces de mélanges de minerais ou d'ajouts. Les échantillons de minerai n'appartiennent pas à un unique niveau archéologique ; leur arrivée sur le site n'est donc pas contemporaine. Leur unité chimique et minéralogique traduit donc l'apport sur le temps long d'un minerai de gisements identiques : ceux des argiles à glauconie du Bassin Parisien. Ce minerai n'est pas le plus proche du site de "Roche Brune" : il a fallu l'importer sur au moins 4 km, peut-être plus.

L'importation sur une distance moyenne d'un seul type de minerai pendant au moins plusieurs années permet de supposer une forte structuration de la chaîne de production. On ne possède aucune

information sur les opérateurs de cet approvisionnement : dépendaient-ils de l'atelier de réduction ou étaient-ils indépendants ? Exerçaient-ils ce travail de manière exclusive ou en marge d'une activité agricole ? Quel était leur statut juridique : esclave, homme libre, salarié ? On ne peut pas répondre à ces questions sur la base des données archéologiques.

10.3.2. Vers une signature chimique de la zone de production

La droite de régression linéaire établie grâce aux analyses de minerais et de scories provenant du site de "Roche Brune" constitue un référentiel pour les autres sites du secteur. Or la projection des autres scories dans le diagramme Rb/Cs montre une forte dispersion qui indique que ce couple est un bon outil de discrimination entre les groupes (fig. 200). Un seul autre site montre un rapport semblable entre ces deux éléments avec le site de "Roche Brune", celui de "La Fontaine d'Enfer" à Mont-Saint-Jean (Sarthe) (fig. 200). Ce ferrier se trouve lui aussi dans la forêt de Sillé. Ceci démontre que les scories de ces deux sites contiennent la même proportion de ces deux éléments et donc qu'ils utilisaient très probablement un minerai semblable, celui des argiles à glauconie du Bassin Parisien. On peut donc penser que la conservation de ce rapport constant entre ces deux éléments constitue une signature de la zone de production. L'étude d'autres sites de la région, mais également l'analyse des inclusions dans les objets en fer, permettra sans doute de confirmer ce premier résultat.

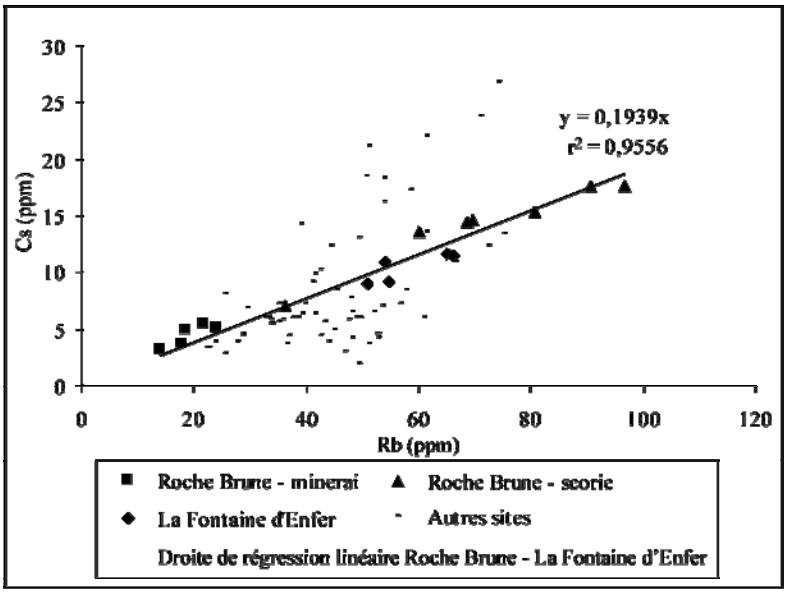


Fig. 200 : rapport Rb/Cs pour les minerais et scories de "Roche Brune" et des scories du ferrier de la "Fontaine d'Enfer" à Mont-Saint-Jean, situé lui aussi dans la forêt de Sillé.

Il se trouve que la paire Rb/Cs a été utilisée par M.-P. Coustures pour distinguer le site des Martys (Aude) de celui des "Ferrys" (La Bussière, Loiret), tous deux datés de l'Antiquité (COUSTURES *et al*. 2003). Elle possède pour ces deux sites des données sur les minerais, les scories et les inclusions dans des objets en fer, derniers éléments dont on ne dispose pas encore pour la forêt de Sillé. On peut toutefois comparer les droites de régression linéaire Rb/Cs pour ces trois sites ou zones de production (fig. 201).

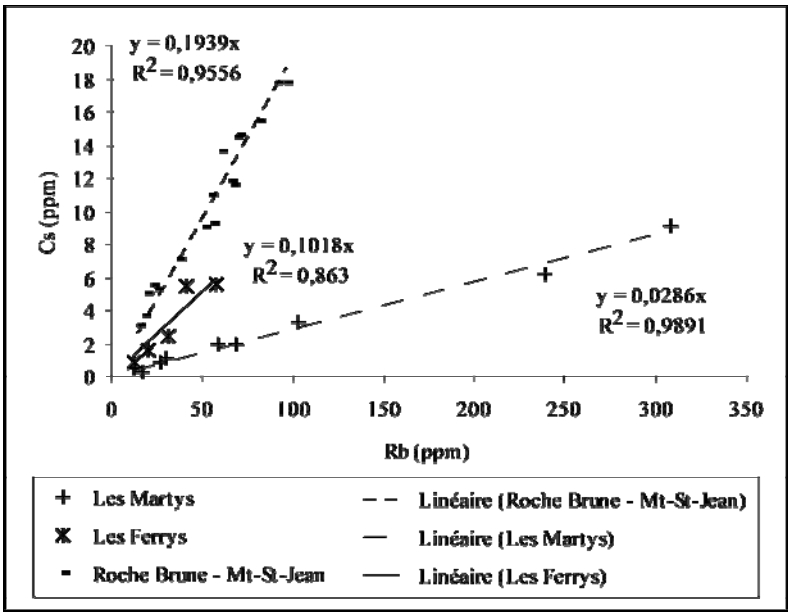


Fig. 201 : comparaison des rapports Rb/Cs entre trois zones ou sites de production sidérurgique antiques : "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe), Les Martys (Aude) et les "Ferrys" (La Bussière, Loiret) (données pour ces deux derniers sites d'après COUSTURES *et al*. 2003 : 605).

On voit que celles-ci divergent clairement les unes des autres, ce qui permet de discriminer un site d'un autre. Par conséquent, non seulement la signature chimique mise en évidence pour la forêt de Sillé est susceptible de définir un groupe de sites cohérents ayant utilisé le même minerai (et plus loin de suivre leur production grâce à la conservation du rapport Rb/Cs – et d'autres – dans les inclusions d'objets) mais on pourrait en outre, à partir d'un objet, savoir si celui-ci provient plus probablement de ce secteur plutôt que d'un autre. Il s'agit d'un jalon supplémentaire sur la piste de l'établissement d'une traçabilité des objets anciens en fer.

Toutefois, les données régionales sont encore insuffisantes pour pousser plus loin les conclusions. En effet, la question ne se posera jamais de savoir si un objet en fer découvert sur un site archéologique provient plutôt de l'Aude, du Loiret ou de la Sarthe. Il faudrait, pour que cette démarche ait une valeur, connaître plus finement les zones de production. Or on a vu qu'on ne peut pas établir pour toutes une signature chimique aussi claire que celle de la forêt de Sillé. En revanche, on peut envisager de tester des objets en fer d'époque romaine découverts à proximité de cette dernière, à commencer par ceux mis au jour dans les niveaux de rejets céramique du ferrier 3, pour voir si l'on peut lier minerai, scorie et objet en fer. Il est également envisageable que la signature mise en évidence ici s'applique aux autres ateliers mettant en œuvre ce minerai, notamment ceux de la région de Lavardin/La Bazoge pour lesquels on ne possède pas encore d'analyses de minerai ou de scories comparables. Il reste donc encore beaucoup à faire avant de pouvoir établir réellement la provenance des objets en fer sur la base des analyses chimiques, mais la piste semble néanmoins prometteuse.

10.3.3. Le combustible

La fouille de "Roche Brune" a livré de nombreux charbons, particulièrement dans les ferriers 2 et 3[112], encadrant l'atelier, ainsi que dans le comblement de certaines structures, dont la fosse F8, pour laquelle l'abondance de ceux-ci a permis son interprétation comme fosse de stockage pour le combustible (cf. 10.2.2.2). La plupart de ces charbons sont bien conservés ; il semblait donc intéressant d'en établir le potentiel pour une étude anthracologique. Pour cela, deux lots ont été étudiés[113]. Ils proviennent de deux US différentes, 4042 et 5042 : le premier est un prélèvement en vrac réalisé dans la fosse F8 ; le second est issu d'un ramassage à vue des charbons dans un niveau du ferrier 3 auquel était mêlée une grande quantité de matériels céramiques. Pour chacun de ces deux ensembles, 200 charbons ont été examinés. Ce paragraphe reproduit les données transmises dans le premier rapport d'étude rendu par le laboratoire Archéosciences (CNRS – Université de Rennes 1) au début du mois de juillet 2008 (MARCOUX, MARGUERIE 2008).

Taxons	**US 4042**		**US 5042**	
	Effectif %	**Masse %**	**Effectif %**	**Masse %**
hêtre *Fagus sylvatica*	83,5	80,7	85,5	85,7
chêne *Quercus* sp. F c	8,0	6,7	12,5	12,3
aulne *Alnus*	5,0	8,1		
bouleau *Betula*	1,5	2,3		
saule *Salix*			1,0	0,2
Ecorce	2,0	2,2	0,5	0,7
Indéterminé			0,5	1,1
Effectif et masse TOTAL	200 charbons	64,20 g	200 charbons	114,05 g

Fig. 202 : fréquence et masse des taxons de ligneux observés dans les US 4042 et 5042 (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 6, Tableau 1).

[112] Il est intéressant de noter que le grand ferrier 1, d'époque romaine, et le ferrier 7, daté du bas Moyen Âge, n'ont livré que très peu de charbons.

[113] Cette étude a été réalisée par le laboratoire de l'UMR 6566 Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences et Histoire (CNRS – Université de Rennes 1), sous la direction de D. Marguerie et N. Marcoux, que je remercie ici vivement. L'étude a été financée par le PCR Sarthe.

10.3.3.1. Résultats de l'étude anthracologique préliminaire

La richesse taxonomique est faible et proche dans les deux lots (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 6) (fig. 202). Le hêtre domine très largement dans les deux cas, avec 83,5 et 85,5 % en effectif, suivi du chêne (8 et 12,5 %) puis, en fonction des lots, d'autres taxons : l'aulne (5 %) et le bouleau (1,5 %) pour 4042, le saule (1 %) pour 5042. Les deux échantillons ont également livré des écorces (respectivement 2 et 0,5 %). Un seul spécimen est resté indéterminé, pour 5042.

L'étude des cernes permet de donner des informations sur trois sujets : le calibre du bois charbonné, l'âge des arbres lors de l'abattage et les conditions de croissance[114]. Malheureusement, dans le cas de "Roche Brune", les données concernant le chêne sont encore trop lacunaires et on ne peut proposer des éléments étayés que pour le hêtre.

Les rayons de courbure des charbons de hêtre attestent "la présence de bois de type petite ou moyenne branche, tronc de jeunes arbres ou rejet de taillis" (*ibid.* : 9) (fig. 203). Quelques âges ont pu être calculés à partir de charbons de petit calibre conservant la moelle et l'écorce (fig. 204). Ces sept branches avaient entre 18 et 24 ans lors de leur mort. La position du cambium indique que trois sont mortes, naturellement ou coupées par l'homme, durant l'hiver (*ibid.*).

US	Nb total	Nb calibre évalué	Calibre					
			Gros		Intermédiaire		Petit	
			Effectif	%	Effectif	%	Effectif	%
4042	167	102	2	2	52	51	48	47
5052	171	117	13	11	45	38,5	59	50,5

Fig. 203 : types de calibres observés pour le charbons de hêtre de deux lots de charbons du site de "Roche Brune" (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 9, Tableau 2).

N° du charbon	Position du cambium	Rayon (mm)	Âge
4042			
6	bois final		
89	bois final	8,84	22
5042			
6	bois final	11,62	
7	indéterminée	10,63	24
21	indéterminée	7,77	21
28	indéterminée	12,96	18
82	indéterminée	9,87	23

Fig. 204 : évaluation de l'âge de mort des arbres pour sept charbons conservant moelle et écorce (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 9, Tableau 3).

[114] Il n'y a pas lieu de présenter ici les méthodes spécifiques à l'anthracologie : je renvoie donc à un article récent présentant les méthodes mises en œuvre au sein du laboratoire de l'UMR 6566 : MARGUERIE, HUNOT 2007.

Les histogrammes des moyennes des largeurs des cernes par charbon ont pu être établis pour le hêtre (fig. 205). Le lot de l'US 4042 montre une distribution unimodale, indiquant des conditions de croissance homogène, alors que l'histogramme de l'US 5042 semble montrer des pics pour plusieurs valeurs, ce qui pourrait trahir des conditions de croissance plus variées.

Par ailleurs, certains charbons ont un aspect particulier, fendu ou fendu/luisant (fig. 206) (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 15). On remarque que les charbons de hêtre provenant de l'US 4042 sont généralement fendus, ce qui n'est pas le cas de ceux de 5042. En revanche, dans les deux cas, plusieurs charbons de chêne présentent un aspect fendu/luisant ; ils sont même dominants dans 5042. À titre d'hypothèse, N. Marcoux propose de voir dans cet aspect fendu, mis en évidence uniquement dans la fosse de stockage F8, le témoignage de la transformation du bois de hêtre en charbon. Ces différences d'aspect pourraient donc indiquer qu'une partie des charbons de hêtre du niveau de rejet 5042 ne provient pas de charbonnage mais d'activités domestiques, peut-être en lien avec le niveau de rejet céramique du ferrier 3 (*ibid.* : 16). Cependant, on ne possède pas de données de comparaison ni d'étude sur ce sujet. En outre, les proportions presque identiques des taxons entre les deux lots laissent penser que l'ensemble a dû servir à l'activité artisanale, probablement sous forme de charbon. En effet, les tiges de diamètre petit à moyen, très largement majoritaires pour le hêtre à "Roche Brune", sont idéales pour le charbonnage et cette opération est indispensable à la production de combustible pour la réduction directe.

Enfin, deux charbons de hêtres présentent des marques particulières, l'un d'un stress de croissance (fig. 207), l'autre d'une trace de coupe franche due sans doute à un outil (fig. 208).

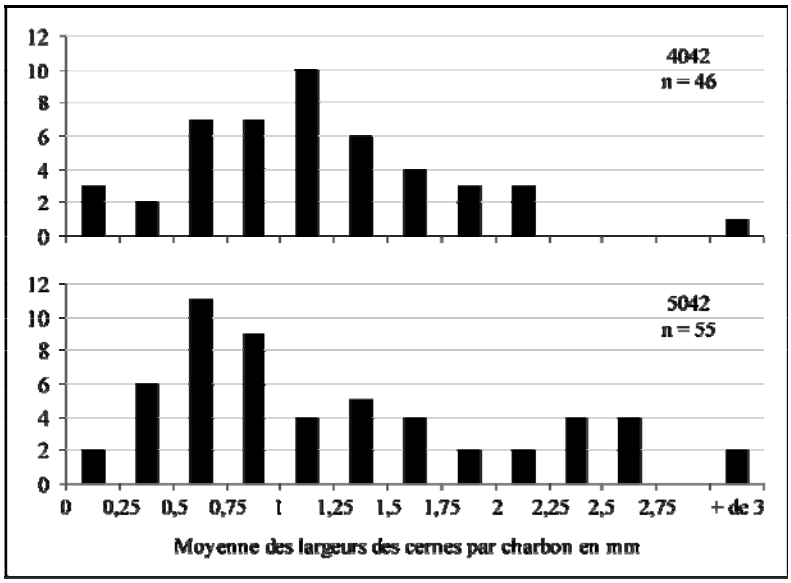


Fig. 205 : histogrammes des moyennes des largeurs de cerne par charbon de hêtre (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 8).

US	Taxon	Aspect		Nb total de charbons
		Fendu	Fendu/luisant	
4042				
	hêtre	30	1	167
	chêne	4	5	16
5042				
	hêtre	0	0	171
	chêne	5	10	25

Fig. 206 : observations des aspects "fendu" et "fendu/luisant" pour le hêtre et le chêne (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 10).

10.3.3.2. Comparaisons et mise en perspective

Un autre site sidérurgique de la région a fait l'objet d'une étude anthracologique préliminaire : il s'agit du site gaulois et gallo-romain de l'"Aunay-Truchet", à La Bazoge (Sarthe) (à environ 30 km de la forêt de Sillé), fouillé dans le cadre des opérations archéologiques préventives préalables à la construction de l'autoroute A 28 (CABBOÏ 1999). Sept lots de charbons provenant de bas fourneaux et de ferriers ont été étudiés en première approche (MARGUERIE, GARCIA 1998). Les résultats ont montré que, comme à "Roche Brune", chêne et hêtre sont les essences prédominantes, mais c'est le chêne qui est le plus important en nombre (52,4 % de l'effectif tous lots confondus, contre 25,2 % pour le hêtre), alors qu'en masse c'est le hêtre qui domine (44,5 % du poids total contre 29,8 % pour le chêne) (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 15). Aulne et bouleau ont été identifiés dans trois lots sur sept, ainsi que quelques charbons de noisetier, d'érables et de Pomoïdées. En revanche, contrairement à "Roche Brune", les bois utilisés sont majoritairement de gros calibres (tronc) ou de petit calibre pour le hêtre, avec l'absence de calibre intermédiaire. Ceci démontre un type d'approvisionnement différent de celui de "Roche Brune". Toutefois, le site de l'"Aunay-Truchet" se trouve dans le Bassin Parisien, sur des sols nettement différents de ceux de la forêt de Sillé ; le boisement alentour n'était donc peut-être pas identique dans les deux cas.

Un peu plus loin, en Bretagne, deux sites fouillées par J.-B. Vivet on fait l'objet d'études anthracologiques. Le premier, celui de "Couédouan" à Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine), est daté de l'époque romaine (datation radiocarbone calibrée : 127 à 370 ap. J.-C) (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 16). Le second est daté du second Âge du Fer et se trouve au lieu-dit "Rocher Abraham" à Saint-Pierre-de-Plesguen (Ille-et-Vilaine) (VIVET 2001). Ce dernier a livré deux bas fourneaux à scorie piégée et des fosses aux parois rubéfiées ayant peut-être servi à la préparation du charbon. Dans les deux cas, le hêtre est absent. C'est le chêne qui domine, sous la forme de bois de gros calibre (tronc) ayant poussé dans des conditions très variables, dont au moins une partie en milieu ouvert. Là aussi, l'approvisionnement semble différer de celui observé dans le cas qui nous occupe.

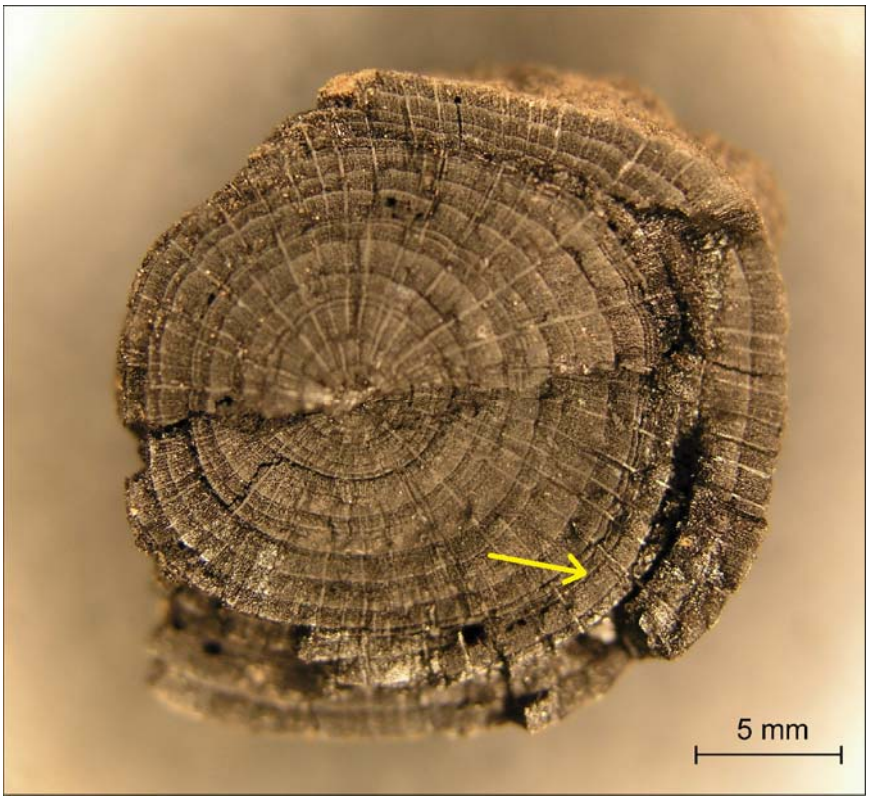


Fig. 207 : charbon de hêtre présentant une zone de stress de croissance, US 5042 (MARCOUX ; MARGUERIE : 12, fig. 6).

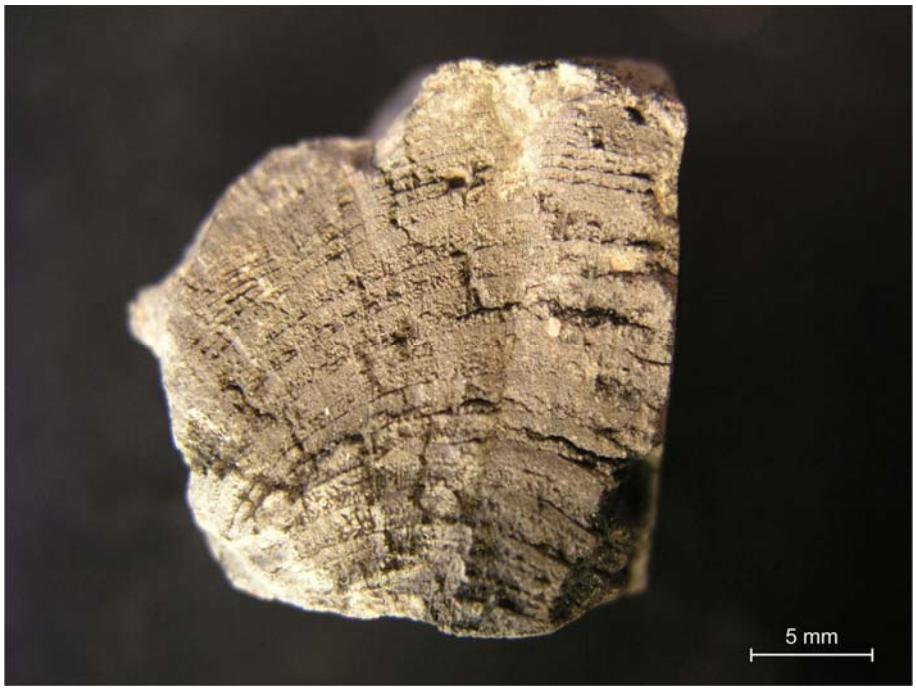


Fig. 208 : charbon de hêtre présentant une trace de coupe à droite, US 5042 (MARCOUX ; MARGUERIE : 12, fig. 5).

Le combustible utilisé pour la sidérurgie ancienne a fait l'objet de plusieurs recherches (PELET 1988 ; WORONOFF 1991 ; ABETEL 1992 : 43-44 ; BIELENIN 1992 ; *Protoindusties*… 1992 ; DOMERGUE *et al.* 1993 : 457-462 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 135-139 ; DUBOIS 2001 ; ESCHENLOHR 2001 : 34-44), mais peu ont été menés de façon exhaustive et la plupart se sont limitées à la reconnaissance des essences charbonnées, sans prendre en compte les caractéristiques de ces charbons, notamment les données de l'étude des cernes. En outre, les résultats de ces travaux sont difficilement comparables car la liste des taxons dépend du contexte environnemental (boisement à disposition) et les sites considérés sont de périodes différentes. On peut toutefois faire deux remarques afin de mettre en perspective les résultats obtenus pour le site de "Roche Brune".

La première observation porte sur la diversité floristique : l'étude des charbons découverts dans les bas fourneaux à scorie piégée de la Montagne Sainte-Croix en Pologne, dont la majorité date des IIe-IVe s. ap. J.-C., montre une très grande variété d'essences, paradoxalement plus importante que celles observées dans les fosses de charbonnage. K. Bielenin (1992 : 324) conclut que le combustible utilisé durant l'Antiquité "n'était pas un bois spécifique mais plutôt mélangé, au hasard de ce qu'on trouvait". On ne dispose malheureusement pas des proportions de ces différentes essences, ce qui pourrait amener à nuancer ces propos. Ainsi, pour "Roche Brune", cinq espèces ont été mises en évidence, mais l'une est très largement majoritaire : le hêtre. C'est d'ailleurs également le cas pour le site de l'"Aunay Truchet", à La Bazoge (Sarthe), où l'étude de sept lots de charbons a permis de reconnaître sept essences, mais où seulement deux constituent près de 80 %. C'est également le cas général pour les études à disposition[115]. Dans ce cadre on peut faire une seconde remarque : le hêtre, lorsqu'il est disponible, est régulièrement présent parmi les essences les plus utilisées, si ce n'est la principale. Ainsi, cette espèce représente plus de 60 % des charbons examinés dans le Jura suisse (ESCHENLOHR 2001 : 44). Sur le petit atelier de réduction gallo-romain de Lercoul, dans les Pyrénées ariégeoises, le hêtre représente plus de 90 % des charbons identifiés, les autres espèces étant au nombre de six (DUBOIS 2001 : 267, fig. 6). Cette essence semble donc privilégiée.

Le site de "Roche Brune" ne se démarque donc pas, du point de vue de la richesse floristique, des quelques autres sites sidérurgiques ayant fait l'objet d'une étude. Toutefois, c'est dans la nature des bois utilisés pour le charbonnage qu'on peut noter une différence : la présence dominante de bois de hêtre de calibre petit à intermédiaire.

10.3.3.3. Interprétation

La tourbière ayant fait l'objet d'une étude palynologique la plus proche de "Roche Brune" est celle de "La Baforière" à Blandouet (Mayenne) (BARBIER 1999 : 127-148), située à près de 25 km à vol d'oiseau. Celle-ci, implantée sur des terrains de même nature que ceux de la forêt de Sillé, a déjà été

[115] Dans le Jura central suisse, où l'étude de plus de 5 200 charbons provenant de 99 sites différents, datés du haut Moyen Âge, montrent que, même lorsqu'il y a une grande variété de taxons, un ou deux dominent nettement (ESCHENLOHR 2001 : 34-44). Pour l'atelier sidérurgique de Montcherand (Suisse), qui est daté du haut Moyen Âge, deux espèces dominent dans chacun des fourneaux (ABETEL 1992 : 43). Sur le site des "Fouetteries", aux Clérimois (Yonne), ce sont le chêne à feuilles caduques et le hêtre qui dominent (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 138). Aux Martys, il en va de même pour le hêtre.

présentée (cf. 8.1.1.2). Le diagramme pollinique de ce sondage permet de constater que le hêtre, taxon dominant à "Roche Brune", s'impose dans la région à la suite des défrichements de la transition Hallstatt/La Tène ancienne, qui touche essentiellement le chêne et le noisetier, en faveur du hêtre (*ibid.*). Ce dernier est affecté par les déboisements à La Tène moyenne et finale, ce qui traduit sans doute son exploitation pour les besoins domestiques et artisanaux (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 13). La situation se stabilise à l'époque romaine, où fonctionnent, à proximité de la tourbière, au moins deux ateliers de réduction (cf. 8.1.1.2). Il est également intéressant de signaler que le couvert forestier actuel du site de "Roche Brune" est relativement proche de celui évoqué par l'étude anthracologique : une chênaie-hêtraie assez clairsemée, avec au bord du ruisseau du Pas du Chat, quelques aulnes, bouleaux et saules. Cette végétation semble n'avoir subi que peu d'interventions humaines (il ne s'agit pas pour ces parcelles d'un boisement de semis mais d'une végétation naturelle). Il est donc fort probable que les essences observées étaient disponibles à proximité de l'atelier durant l'époque romaine.

Le hêtre et le chêne sont d'excellents combustibles, à l'état brut ou de charbon (*ibid.* : 14). L'aulne, le bouleau et le saule sont quant à eux plus facilement inflammables et se consument rapidement. Le bouleau est toutefois considéré comme un bon combustible (*id.*). Les espèces utilisées pour l'approvisionnement de l'atelier de "Roche Brune" sont donc bien adaptées au traitement du minerai. En revanche, le chêne produit des rejets plus vigoureux que le hêtre après coupe[116] et se prête donc mieux à la gestion en taillis, même si celle-ci a pu exister pour le hêtre. Cette dernière espèce préfère l'ombre dans le jeune âge et il est donc conseillé de pratiquer le taillis sous futaie, ou alors de préférer le taillis fureté (par exemple, révolution sur 30 ans, rotation des coupes aux 10 ans) au taillis simple (coupe de tous les brins en même temps) (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 18).

Les lots de charbons examinés pour le site de "Roche Brune" sont encore numériquement assez faibles et il est souhaitable que cette première approche soit poursuivie par une étude exhaustive. On peut toutefois souligner un élément essentiel : la dominance du hêtre de calibre intermédiaire et faible fait penser à une exploitation des ressources sous forme de taillis ou de "jardinage" (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 17). Voici ce qu'écrit N. Marcoux sur cette dernière pratique (*ibid.* : 18) : "*les tiges du diamètre souhaité sont prélevées pied par pied et la ressource se renouvelle au gré de petites trouées (mort d'un arbre, chablis…), plus favorables à la repousse du hêtre, sciaphile, qu'à celle du chêne, héliophile. Cette pratique est plus simple à mettre en œuvre,* a priori *plus appropriée pour le hêtre, mais elle ne peut perdurer indéfiniment. À moins d'une réelle gestion sylvicole, de telles forêts tendent à se densifier, diminuant l'apport de lumière au sol nécessaire aux repousses, et la ressource ne se renouvelle plus en moins de cent ans*". La pratique de coupe régulière semble donc inévitable si l'on veut avoir un approvisionnement régulier. Or, à l'heure actuelle, les spécialistes se refusent à envisager une réelle sylviculture durant l'époque romaine (BERNARD 1998).

Pourtant, le stress de croissance visible sur le charbon de la figure 207 traduit une baisse de croissance importante et momentanée qui pourrait être en lien avec un émondage et peut-être un taillis.

[116] http://www.crpf.fr/Bretagne/pdf-fiches-essences/hetre.pdf
http://www.crpf.fr/Bretagne/pdf-fiches-essences/CheneSessile.pdf et
http://www.crpf.fr/Bretagne/pdf-fiches-essences/ChenePedoncule.pdf

"*Ce bois avait dix ans lors de cette chute de croissance et a été coupé huit ans après, ce qui correspondrait à une révolution de 20 ans et une rotation d'une dizaine d'année*" (MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 18). Ceci s'accorde bien par ailleurs avec les quelques âges dont on dispose pour les bois de petite taille (entre 18 et 24 ans). N. Marcoux conclut que "*ces premiers résultats semblent orienter l'interprétation vers une certaine forme d'exploitation raisonnée des ressources ligneuses à Roche Brune sans que l'on puisse parler toutefois encore de gestion forestière pour cette période gallo-romaine*" (*ibid*.). C'est pourtant bien une attention soutenue, sous-tendue par une perspective économique d'approvisionnement et mettant en œuvre des ressources probablement disponibles à faible distance, qu'on peut soupçonner pour expliquer l'apport sur le site de plusieurs milliers de tonnes de charbons en un siècle (sûrement plus de 4 450 t si l'on se fie aux calculs suivants : cf. 10.4.2.3). Alors, si l'on ne peut parler de sylviculture, disons qu'il s'agit au moins d'une forte rationalisation de la gestion.

10.4. Caractérisation de la production

10.4.1. Les vestiges sidérurgiques : morphologie et quantité

10.4.1.1. Morphologie

Deux grandes familles de scories ont été rencontrées sur le site : les scories en plaquettes et le cortège qui les accompagnent habituellement (scories en boudins isolés et accolés, scories à cordons épatés) et des scories de fond de four ne présentant pas d'aspect d'écoulement constituant un petit ferrier séparé (ferrier 7), enregistré comme un site différent en raison de sa chronologie ("Roche Brune 2", site 72234.09). Les premières constituent les ferriers 1 à 3, tous datés de l'époque romaine et représentant plus de 98 % du volume de scories présent sur le site. Les autres ne sont présentes que dans le ferrier 7 et en surface du ferrier 3.

10.4.1.2. Estimation du volume

La quantité de résidu est, dans une certaine mesure, proportionnelle à celle de métal produit et constitue donc une donnée précieuse pour la compréhension de l'importance du site (DECOMBEIX *et al*. 1998). Toutefois, l'estimation de la quantité est fondée sur l'acquisition de deux informations essentielles : le volume de l'amas et la densité de scories par mètre cube.

La première difficulté de l'approche d'un site en milieu en forestier est d'obtenir une vision générale et notamment d'apprécier les reliefs couverts par la végétation. Pour cela, un relevé micro-topographique a été effectué préalablement à la fouille, en avril 2006. Près de 9 000 points cotés en trois dimensions ont été pris au tachéomètre sur une surface d'environ 2 300 m² incluant les ferriers 1 à 3 et leur voisinage en suivant une maille de 50 cm. Ces données ont été traitées sur SIG et ont permis l'établissement d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT). Ce dernier modèle a servi de base au dessin des courbes de niveau présentées dans les différentes figures présentées plus haut (fig. 178 et 179).

L'estimation du volume nécessite de connaître le plus précisément possible le relief de la surface des ferriers et celui du sol de base de ces amas. Le premier nous est fourni par le MNT ; le second ne peut être qu'estimé, le ferrier ne pouvant être totalement enlevé.

Les premières évaluations, fondées sur le niveau du sol actuel entourant les ferriers, avaient permis de définir un volume minimal d'environ 890 m^3. Cependant, les sondages 1 et 2 ont montré que le tas était bien plus épais que ne le laissait augurer le relief. Si l'on prend comme base de calcul les points topographiques pris sur le sol naturel dans la partie est du sondage 2, au fond du sondage 3 et sous les ferriers 2 et 3, le résultat est plus que doublé et atteint 1 862 m^3. Pour être plus proche de la réalité, on peut ajouter aux données certaines une valeur supplémentaire, celle de l'épaisseur maximale observée, soit 4 m au milieu de la tranchée 1. Avec ce dernier point, le total varie peu et se rapproche

de 1 800 m^3. Toutefois, le modèle développé est très sensible, et la variation – même légère – d'une des valeurs peut modifier considérablement la réponse. Ainsi, si l'on considère que l'épaisseur maximale n'est pas de 4 m mais de 5 m – ce qui est crédible – le modèle restitue un volume de plus de 2 070 m^3. Nous conserverons pour la suite une valeur médiane à cette fourchette, considérant que l'amas renferme environ 1 900 m^3.

Ce volume place le site de "Roche Brune" parmi les ferriers de taille moyenne à l'échelle nationale, très loin derrière les grands centres de production de la Montagne Noire (140 000 à 200 000 m^3 pour le seul "Grand Ferrier" des Martys, Aude : DECOMBEIX *et al.* 1998 ; 2004 ; DECOMBEIX *et al.* 2000) et même des sites des Clérimois (Yonne) (7 811 m^3 : DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 122), ou de l'Aunay Truchet (La Bazoge, Sarthe) (3 221 m^3 : CABBOÏ 1999 : 105), mais devant des ateliers plus modestes comme le site de Lercoul (Pyrénées Orientales) (500 m^3 : DUBOIS 2000 : 61) ou celui du "Buisson" (Saint-Evroult-de-Montfort, Orne) (400 m^3 : LANGLOIS 2005 : 19). Ce volume doit bien évidemment être rapporté à la durée de l'activité, la plupart du temps bien difficile à définir en l'absence d'éléments de datation.

10.4.1.3. Du volume à la masse

Une fois le volume acquis, l'estimation du poids de résidus est en théorie possible si l'on connaît la masse de déchets par mètre cube. C'est à ce niveau que les distorsions sont les plus fortes. En fonction des auteurs, le poids de scories est évalué entre 210 et 3 000 kg/m^3 (CLEERE 1976 : 234 ; PELET 1993 : 97 ; DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 122 ; DECOMBEIX 2004 : 192 ; LEROY, MERLUZZO 1998 ; DUBOIS 2000 : 61). Pour s'assurer de ces chiffres, un pesage a été effectué sur un sondage de volume connu, 1 m^3.

Ce sondage a été mené par passes de 10 cm d'épaisseur, où la totalité du dépôt a été ramassée. Le tout a été tamisé à sec puis les déchets sidérurgiques ont été triés et pesés[117]. En l'absence d'éléments caractéristiques du travail du fer (culots, battitures), la totalité des scories a été rattachée à la phase de réduction. On possède ainsi des chiffres pour dix tranches de terrain de 0,1 m^3.

Le tableau ci-dessous résume les résultats de cette opération (fig. 209). Les trois premiers passages correspondent aux niveaux d'humus et de terre très perturbés par le colluvionnement et les racines. Si l'on exclut ces trois données, le poids de scories oscille entre 68 et 103,5 kg par passe, soit entre 680 et 1 035 kg par mètre cube. La moyenne des dix valeurs est de 730 kg, ce qui est assez proche de chiffres obtenus par ailleurs (DECOMBEIX *et al.* 1998).

On peut donc estimer le poids de scories contenues dans ces ferriers à 1 387 tonnes (1 900 x 0,73) avec une fourchette comprise entre 1 224 t (1800 x 0,68) et 2 070 t (2 000 x 1,035). On gardera la valeur moyenne de 1 400 t.

[117] Le tri a été effectué sur des critères morphologiques simples.

Profondeur (en cm)	US	Minerai		Scories coulées lisses		Scories coulées avec cordons		Parois		Scories internes		Boudin isolé		Sc. indét.		Poids total de déchet sidérurgique	Volume total de déchet sidérurgique (en litre)
		Pds	Vol	Pds	Vol	Pds	Vol	Pds	Vol	Pds	Vol	Nb	Pds	Pds	Vol		
1 - 10	2039	0,2		11	7,5	4	2	4	2,5	10	9	1	0,5	8,5	6	38,2	27
11 - 20	2040	0,5		7	4	6	3	6	5	12	10,5			7	5	38,5	27,5
21 - 30.	2041	0,2		4	3,5	5,5	3	16	15	8	6			14,5	9	48,2	36,5
31 - 40.	2042	0,15		7	4	7,5	5	11	9	35	17,5			19	10,5	79,65	46
41 - 50.	2043	0,2		21	11,5	16	9	19	13	13	10			18	10	87,2	53,5
51 - 60.	2044	0,1		34	21,5	32	19	7	8	8	7	1	0,2	24	19	105,3	74,5
61 - 70.	2045			39	23	28	16	13	9,5	12,5	10,5			20	14,5	112,5	73,5
71 - 80.	2046			47	26,5	26	14,5	9,5	6,5	9,5	8			21	15	113	70,5
81 - 90.	2047			32	22,5	39	23,5	12,5	9,5	7,5	5			19	13	110	73,5
91 - 100	2048			42	23	28	22	6	4	4,5	3			21	14	101,5	66
Totaux		1,35		244	147	192	117	104	82	120	86,5	2	0,7	172	116	834,05	738

Fig. 209 : résultats du sondage volumétrique, par passes de 10 cm.
N.B. : Les poids sont donnés en kilogrammes et les volumes en litres.

10.4.2. Calcul de production

10.4.2.1. Estimation du rendement de l'opération de réduction

À la suite de la fouille de l'atelier de réduction directe mérovingien des "Boulies" à Boécourt (Suisse, JU), V. Serneels a proposé une méthode d'évaluation du rendement de réduction (ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 : 99-106 ; SERNEELS 1993 : 17-19 ; SERNEELS 1995). Le principe en est simple : il s'agit d'établir un bilan chimique entre la charge et les produits, à partir des analyses chimiques des différents éléments entrant en composition lors de cette opération (minerai, paroi, scorie). On part du principe que la charge contient tout le stock d'éléments chimiques qui se retrouve dans les produits (héritage), dont le fer, qui nous intéresse au premier chef. On peut donc, en théorie, calculer le différentiel entre la quantité de fer présente dans le minerai, celle restée dans la scorie et celle extraite selon l'équation suivante :

Minerai = scories + fer produit

Toutefois, cette équation est largement faussée par l'apport non négligeable de la paroi et des cendres de charbon de bois au système et l'évacuation de certains éléments sous forme de gaz (CREW 2000). L'équation devrait donc s'écrire de la façon suivante :

Minerai + Paroi + Cendres = Scories + Gaz + Fer

Pour s'affranchir des éléments volatils, les analyses sont normées à 100 en base anhydre (élimination de la perte au feu) (fig. 210). On obtient :

$SiO_2 + Al_2O_3 + FeO_{tot} + MnO + MgO + CaO + Na_2O + K_2O + P_2O_5 + \Sigma$ traces = 100 %

n°ech.		SiO_2	Al_2O_3	FeO	CaO	MgO	Na_2O	K_2O	Cr_2O_3	TiO_2	MnO	P_2O5	SrO	BaO	C	S	Σ traces	Somme
SAR 701	Scorie	26,14	6,18	64,77	0,41	0,30	0,07	0,59	0,01	0,36	0,45	0,49	0,01	0,02	0,04	0,07	0,08	100
SAR 702	Scorie	32,04	10,00	54,03	0,30	0,54	0,09	1,39	0,02	0,54	0,22	0,57	0,01	0,02	0,01	0,06	0,16	100
SAR 703	Scorie	38,36	8,31	49,86	0,38	0,57	0,08	1,28	0,01	0,50	0,30	0,15	0,01	0,02	0,00	0,05	0,12	100
SAR 704	Scorie	37,68	14,07	43,59	0,63	0,69	0,12	1,74	0,02	0,68	0,22	0,27	0,01	0,03	0,01	0,07	0,17	100
SAR 705	Scorie	34,11	10,99	50,40	0,39	0,62	0,11	1,64	0,02	0,57	0,34	0,54	0,00	0,03	0,01	0,07	0,16	100
SAR 706	Scorie	37,29	7,01	52,49	0,37	0,53	0,07	1,15	0,01	0,43	0,30	0,13	0,01	0,02	0,01	0,06	0,12	100
SAR 707	Scorie	39,46	8,62	48,36	0,36	0,56	0,08	1,32	0,01	0,51	0,29	0,19	0,01	0,02	0,01	0,06	0,13	100
SAR 708	Minerai	8,80	2,61	86,64	0,05	0,21	0,04	0,31	0,01	0,14	0,51	0,15	0,01	0,01	0,38	0,11	0,03	100
SAR 709	Minerai	10,53	3,40	83,52	0,02	0,28	0,04	0,52	0,01	0,19	0,47	0,30	0,01	0,01	0,57	0,10	0,04	100
SAR 710	Minerai	8,46	2,57	87,54	0,03	0,06	0,02	0,28	0,01	0,15	0,13	0,17	0,01	0,01	0,40	0,11	0,04	100
SAR 711	Minerai	5,95	1,95	82,64	0,80	0,24	0,03	0,26	0,01	0,10	0,42	0,27	0,01	0,01	7,13	0,14	0,04	100
SAR 712	Minerai	8,93	2,89	85,91	0,04	0,13	0,04	0,39	0,01	0,17	0,51	0,29	0,01	0,01	0,47	0,17	0,04	100
SAR 713	Paroi	78,74	11,67	4,34	0,17	0,72	0,80	2,15	0,02	0,94	0,05	0,08	0,01	0,05	0,03	0,01	0,22	100
SAR 714	Paroi	78,95	11,02	4,95	0,27	0,65	0,71	2,06	0,01	0,92	0,04	0,12	0,01	0,04	0,05	0,01	0,19	100
SAR 715	Paroi	78,11	11,99	4,46	0,09	0,82	0,76	2,08	0,02	0,97	0,05	0,17	0,01	0,04	0,19	0,01	0,21	100
SAR 716	Paroi	85,17	7,72	3,01	0,09	0,41	0,54	1,38	0,01	1,02	0,05	0,13	0,01	0,03	0,24	0,01	0,17	100

Fig. 210 : tableau des analyses à disposition pour le site de Roche Brune en base anhydre normé à 100.

	SiO_2		Al_2O_3		FeO_{tot}		CaO		MgO		K_2O		MnO	
	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ
Moyenne scorie (7 ech.)	35,01	4,68	9,31	2,66	51,93	6,56	0,40	0,10	0,54	0,12	1,30	0,37	0,30	0,08
Moyenne minerai (5 ech.)	8,53	1,65	2,69	0,53	85,25	2,09	0,19	0,34	0,19	0,09	0,35	0,11	0,41	0,16
Moyenne paroi (4 ech.)	80,24	3,30	10,60	1,96	4,19	0,83	0,16	0,09	0,65	0,18	1,92	0,36	0,05	0,00

Fig. 211 : tableau des moyennes d'analyses pour minerai, scorie et paroi issus du site de Roche Brune.

Pour ce travail, on dispose de sept analyses de scorie, cinq de minerai et quatre de paroi. On travaillera plus loin sur les moyennes de ces différents constituants (fig. 211). La signification de ces moyennes et bien évidemment liée au nombre d'analyses effectuées et à leur homogénéité (voir les écarts-types).

Les poids des oxydes sont recalculés en poids d'éléments pour 100 gr d'échantillons. Pour passer du % poids (abrégé $\%_{pds}$) oxyde au $\%_{pds}$ d'élément, il faut ôter le poids des atomes d'oxygène, selon le principe suivant :

$$\%_{pds}\ \text{éléments} = \frac{\%_{pds}\ \text{oxyde} \quad \text{x} \quad \text{poids atomique de l'élément oxydé)}}{\text{poids moléculaire}}$$

Par exemple, SiO_2 contient un atome de silicium, de poids atomique 28,086 g/mol, et deux atomes d'oxygène, 15,999 g/mol chacun. Le poids moléculaire sera donc de 28,086 + 2 x 15,999 = 60,084 g/mol. On calcule donc les ratios suivants :

$$\%_{pds}\ SiO_2 = 28,086 / 60,084\ \%_{pds}\ Si$$

soit $\%_{pds}\ SiO_2 = 0,467\ \%_{pds}\ Si$

ou $\%_{pds}\ Si = 2,141\ \%_{pds}\ SiO_2$

Le résultat obtenu est reporté dans le tableau de la figure 212.

Aucune analyse de cendre ou de charbon n'est encore disponible pour le site de "Roche Brune". Le bois contient toujours certains éléments, les éléments organiques de base, C, H, O et N, et dans une moindre mesure Ca, K, Mg et P. Certaines essences peuvent aussi receler des taux élevés de Na, Al, Si ou Cl et certains éléments en trace (SERNEELS 2002 : 98). Ces éléments forment les sels minéraux. Lors de la combustion, ils forment un reliquat incombustible, la cendre. En fonction des bois – bois durs comme le chêne ou tendres comme le pin – la quantité de cendre produite peut osciller entre 0,5 et 2 % du poids du bois et atteindre exceptionnellement 10 % (*ibid.*). Les analyses de charbon ou de cendres archéologiques montrent souvent des variations très importantes, entre elles, mais également par rapport à des charbons d'aujourd'hui et ce en raison du lessivage de certains éléments par les eaux percolant dans le sol (JARRIER *et al.* 1997 : tab. 2, p. 698). Les analyses à disposition dans la bibliographie sont trop variables pour être prises comme base de réflexion. Toutefois, le rôle des cendres n'est pas négligeable et devra être recherché dans les résultats (SERNEELS 1993 : 18 ; SERNEELS 2002).

Pour le site de "Roche Brune", l'équation est donc résumée à :

Minerai + Paroi = Scorie + Fer

Le système s'écrit donc de la manière suivante :

M x ($Si/_{100g\ minerai}$)	+	P x ($Si/_{100g\ paroi}$)	=	$Si/_{100g\ scorie}$
M x ($Al/_{100g\ minerai}$)	+	P x ($Al/_{100g\ paroi}$)	=	$Al/_{100g\ scorie}$
M x ($Fe/_{100g\ minerai}$)	+	P x ($Fe/_{100g\ paroi}$)	=	$Fe/_{100g\ scorie}$ + F g de fer métal

Avec M et P constants, M étant la quantité de minerai nécessaire pour obtenir 100 g de scories et P la quantité de paroi intervenant dans l'opération.

Soit, avec les moyennes calculées ci-dessus :

	Al	M x 1,42 + P x 5,61 = 4,93
	Si	M x 3,99 + P x 37,51 = 16,37
	Fe	M x 66,27 + P x 3,26 = 40,37 + F

d'où M = 2,97 P = 0,12 F = 156,84

Ces facteurs théoriques devraient s'appliquer à tous les éléments présents dans la charge et non volatiles, par exemple Ca, K, Mn et Mg. Or si on les applique aux moyennes des minerais et des parois, les résultats obtenus divergent de ceux des scories archéologiques (fig. 213).

	Si	Al	Fe	Ca	Mg	K	Mn
Moyenne scorie	16,37	4,93	40,37	0,29	0,33	1,08	0,24
Moyenne minerai	3,99	1,42	66,27	0,13	0,11	0,29	0,32
Moyenne paroi	37,51	5,61	3,26	0,11	0,39	1,59	0,04

Fig. 212 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons.

	Moyenne calculée (en %)	Moyenne observée (en %)	Moyenne observée - moyenne calculée	Perte (en %)
Ca	0,40	0,29	-0,11	25
Mg	0,37	0,33	-0,04	10
K	1,05	1,08	0,03	- 3
Mn	0,96	0,24	-0,72	70

Fig. 213 : tableau des moyennes calculées à partir des coefficients M et P et de celles observées.

On constate des anomalies importantes, en particulier pour le calcium et le manganèse, qui marquent tous les deux une forte perte entre le résultat théorique et la réalité. Si la perte en manganèse peut être expliquée par la réduction d'une partie de celui-ci au cours du traitement du minerai, ce n'est pas le cas pour le calcium qui ne peut être réduit dans le bas fourneau et qui passe intégralement dans la scorie. En outre, l'influence du charbon peut expliquer un enrichissement mais pas une perte. Il faut donc revenir aux données d'origine. On constate que l'un des échantillons de minerai, SAR 711, présente une concentration en CaO plus de vingt fois supérieure aux autres. Cette particularité est peut-être due à la présence dans l'échantillon d'une inclusion de gangue qui aurait faussé les analyses (effet de pépite), les autres individus présentant des concentrations proches, entre 0,2 et 0,8 %. Les calculs ont donc été refaits sans l'échantillon SAR 711 (fig. 214 et 215).

Voici les nouvelles équations et leurs résultats :

Al M x 1,52 + P x 5,61 = 4,93

Si M x 4,29 + P x 37,51 = 16,37

Fe M x 66,77 + P x 3,26 = 40,37 + F

d'où M = 2,83 P = 0,11 F = 148,82

	SiO_2		Al_2O_3		FeO_{tot}		CaO		MgO		K_2O		MnO	
	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ	Moy.	σ
Moyenne scorie (7 ech.)	35,01	4,68	9,31	2,66	51,93	6,56	0,40	0,10	0,54	0,12	1,30	0,37	0,30	0,08
Moyenne minerai (sauf 711)	9,18	0,92	2,87	0,38	85,90	1,73	0,03	0,01	0,17	0,09	0,37	0,11	0,41	0,18
Moyenne paroi	80,24	3,30	10,60	1,96	4,19	0,83	0,16	0,09	0,65	0,18	1,92	0,36	0,05	0,00

Fig. 214 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons, ne tenant pas compte de l'échantillon de minerai SAR 711.

	Si	Al	Fe	Ca	Mg	K	Mn
Moyenne scorie	16,37	4,93	40,37	0,29	0,33	1,08	0,24
Moyenne minerai (sauf 711)	4,29	1,52	66,77	0,02	0,10	0,31	0,31
Moyenne paroi	37,51	5,61	3,26	0,11	0,39	1,59	0,04

Fig. 215 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons, ne tenant pas compte de SAR 711.

	Moyenne calculée (en %)	Moyenne observée (en %)	Moyenne observée - moyenne calculée
Ca	0,07	0,29	0,22
Mg	0,32	0,33	0,01
K	1,05	1,08	0,03
Mn	0,88	0,24	-0,64

Fig. 216 : tableau des moyennes calculées à partir des coefficients M et P et de celles observées, ne tenant pas compte de SAR 711.

Une nouvelle vérification montre que les moyennes théoriques et observées sont toujours contradictoires pour Ca et Mn (fig. 216). Contrairement au premier calcul, la moyenne de $\%_{pds}$ de Ca est nettement plus élevée dans les scories observées que ce que donne l'opération théorique. Cet enrichissement peut s'expliquer soit par la présence de fragments de minerai ponctuellement plus riches en Ca, comme l'est SAR 711, soit par un apport des cendres ou encore par l'ajout – volontaire ou non – de Ca à la charge, ces trois solutions ne s'excluant pas l'une l'autre. La possibilité d'un ajout de Ca est difficile à étayer, l'enrichissement restant relativement modeste (0,22 %). L'hétérogénéité du minerai semble la meilleure piste pour expliquer cette incohérence. En revanche, le Mn marque toujours un très net déficit. Cette différence ne peut s'expliquer que par une perte au cours de la réduction et le passage d'une partie du Mn dans le métal. Ceci n'est pas impossible. L'oxyde MnO peut être réduit à partir de 1400°C. À partir de cette température, le manganèse peut passer à l'état métallique et se mêler au reste du métal. Si tel est le cas, cela induit que la température de 1400°C a été atteinte, au moins de manière ponctuelle, dans les bas fourneaux du site de "Roche Brune". On constate pour Mg et K un très léger enrichissement, respectivement de 0,01 et 0,03 % qui est très certainement imputable à la participation des cendres au système. Les facteurs proposés paraissent donc globalement satisfaisants.

Si l'on considère que la perte au feu moyenne du minerai est d'environ 12,5 %, il en ressort qu'il faut 318 g de minerai brut et 11 g de paroi pour produire 100 g de scorie et 149 g de fer. La masse de fer présente dans cette quantité de minerai est donc en théorie de 187,54 g (66,27 % de 283 g). Le rapport entre le fer présent dans le minerai et celui obtenu par réduction directe, soit le rendement de l'opération, est donc très élevé, environ 0,79, ce qu'on peut traduire par le fait que 79 % du fer disponible dans le minerai a été extrait. On peut également définir un second indicateur fondé sur le rapport entre la masse de fer et celle de scorie produite. On parlera de production. Dans le cas de "Roche Brune", celle-ci serait de 149/100 = 1,49.

Ces résultats semblent relativement hors du commun par rapport aux données fournies par la même méthode pour d'autres sites (ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 : 101-102 ; SERNEELS 1993 : 82 et 113-114 ; 1995 ; LEROY 1997 : 178 ; LEROY, MERLUZZO 1998 : 81-86) (fig. 217). V. Serneels calcule pour le site de "La Grotte du Diable" à Salève (Suisse), un rendement de 67 % et une production de 1,58, mais il estime que ces chiffres sont non significatifs, les concrétions analysées comme minerai étant, selon lui, plus riches que le minerai réellement traité (SERNEELS 1993 : 82). Ces résultats sont les plus proches de ceux de "Roche Brune". Toutefois, les chiffres communiqués par N. Dieudonné-Glad pour la rédaction de ce paragraphe montrent que la possibilité de rendement du même ordre est possible. Seule la multiplication de ce type d'analyses pourrait permettre de donner un ordre d'idée plus juste.

Site	Rendement (en %)	Production	Référence(s)
Boécourt, Les Boulies (CH)	37	0,20	ESCHENLOHR, SERNEELS 1991 : 101-102 ; SERNEELS 1995
La Grotte du Diable, Salève (CH)	67	1,58	SERNEELS 1993 : 82 chiffres non significatifs selon l'auteur
Région de Mormont (CH)	50-70	0,3 à 0,5	SERNEELS 1993 : 113-114.
Saint-Dizier (Haute-Marne, F)	44,1	0,37	LEROY, MERLUZZO 1998 : 85.
Maron, "Fonds de Monvaux" (Meurthe-et-Moselle, F)	52,2	0,39	LEROY 1997 : 178.
La Ribeyrie (Dordogne, F)	44	/	C. Colliou, communication orale réunion H3 Bibracte (3/11/07)
Le Latté à Oulches (Indre, F) avec production de scories denses	69	1,07	N. Dieudonné-Glad, communication personnelle
Le Latté à Oulches (Indre, F) avec production de laitier	94	1,71	N. Dieudonné-Glad, communication personnelle
Roche Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe, F)	79	1,49	

Fig. 217 : tableau non exhaustif des rendements et productions pour quelques sites de réduction directe.

On peut souligner que les roches analysées ici, considérées comme minerai, sont très probablement des rejets issus du tri effectué par les sidérurgistes gallo-romains. Le minerai traité pouvait donc être encore plus riche. La différence de teneur en fer entre le minerai réellement mis en oeuvre et le minerai archéologique est néanmoins difficile à déterminer. Il faudrait pour compléter cette démarche récupérer du minerai brut provenant directement des gisements. Ceci reste à faire.

Les scories analysées pour le site de "Roche Brune" sont toutes en plaquettes, dont on a vu qu'elles étaient généralement fortement sous-saturées en fer. On a inféré de ce premier résultat l'existence d'un palier technique permettant d'extraire plus de fer lors de la réduction directe. L'exemple des résultats obtenus pour l'atelier gallo-romain de "Roche Brune" montre que ce procédé plus performant permet de produire proportionnellement beaucoup plus de métal pour la même quantité de minerai traité. Cette différence est d'autant plus sensible que le minerai mis en oeuvre est riche en fer et pauvre en silice, ce qui est le cas ici.

Un rendement de près de 80 % paraît exceptionnel mais n'est pas aberrant compte tenu des résultats obtenus par N. Dieudonné-Glad pour le site du "Latté" à Oulches (Indre). Sur ce dernier, les artisans du Bas-Empire ont produit de petites quantités de laitier dans leur bas fourneau en même temps que des scories denses en cordons. Si l'on sépare les deux modes de fonctionnement, lors de la production de scories denses, le rendement est de 69 % et le poids de fer extrait dépasse déjà la quantité de déchets produits (production = 1,07). Le fonctionnement produisant des laitiers, qui est toujours très minoritaire lors d'une opération, a quant à lui un rendement de 94 %. L'existence alors de procédé très performant par la réduction directe est donc possible.

10.4.2.2. Estimation de la quantité de fer produite

Le poids de scories a été évalué entre 1 224 et 2 070 t, avec un chiffre moyen plus probable aux alentours de 1 400 t. Si l'on applique le chiffre de production obtenu plus haut, on obtient une fourchette comprise entre 1 881 et 3 080 t de fer produites. L'estimation haute paraît nettement surévaluée et l'on conservera la valeur de 2 000 t (1 400 x 1,49 = 2 083 t.).

Il s'agit ici du fer-métal produit en théorie par l'opération de réduction, en supposant que le rendement ait été constant et qu'on possède la totalité du volume de déchets, dernier fait que l'on peut supposer vrai pour le site de "Roche Brune". Ce chiffre ne doit cependant pas être pris comme la masse de fer réellement produite. En effet, lors de chaque opération, tout le fer ne s'agglomère pas à l'éponge et peut être perdu, comme en témoigne la découverte d'éléments fortement magnétiques au fond des deux bas fourneaux. Ces éléments sont cependant rares sur le site et ont pu faire l'objet d'un éventuel retraitement (nouveau passage dans le bas fourneau ?). Cette perte est difficile à chiffrer (5 à 10 % ?). Par ailleurs, les masses de fer sorties des fours contenaient encore des inclusions de scories et de charbon. La part de ces impuretés est également difficile à évaluer (5 à 10 % ?). Au bilan, on peut considérer que le poids cumulé des massiots produits est proche du poids théorique de fer issu du processus de réduction. Ce postulat est bien sûr simpliste mais permet de pousser plus loin la réflexion sur la production du site.

Par la suite, l'épuration entraîne une diminution importante du poids du massiot (perte de scorie, mais également de fer). Plusieurs expérimentations montrent que cette déperdition est variable en fonction de la qualité et du poids de l'éponge traitée (CREW 1991a ; SIM 1998 ; LEROY *et al.* 2000) (fig. 218). Les chiffres fournis par P. Crew, D. Sim ou M. Leroy pour le traitement d'une éponge en une seule étape par martelage à chaud sont du même ordre, avec une perte de 44 à 76 % (SIM 1998 : tab. 3.16, p. 34 ; LEROY *et al.* 2000 : tab. 4, p. 49). Si l'on projette ces données dans un graphique, on constate que la diminution est liée au poids initial de la masse de fer, ce qui n'est guère étonnant. Ce qui est plus intéressant c'est que les points s'alignent le long d'une droite représentant un rapport d'un pour deux et ce quel que soit le poids d'origine (fig. 219).

Référence	Poids massiot (en g)	Loupe compactée (en g)	Perte (en %)
CREW 1991a, XP 24	1780	830	53
CREW 1991a, XP 27	1700	880	48
CREW 1991a, XP 28	2200	800	64
SIM 1998, EXP 1	312	86	72
SIM 1998, EXP 2	575	143	75
SIM 1998, EXP 3	203	55	73
SIM 1998, EXP 4	249	61	76
SIM 1998, EXP 5	671	170	75
SIM 1998, EXP 9	1385	502	64
SIM 1998, EXP 10	2230	1375	38
LEROY *et al.* 2000, 1	650	177	73
LEROY *et al.* 2000, 2	3350	1885	44
LEROY *et al.* 2000, 3a + 3b	2030	1045	49

Fig. 218 : tableau (non exhaustif) des chiffres obtenus par expérimentation pour l'épuration d'un massiot issu de la réduction directe.

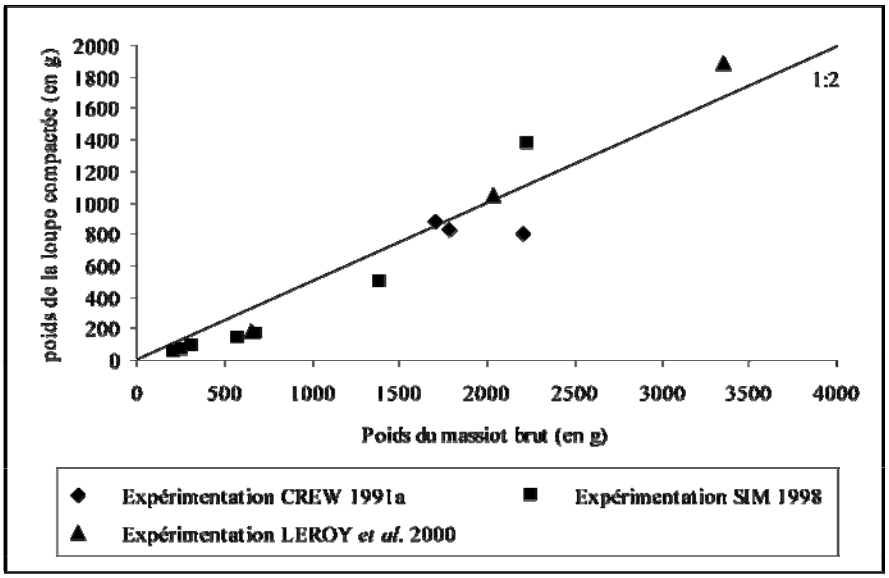


Fig. 219 : graphique des chiffres obtenus par expérimentation pour l'épuration d'un massiot issu de la réduction directe, montrant la corrélation entre le poids du massiot brut et de la loupe compactée.

D. Sim a proposé un autre mode d'épuration (SIM 1998 : 31-34). Lors de sa dixième expérimentation, il a porté une éponge de 2 230 g à haute température pour liquéfier la scorie, puis il l'a fragmentée à chaud en douze petites pièces, pesant généralement moins de 200 g, composées presque uniquement de métal (SIM 1998 : 31). Lors de cette opération, la perte est limitée à 38 %. L'épuration de ces morceaux de massiot a été faite de manière particulière : les fragments ont été maintenus par une pince à mâchoires en demi-cercle formant un rond dans laquelle les déplacements de la pièce sont limités. Ceci évite, en partie, l'écrasement, la fragmentation et donc une part de la perte en métal (de 3 à 22 %). Puis les pièces métalliques sont réassemblées par soudage, toujours dans une pince. La perte est estimée par D. Sim entre 48 et 61 %.

La dernière méthode envisageable est celle du tri du métal et de la scorie à froid, puis la soudure des pièces métalliques par grappage. Ceci éviterait une partie de la perte du métal par réoxydation. On ne possède malheureusement aucune donnée sur cette méthode.

On conservera donc ici une perte moyenne de 50 %. Donc, le poids de fer travaillable réellement produit sur le site de Roche Brune serait d'environ 1000 t (soit 50 % de 2 000 t, compris entre 451 et 1 724 t).

10.4.2.3. Cadence de production et d'approvisionnement

On a vu que les ferriers 1 à 3 sont rattachables à l'occupation romaine du site et que celle-ci a duré environ un siècle, peut-être moins (cf. 10.2.5.1). Je garderai une fourchette chronologique de 100 ans pour les calculs qui suivent. On peut donc estimer le nombre moyen d'opérations réalisées sur le site, ainsi que les quantités moyennes de matières premières consommées.

À la suite de la fouille du site sidérurgique des "Fouetteries" au Clérimois (Yonne), C. Dunikowski et S. Cabboï ont proposé une méthode pour évaluer le nombre d'opérations de réduction réalisées sur ce site en se fondant sur le volume des fourneaux, le rendement de l'opération et la masse de scories accumulées (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 128-130). Cette démarche est fondée sur deux postulats :

- le rapport en poids entre minerai et charbon est de 1/1 ;

- la somme des volumes de minerai et de charbon ne dépasse pas le volume total du fourneau.

La méthode repose donc sur le fait qu'à poids égal de chacun des éléments, le volume obtenu doit rester inférieur ou égal à celui du fourneau. Dans le cas de fourneau d'1 m^3, ce qui est le volume proposé pour les deux fourneaux de "Roche Brune", la quantité de minerai utilisée serait d'environ 144 kg (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 129). Si l'on applique les facteurs établis plus haut, on peut calculer que le traitement de cette quantité de minerai entraîne la production de 116,1 kg de fer et de 77,9 kg de scories par opération. En se fondant sur ces chiffres, on peut établir le nombre d'opération nécessaire à la production des 1400 t de scories des ferriers romains de "Roche Brune", soit 17 972 opérations. La question se pose toutefois des difficultés techniques que suppose l'extraction du fourneau d'un massiot de ce poids : comment les artisans faisaient-ils pour sortir une masse incandescente de près de 115 kg et comment était-elle épurée ? Cette valeur de production doit donc être prise comme une maximale et donc le nombre d'opération comme une minimale.

Si l'on accepte une durée d'occupation d'environ un siècle pour l'atelier romain, on peut estimer que les artisans réalisaient environ 180 opérations par an. On ne connaît pas, pour cette période, le nombre de jour travaillé par an et il est impossible de dire si l'activité est ou non saisonnière (arrêt durant l'hiver ?). On peut toutefois souligner que ce nombre minimal moyen suppose la réalisation d'au moins une opération tous les deux jours même en travaillant toute l'année. Il s'agit donc d'une production intensive.

L'utilisation de la batterie de fourneaux est, dans ce cadre, une question intéressante : les deux fourneaux étaient-ils utilisés en même temps ou fonctionnaient-ils en alternance, l'un étant allumé pendant que l'autre été curé et restauré. La première proposition soumet les structures à de fortes contraintes techniques : il n'est pas sûr qu'il soit possible de mener une opération complète et le curage du four en un jour, puis de pouvoir recommencer le lendemain. En outre, à ce rythme, les structures s'altéreraient très vite et les artisans seraient obligés à un entretien beaucoup plus régulier des fours, imposant ainsi des arrêts de la production. Même si ceci ne reste conjectural, la seconde hypothèse, celle de l'utilisation des fours par alternance, demeure la plus crédible. C'est en tout cas celle que je retiendrai. Ce modèle ne tient bien évidemment pas compte du rythme de la production : on ne peut évaluer les possibles arrêts de courte durée ou l'augmentation occasionnelle de l'activité.

Une autre approche permet d'estimer la quantité de minerai consommé. Le calcul de rendement montre qu'il faut 318 g de minerai brut pour produire 100 g de scories. L'accumulation de

1 400 t de déchets a donc nécessité le traitement de 4 452 t de minerai brut. Sur 100 ans, ce seraient donc 44,5 t de roche qu'il faudrait ramasser ou extraire chaque année, sans tenir compte des matériaux stériles. Le calcul est alors simple : 122 kg de minerai seraient consommé en moyenne chaque jour, si l'on compte 365 jours de travail par an, ou près de 150 kg pour 300 jours. Or on suppose que ce minerai était acheminé à l'atelier sur une distance d'au moins 4 km. Il est toutefois difficile de connaître les conditions exactes de ce transport et d'en évaluer le rythme (un ou deux chariots par semaine ou des transports quotidiens à dos d'ânes ou de mules : les solutions envisageables sont nombreuses).

La même question se pose pour l'approvisionnement en charbon. On ne possède malheureusement aucune estimation précise de la consommation des bas fourneaux de "Roche Brune" ; toutefois, si l'on considère un ratio en poids d'un pour un entre minerai et combustible, ce sont également près de 44,5 t de charbon qu'il faut chaque année. L'étude anthracologique préliminaire de deux lots de charbons provenant du site a montré que le hêtre et le chêne dominent largement. On possède des données sur le ratio qui existe entre bois et charbon pour le hêtre. Une expérimentation de charbonnage en meule a été menée dans le Jura suisse pour le hêtre et le sapin (ESCHENLOHR 2001 : 44). Les résultats montrent qu'il faut 30 m^3 de hêtre pour produire 2,5 tonnes de charbon. Si l'on garde le même rapport pour le chêne, cela suppose, pour le site de "Roche Brune", l'abattage d'environ 53 424 m^3 de bois durant l'occupation romaine, soit environ un siècle. Malheureusement, en l'absence de données plus précises sur le système d'approvisionnement (on suppose un taillis ou un "jardinage" : cf. 10.3.3.3), on ne peut conclure sur la surface nécessaire à l'approvisionnement de l'atelier.

La série de chiffres proposée pour l'atelier de "Roche Brune" est fondée sur des calculs réalisés à partir des résultats de quelques analyses chimiques mais également de nombreuses expérimentations menées depuis une trentaine d'années par plusieurs chercheurs. Certaines évaluations sont plus fragiles que d'autres, et ces chiffres doivent bien sûr être pris avec prudence, mais on peut tirer des conclusions appuyées sur la nature, l'échelle, l'organisation et l'importance de la production d'un atelier de réduction directe d'époque romaine. On reviendra dans la synthèse sur les apports importants des données issues de la fouille de "Roche Brune" pour l'histoire technique, économique et sociale de la sidérurgie antique.

10.4.3. Le métal produit

Le site n'a livré ni semi-produit, ni scorie de post-réduction, ni battiture. Toutefois, l'existence d'une phase de post-réduction en dehors de l'emprise des sondages ouverts jusqu'ici reste possible. La découverte d'éléments métalliques apparemment non fonctionnels (chutes de forges ?) dans le niveau de rejet céramique pourrait en être une preuve. Quatre d'entre eux ont fait l'objet d'examens métallographiques, afin d'établir leur qualité.

10.4.3.1. Examens métallographiques

Les quatre individus sélectionnés proviennent de deux ensembles différents : 2038.1 a été découvert dans les niveaux supérieurs du ferrier 1 (sondage 2) et les trois autres sont issus du niveau de rejet céramique du ferrier 3 (sondage 5). Le contexte stratigraphique est fiable et ils sont tous datables de la phase d'activité romaine du site. Leur forme ne permet pas de les identifier comme des objets fonctionnels. La présentation détaillée des examens métallographiques est renvoyée en annexe 7.3.

Trois des quatre échantillons sont composés de fer doux, se présentant généralement sous la forme d'une structure ferritique (2038.1, 5017.1 et 5035.1). La présence d'inclusions non métalliques dans ces trois pièces est très variable : rare pour 5035.1, elle est déjà plus importante pour 2038.1 et encore plus pour 5017.1, qui est parsemé d'inclusions microscopiques. Si l'on ne peut pas définir une règle générale à partir d'un corpus aussi restreint, on peut néanmoins supposer que ces objets ou chutes se situent assez haut dans la phase d'épuration et conservent de nombreuses impuretés issues de la réduction. D'ailleurs, l'absence de traces importantes de mise en forme pourrait aller dans ce sens.

L'objet 5029.1 fait figure d'exception parmi le petit lot étudié. En effet, il est le seul à présenter une structure hétérogène, où se côtoient des zones ferritiques et des zones très fortement aciérées proches de l'eutectique* (0,7 % de C). Il montre en outre des traces de soudures, dont une devait être en cours avant que l'objet ne soit rejeté. La torsion qu'a subie cette barre et l'arrêt de son traitement par le forgeron indique sûrement que le métal n'a pas été jugé suffisamment bon pour mener jusqu'au terme sa mise en forme.

Si l'on excepte ce cas, la présence d'inclusions de scorie et les faibles marques de travail observées (pas de repli, de corroyage ou de soudure) pourraient indiquer que les objets étudiés se situent à un premier niveau de traitement, visant peut-être à la production de semi-produits ou d'objets nécessitant peu de manipulations. Ceci pourrait également laisser penser qu'on a à faire ici à des chutes de soie de préhension. Cette extrémité de la barre de fer, tenue dans les pinces par le forgeron, ne subit logiquement que peu de déformations et reste très proche dans sa composition du métal tel qu'il était avant le travail d'élaboration. Même si cette hypothèse est fragile, il est possible d'envisager la présence à proximité de l'atelier de traitement du minerai d'une installation de post-réduction transformant tout ou partie du métal produit sur place. Ce second atelier pourrait être associé à l'habitat dont on a vu qu'il devait se trouver dans un rayon de 30 à 50 m du bâtiment protégeant les bas fourneaux et du niveau de rejet céramique associé (cf. 10.2.6.1). Cette conclusion ne semble pas trop aventureuse. En effet, pourquoi les artisans seraient allés chercher leur métal ailleurs alors qu'ils en produisaient eux-mêmes plusieurs kilogrammes chaque jour ? On peut donc postuler que le métal ayant servi à la confection des objets examinés a été produit par l'atelier de réduction de "Roche Brune".

Si l'on se place dans cette perspective, la section polie de 2038.1 est particulièrement intéressante. En effet, on y voit, après attaque au nital, des taches en jouant sur la mise au point du microscope (fig. 221) : ces taches sont dues à des différences de niveaux qui rendent impossible la

visualisation de toutes les anomalies à la même mise au point. C'est cette difficulté à les voir qui à amener à les appeler *ghost structures* – structures fantômes en français – dans les publications de langues anglaises (BUCHWALD, WIVEL 1998 : 86-87 et fig. 12 ; BUCHWALD 2005 : 170-171 et fig. 173). Ces petites anomalies, plus ou moins accentuées, sont dues à des teneurs en phosphore variables dans le métal.

*
* *

Bien sûr, l'étude de quatre objets ne permet pas d'asseoir des conclusions fortes sur la nature de la production du site de "Roche Brune", mais on peut cependant poser quelques hypothèses :

- un atelier de post-réduction devait se trouver à proximité de celui de traitement du minerai ;

- cette seconde installation épurait peut-être une partie du métal produit pour la fabrication de semi-produits ou plus simplement pour la production des outils et ustensiles nécessaires aux artisans ;

En outre, si l'on accepte le postulat selon lequel le métal des objets observés a été produit sur le site, on peut avancer d'autres points :

- l'atelier de réduction de "Roche Brune" pouvait produire du fer doux massif contenant parfois du phosphore, dont l'origine est à discuter ;

- la production d'acier fortement carburé est également envisageable, même si l'exemple dont nous disposons semble indiqué un traitement plus délicat de ce dernier alliage.

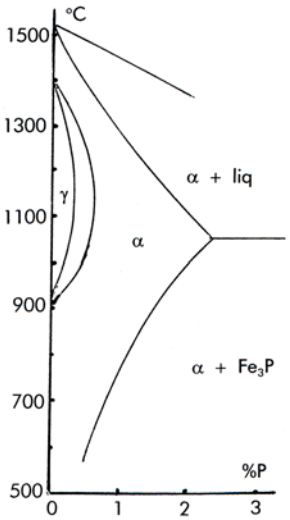


Fig. 220 : partie gauche du diagramme d'équilibre fer-phosphore (d'après BUCHWALD 205 : 171, fig. 171).

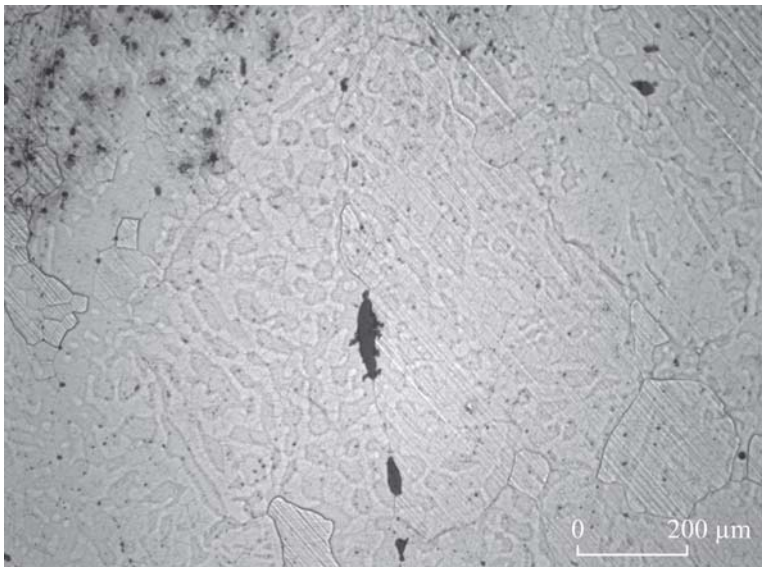


Fig. 221 : vue au microscope métallographique de la section polie de 2038.1 après attaque au nital : on remarque la présence de taches, appelées en anglais *ghost structures* qui traduisent des anomalies de teneurs en phosphore dans le métal.

10.4.3.2. Du fer phosphoreux.

La présence de phosphore dans l'un des objets de "Roche Brune" est un élément intéressant. En effet, la présence de cet élément en solution dans le fer peut changer considérablement ses propriétés physiques. En outre, le comportement du phosphore au cours de la réduction directe et indirecte constitue un sujet de débat. Il est donc nécessaire de faire un rapide point sur cette question.

- La question du phosphore dans le fer

La présence de phosphore dans le minerai comme dans le métal a été considérée depuis le XIXe s. comme un handicap. Les minerais phosphoreux sont peu adaptés à la production de fonte au coke par le procédé indirect, qui se généralise au début du XIXe s. En outre, on ne possède pas à cette époque de procédé d'affinage permettant de retirer convenablement cet élément : il passe donc dans le métal et le rend cassant. De ces difficultés propres à l'industrie contemporaine est née l'idée que le minerai phosphoreux ne pouvait être utilisé par les Anciens (voir présentation du problème dans LEROY 1997 : 15-18). Cette conception n'a été remise en cause que relativement récemment et la thèse de M. Leroy a prouvé l'utilisation du minerai phosphoreux lorrain, la minette, par le procédé direct (LEROY 1997). En outre, les études menées sur les objets en fer de Scandinavie ont prouvé l'utilisation de fer phosphoreux, produit à partir de minerai des marais (*bog iron ore*), depuis au moins 500 ap. J.-C. dans cette région (BUCHWALD, WIVEL 1998 ; BUCHWALD 2005 : 159-180).

Plusieurs recherches se sont attachées à étudier l'influence du phosphore sur les qualités du métal, mais aussi le comportement de cet élément au sein de celui-ci ou dans les inclusions de scorie qui s'y trouvent (NOSEK 1991 ; NOSEK, MAZUR 1995 ; BUCHWALD, WIVEL 1998 ; BUCHWALD 2005 : 159-180 ; STEWART, CHARLES, WALLACH 2000a ; 2000b ; 2000c ; VEGA, DILLMANN, FLUZIN 2002 ; VEGA *et al*. 2003). Ces études ont porté sur le procédé direct comme sur le procédé indirect.

La présence de structures fantômes est due à des différences ponctuelles de concentration en phosphore dans la matrice de métal. L'origine de ces anomalies a été expliquée par V. F. Buchwald (BUCHWALD, WIVEL 1998 : 86-87 et fig. 12 ; BUCHWALD 2005 : 170-171 et fig. 173). Elles proviennent d'une différence de dissolution de cet élément en fonction de la structure cristalline du métal. Ainsi le fer-α, de structure cubique centrée, peut dissoudre jusqu'à 2,5 $\%_{pds}$ de P à 1048°C, alors que le fer-γ, de réseau cubique à face centrée, ne peut en contenir que 0,3 $\%_{pds}$ (BUCHWALD 2005 : 170). Le diagramme d'équilibre fer-phosphore fournit les conditions théoriques de formations de ces deux états (fig. 220). On constate qu'à haute température (supérieure à 900°C), les deux variétés allotropiques coexistent. Le phosphore entre alors en proportion plus importante dans la ferrite* α que dans l'austénite* γ. Si le refroidissement du métal est assez rapide, le phosphore n'a pas le temps de se diffuser et ces inégalités se perçoivent dans la matrice du métal redevenue entièrement ferritique (en l'absence de carbone) en dessous de 727°C : ce sont les fameuses *ghost structures*.

On comprend bien alors que la présence de ces structures fantômes nous apporte des données sur le mode de formation des objets. E. Vega les a présentées en détail (VEGA, DILLMANN, FLUZIN 2002 : 201) : d'une part on peut évaluer la teneur globale en phosphore du métal. En effet, dans les spécimens présentant des structures fantômes étudiés par E. Vega, les teneurs moyennes en phosphore sont comprises entre 0,07 et 0,5 %. D'autre part, cela permet de fixer une température minimum de travail. En effet, pour que les structures fantômes apparaissent, il a fallu chauffer le métal à une température supérieure à 900°C. Dans le cas contraire, seul le fer α est présent et la diffusion du phosphore peut s'y faire de façon homogène. Ainsi, E. Vega présente le cas d'objet dont la teneur en phosphore est comprise dans la fourchette évoquée ci-dessus, mais ne montrant pas de structures fantômes. Enfin, l'étude d'E. Vega a montré le comportement déphosphorant des inclusions, dans un rayon d'influence pouvant atteindre 200 µm.

- Analyse de composition chimique du métal de l'échantillon 2038.1

Pour confirmer la présence de phosphore dans l'échantillon 2038.1 et en mesurer la teneur, celui-ci a fait l'objet d'analyses de composition chimique par Spectrométrie d'Énergie Dispersive (*EDS* en anglais) couplée à un microscope électronique à balayage (MEB). Ces manipulations ont été effectuées par J. Cormier avec le matériel de l'ENSMA (annexe 5.4).

Trois fenêtres ont fait l'objet d'observations : l'une où l'on ne voyait que la matrice métallique (ferritique), l'autre où était visible une inclusion et la dernière où la moitié de la surface était occupée par une grande inclusion vitreuse avec des dendrites de wüstite (voir clichés en annexe 5.4). Les mesures ont été prises soit pour un spectre global, c'est-à-dire pour toute la surface observée, soit ponctuellement pour des surfaces de l'ordre d'une dizaine de µm². Les mesures obtenues pour le métal seul sont comprises entre 0,1 et 0,37 $\%_{pds}$ de P. On note toutefois que les teneurs mesurées à proximité de l'inclusion massive sont beaucoup moins fortes. On peut ainsi distinguer deux groupes de valeurs : celles prises au sein du métal, qui oscillent entre 0,17 et 0,38 $\%_{pds}$ (moyenne = 0,28 $\%_{pds}$) et celles prises sur le pourtour de l'inclusion, qui varient entre 0,1 et 0,15 $\%_{pds}$. On peut mettre en parallèle cette moins forte teneur, en moyenne 0,12 $\%_{pds}$ de P, avec les taux élevés constatés dans l'inclusion : en moyenne 0,49 $\%_{pds}$. Ces données traduisent probablement le phénomène de migration du phosphore du métal vers la scorie présenté par E. Vega (VEGA, DILLMANN, FLUZIN 2002 : 201-205).

- Interprétations et mise en perspective

Les teneurs de phosphore observées peuvent paraître faibles, mais elles ne sont pas anodines. Par comparaison, les aciers couramment employés actuellement contiennent moins de 0,04 $\%_{pds}$ de P (STEWART, CHARLES, WALLACH 2000a). En outre, la teneur de phosphore moyenne observée dans l'échantillon 2038.1 (0,28 $\%_{pds}$) se situe bien dans l'intervalle indiqué par E. Vega dans son étude. On peut également conclure que l'objet 2038.1 a été travaillé au-delà de 900°C. En revanche, il ne paraît pas exclu que les autres objets observés présentant une matrice entièrement ferritique (5017.1 et 5035.1) contiennent du phosphore, sans qu'on ne puisse mettre en évidence de structures fantômes et ce parce qu'ils n'ont pas été suffisamment chauffés.

On peut enfin s'interroger sur l'origine de ce phosphore : en effet, si l'on admet que 2038.1 a été confectionné à partir du métal produit sur le site, il faut supposer qu'il est en lien avec le minerai reconnu comme celui mis en œuvre par l'atelier. Or celui-ci est très peu phosphoreux, en moyenne 0,26 % de P_2O_5. Le fait que le métal contienne 0,28 $\%_{pds}$ de P n'est pas contradictoire avec la filiation établie entre minerai et scorie mais induit une concentration relative de ce dernier élément dans le métal et donc un comportement en partie sidérophile du phosphore lors de la réduction directe. D'ailleurs, si l'on applique aux concentrations de phosphore les facteurs obtenus pour le calcul de rendement de l'opération de réduction on obtient une teneur théorique dans la scorie de 0,67 % de P_2O_5. Or la moyenne observée est de 0,33 %. Ceci traduit bien une perte de phosphore entre le modèle et la réalité. On retrouve ce phosphore dans le métal. Il y a donc bien partage du phosphore entre scorie et métal.

On a vu plus haut que les échantillons de minerai prélevés sur le site de "Roche Brune" sont les moins phosphoreux de ceux analysés dans la zone d'étude. On peut donc supposer que, si le partage du phosphore se fait toujours dans des proportions voisines de celles observées pour le cas de 2038.1, la majorité du métal produit dans la région devait être phosphoreux. Or le phosphore influence les qualités physiques du métal : il augmente notamment sa ductilité et sa dureté. Les expérimentations ont montré que la présence de phosphore n'est pas forcément un handicap (NOSEK, MAZUR 1995). S'il peut rendre le métal plus cassant pour des petites pièces d'aciers ayant subi un martelage et une trempe, il augmente considérablement la dureté du fer doux et rend inutile ce type de manipulation (*ibid.* 50). En outre, la dureté du fer phosphoreux le rend apte à la coupe de matériaux relativement tendres (bois) (*ibid.*).

L'exemple de l'objet 2038.1 s'ajoute aux corpus réunis par E. Vega sur une série d'objets d'origines diverses produits par la filière directe contenant tous plus de 0,07 % de P (VEGA, DILLMANN, FLUZIN 2002 : 200, fig. 4). Un examen rapide de publications récentes montre qu'il ne s'agit pas de cas isolés : on peut ainsi citer plusieurs fers à chevaux médiévaux du site de "Montbaron" (Moulins-sur-Céphons, Indre) dont les teneurs en phosphore sont comprises entre 0,03 et 0,25 $\%_{pds}$ de P (NEFF *et al.* 2004) ou encore l'exemple d'un sabot de pile de pont romain en Angleterre contenant entre 0,25 et 0,52 $\%_{pds}$ (WANHILL *et al.* 2007 : 34). Il faut donc se rendre à l'évidence : le fer phosphoreux était utilisé aux périodes anciennes.

Chapitre 11
La métallurgie du fer dans la capitale diablinte

11.1. Jublains : des scories dans la ville

11.1.1. Localisation des principaux lieux de découvertes

Des scories de fer sont mentionnées dans l'agglomération antique de Jublains dès le XIXe s. En 1834, la synthèse de H. Barbe évoque la présence de scories de fer dans les voies partant de la ville, notamment à proximité du théâtre, mais également, au nord, dans la voie qui longe le temple (BARBE 1865 : 124-162). Des petits fragments de ces résidus (des scories coulées caractéristiques de la phase de réduction du minerai) sont encore visibles dans certaines parcelles. Les divers travaux et observations menés depuis cette date ont livré des scories de fer en plus ou moins grande quantité, dans les talus de la route de Grazay, dans les remblais du théâtre, dans les niveaux intérieurs de la forteresse, dans les mortiers du temple *etc*. (NAVEAU, PIVETTE 1992 : 22 ; DEBIEN 1988 ; NAPOLI 2003) (fig. 222). Quatre opérations en ont fourni des quantités notables :

- une partie des bâtiments de la "*villa*" de la "Boissière" était fondée sur un remblai de scories de près de 30 cm d'épaisseur (BOISSEL 1973 : 6). Malheureusement, cette opération a été réalisée en urgence lors de la construction du terrain de sport de la ville au début des années 1970 et aucun de ces résidus n'a été conservé pour permettre d'en définir l'origine (déchets de forge ou de réduction ?) ;

- des scories ont été découvertes lors de sondages menés par E. Mare au lieu-dit "Lotissement de La Poste"[118], à 200 m à l'est de la forteresse. On ne possède pas de compte-rendu de cette opération, mais le musée de Jublains conserve une tuyère complète, probablement de forge, provenant de cette fouille et J. Naveau rapporte la découverte ici d'une importante quantité de scories – probablement de post-réduction – en remblais, sans structure associée.

- enfin, c'est le "quartier artisanal" mis au jour lors des opérations successives de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" qui a livré les traces les plus explicites de la sidérurgie dans la ville. Les scories de forges et de réduction sont présentes dans toutes les phases d'occupation, depuis les années 40 ap. J.-C. environ. Au moins trois bâtiments de forge ont été identifiés, dont deux dans l'emprise de la fouille de la "Grande Boissière"

[118] Ce site a été enregistré par la suite sous le nom de "Jardin communal" (*Annuaire*… 1987 : 16).

(BOCQUET *et al*. 2004). Les scories ont servi à l'empierrement de la voie et des trottoirs et les résidus de réduction sont présents dans les niveaux de remblais et même dans les terres de jardin.

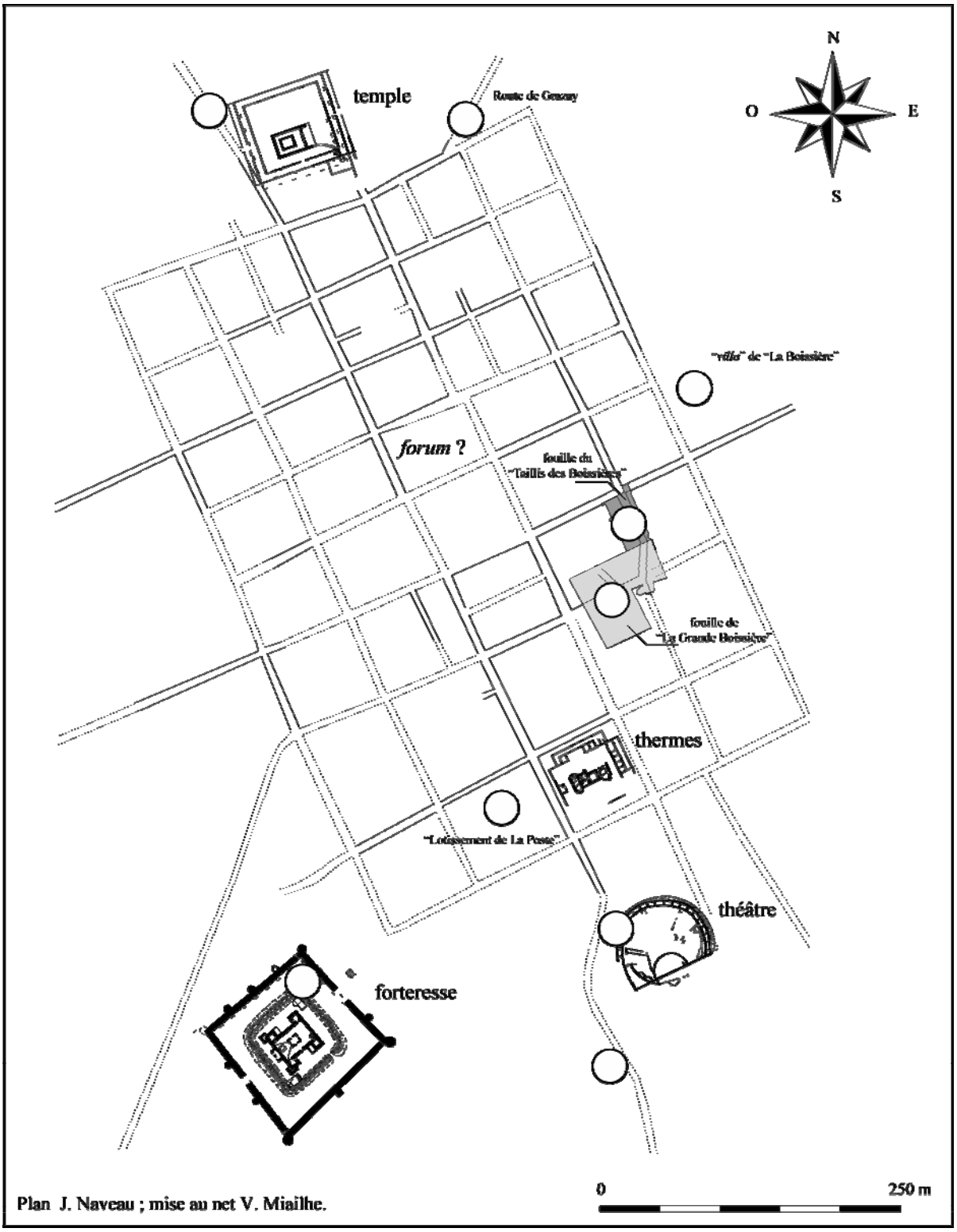


Fig. 222 : plan des découvertes de scories de fer dans l'agglomération antique de *Noviodunum*/Jublains (chaque cercle représente une mention ou un site).

Outre les déchets, plusieurs objets liés au travail du fer ont été découverts. De nombreux fragments de blocs-tuyères de forges et des chutes de métal provenant de semi-produits (barres) ont été mis au jour dans la zone artisanale, mais également parmi le mobilier du temple. Enfin, la pièce la plus emblématique de la sidérurgie est une enclume en fer (cf. 11.3.3.3), découverte à proximité de l'entrée est du temple. Son poids est estimé entre 60 et 80 kg ; elle est conservée au musée archéologique de Jublains.

11.1.2. Les résidus sidérurgiques : données qualitatives et quantitatives

Il est difficile de chiffrer avec exactitude la quantité de scories qui ont été découvertes dans la ville et, même si l'on possédait ces données, on aurait bien du mal à distinguer ces déchets en fonction de leur datation. L'attention portée aux vestiges sidérurgiques à Jublains est récente. Ce n'est qu'avec l'opération de "La Grande Boissière" et encore plus du "Taillis des Boissières" que leur présence a été notée de manière systématique. Ceci signifie qu'on ne possède que très peu d'informations qualitatives ou quantitatives pour les opérations antérieures à 1996 et rien ne permet de connaître leur représentativité par rapport à l'ensemble de la ville.

Il est certain que les scories de fer sont partout et en quantité variable. Parmi elles, les scories de réduction sont présentes mais, d'après les descriptions dont on dispose, jamais en grande quantité au même endroit ; il n'y a pas de ferrier dans la ville.

Pour les résidus de post-réduction, les données sont encore plus lacunaires. On ne peut guère s'appuyer que sur les données disponibles pour la fouille du "Taillis des Boissières". En effet, lors de cette opération, le choix a été fait de compter et de peser tous les résidus sidérurgiques avant de les rejeter pour partie. On possède ainsi le nombre et le poids de déchets pour plusieurs grandes catégories, à savoir : scories coulées, scories rouillées, scories indéterminées et parois de four[119]. Malheureusement le pesage n'a pas toujours été fait séparément et les lots de moins de 100 g n'ont pas été pesés, ce qui explique les très nombreuses lacunes dans le tableau (annexe 6). Malgré tout, ces données permettent d'évaluer la quantité de déchets sidérurgiques pour les niveaux datés entre 40 et 210. En outre, on peut séparer les grandes phases de la chaîne opératoire entre réduction (scories coulées) et post-réduction (scories rouillées). Le tableau ci-dessous fournit les chiffres totaux issus de ces comptages (fig. 223).

	Nombre	Poids (en kg)
Scories coulées	11925	322
Scories rouillées	3619	141
Scories indét.	426	17
Paroi	771	43
Total	16741	523

Fig. 223 : tableau synthétisant les comptages et pesages des résidus sidérurgiques mis au jour lors de la fouille du "Taillis des Boissières" (d'après données du service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne).

[119] Cette démarche a été réalisée à l'initiative de N. Dieudonné-Glad qui avait fait un premier examen des scories au cours de la fouille. Le tri, le comptage et le pesage ont été effectués par B. Thomas puis par B. Robin. Les tableaux de comptage ont été mis à ma disposition par E. Madigand et sont reportés en annexe 6.

À la suite de ces comptages, une grande partie des résidus n'a pas été gardée. Un réexamen complet des scories conservées au dépôt de Jublains pour la fouille du "Taillis des Boissières" a donc été réalisé. Une discrimination plus poussée a été adoptée, sans pour autant effectuer une grille de détermination trop précise qui n'aurait pu être vraiment justifiée en raison de la perte importante subie à la suite du rejet (cf. annexe 6 et fig. 224).

	Nombre	Poids (en kg)
Scories de réduction coulées	296	16,989
Scories de réduction internes	81	9,25
Coulures de scories (goutelettes)	1024	7,292
Culots de post-réduction	51	53,232
Scories de post-réduction	1491	35,186
Paroi et scories vitrifiées	1096	30,856
Fragments de tuyères (forge)	27	1,651
Bouchons de tuyères	11	0,257
Inéterminés	261	7,544
Total	**4338**	**162,257**

Fig. 224 : tableau synthétique des données issues du réexamen des résidus sidérurgiques conservés provenant de la fouille du "Taillis des Boissières".

Sur les 523 kg de déchets enregistrés à l'issue des fouilles, seuls 162 kg ont été conservés soit, environ 31 %. La perte est plus sensible en nombre, puisque sur les 16 741 pièces comptabilisées en post-fouille, on n'en conserve qu'un peu plus d'un quart (26 %). Le différentiel entre les deux tableaux est très important pour les scories rattachables à la réduction. Sur les 322 kg indiqués par le tableau de comptage, seuls un peu plus de 24 kg ont été gardés. En revanche, on conserve près des deux tiers des scories de post-réduction, sans qu'on puisse estimer néanmoins qualitativement les pièces qui ont été rejetées (culots ou fragments de scorie ?).

J'attire également l'attention sur le fait que certaines des scories indéterminées sont de simples concrétions d'arènes granitiques prises dans un ciment ferrugineux probablement issu des eaux de ruissellement ayant dissous les oxydes des déchets omniprésents dans le quartier (alios). En outre, près de 5 kg d'objets en fer ont été reconnus dans les caisses de scories. Inversement, le tri du mobilier métallique effectué par S. Morin et moi-même a révélé la présence de petits fragments de scories qui ont été placés parmi les objets en fer. Ces petites erreurs, inhérentes au tri d'une grande quantité de matériels, n'influencent toutefois pas les résultats globaux. Ceux-ci seront développés par la suite, en suivant la suite logique de la chaîne opératoire.

11.2. Des scories de réduction en ville : quelle interprétation ?

11.2.1. Caractérisation et quantification

Parmi les scories découvertes depuis le XIXe s., dans les remblais et les voies de la capitale diablinte, certaines sont issues de la phase de réduction du minerai de fer. Elles sont toujours présentes en remploi, jamais en rejet direct mais dans des niveaux de recharge, depuis environ les années 40 ap. J.-C. On ne peut malheureusement pas chiffrer précisément la quantité de ces déchets dans la ville, mais il est possible d'en donner une idée. Sur les 1 000 m² dégagés lors de la fouille du "Taillis des Boissières", ce sont 322 kg de scories coulées qui ont été comptabilisés (cf. ci-dessus). Le poids moyen de ces déchets est très faible (27 g) en raison de la présence de très nombreuses fines gouttelettes de scories très légères (de l'ordre de 1 à 10 g). Ces coulures pourraient aussi bien provenir d'un bas fourneau que d'un foyer de forge fonctionnant à très haute température (pour une soudure par exemple). On ne peut donc trancher clairement sur l'appartenance de ces déchets à la phase de réduction ou de post-réduction. Les autres résidus de cette catégorie se présentent comme des scories denses en cordons, très caractéristiques. La proportion entre ces deux types ne peut être réellement chiffrée mais on constate que les gouttelettes constituent un peu moins du tiers du poids des scories coulées conservées. En l'absence de données plus précises, on peut retenir ce rapport. Même si l'on ne compte que 225 kg de scories de réduction, ceci reste beaucoup pour une surface somme toute restreinte (4 % de la surface de la trame urbaine). En effet, les scories de réduction sont également visibles sur le passage de certaines voies rayonnant autour de Jublains, notamment le long de la route de Grazay, et ce dès la sortie de la ville. En outre, on peut supposer que les scories signalées dans les remblais de la "*villa*" de "La Boissière", située à peu de distance de la fouille évoquée ci-dessus, sont également pour partie des résidus de traitement du minerai de fer. Il n'est donc pas exagéré d'évaluer à plusieurs tonnes le poids de scories de réduction présentes dans l'agglomération.

Or on ne connaît, à l'heure actuelle, aucune structure ou élément rattachable à la présence de bas fourneaux dans la ville ou à sa périphérie immédiate (le plus proche est à un peu plus de 6 km : site de "La Chauvinais" à Marcillé-la-Villé, 53 144.01). On a vu que la réalisation d'opération de réduction a été proposée dans certaines agglomérations secondaires et que la capitale diablinte, par ses dimensions comme par sa disposition, rappelle une de ces villes de deuxième ordre. La pratique d'opération de traitement du minerai de fer en milieu urbain pourrait donc envisageable mais elle ne saurait être qu'exceptionnelle et ponctuelle. On ne peut donc expliquer ainsi la présence de plusieurs milliers de kilogrammes de scories coulées, même en tenant compte de la durée d'occupation (environ trois siècles).

11.2.2. Les scories de réduction de Jublains : problème d'origine

La ville de *Noviodunum* est implantée sur le rebord d'un plateau granitique qui n'offre pas et qui n'a pu offrir aucune ressource en minerai de fer. La réalisation d'opération de réduction à grande échelle suppose donc l'importation en ville de minerai sur au moins 5 km, distance à laquelle se

trouvent les dépôts détritiques tertiaires (sidérolithique) de Grazay ou de Mézangers. Il faut ajouter à cela la consommation en combustible qu'aurait nécessité l'installation d'un véritable atelier de réduction en milieu urbain alors que la ville devait déjà exercer une forte pression sur le boisement environnant (cf. 8.2.3.4). Il ne peut donc, pour moi, exister d'atelier de réduction comparable à ceux présentés ci-dessus dans la ville ou même à sa périphérie. Le traitement du minerai de fer a pu être fait de façon occasionnelle en milieu urbain mais dans des proportions limitées, ne pouvant produire des quantités très importantes de déchets. Il faut donc chercher l'origine de ces scories ailleurs.

11.2.3. Hypothèse de provenance

Les prospections menées par M. Hubert ont permis de mettre en évidence une petite zone de production à une dizaine de kilomètres au nord-ouest de la capitale diablinte, sur les communes d'Aron, Marcillé-la-Ville et Grazay (zone de production d'Aron : cf. 8.2.2.3). Malheureusement, aucun de ces ferriers n'a pu être daté. Ils sont tous très endommagés et le site le plus proche de *Noviodunum*, celui de "La Chauvinais" à Marcillé-la-Ville (53 144.01), situé à 6,6 km de l'agglomération, a même été presque complètement effacé à la suite des labours par broyages répétés. On ne peut donc affirmer la contemporanéité de l'activité sidérurgique avec la présence de scories de réduction de la capitale diablinte.

Est-il envisageable que les scories aient été transportées de ce secteur jusqu'à la ville sur une telle distance (6 à 10 km, soit entre 2 et 4 h de char à bœuf) ? Ce n'est pas impossible. On connaît bien par ailleurs l'emploi des scories dans la région d'*Argentomagus* (sud de l'Indre : *Agriculteurs*… 1993). Or les ferriers n'étaient pas tous alignés le long des routes et il a bien fallu déplacer les scories pour les amener jusqu'au chantier. De même, on sait que les scories de fer ont été employées comme matériau de construction, pour l'assainissement notamment. Ainsi, la fouille d'une portion de la *villa* de "La Ferolles" à Nozières (Cher) a montré que certains murs étaient fondés sur des tranchées remplies de scories (BARBÉ *et al.* 1987 : 230). On peut également supposer que ces résidus ont été amenés en ville comme fret de retour pour éviter un voyage à vide en revenant de la campagne. Mais c'est peut-être prêter aux contemporains une logique capitaliste qui leur est bien étrangère. Le transport de scories n'est toutefois pas à exclure.

Pour permettre un rapprochement entre les scories analysées dans la zone d'étude et celles de Jublains, dix scories de réduction découvertes dans les remblais romains de "La Grande Boissière" (US 3007 et 5151) et du "Taillis des Boissières" (US 6475 et 7803) ont été analysées (analyse complète en annexe 5 et fig. 225).

On remarque d'emblée, sur les compositions en éléments majeurs, la présence de trois scories très riches en manganèse (SAR 401, 403 et 406). Si l'on observe le taux de baryum de ces échantillons, on constate qu'il est lui aussi très élevé, supérieur à 970 ppm. Ces trois scories ont donc les mêmes traits caractéristiques que ceux mis en évidence pour les sites d'Aron, proches. Elles se distinguent en cela très nettement des sept autres scories de Jublains analysées (fig. 226).

Réf. Echantillon	US	SiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na_2O %	K_2O %	TiO_2 %	P_2O_5 %	Σ traces %	PF %	Total %
SAR401	US 6475	19,91	3,07	76,87	3,39	0,46	1,08	0,15	0,66	0,16	0,24	0,17	-7,04	99,12
SAR402	US 6475	24,09	4,02	74,05	0,56	0,46	1,48	0,28	0,85	0,24	0,26	0,10	-6,45	99,93
SAR403	US 7803	23,32	4,03	71,19	3,70	0,70	1,98	0,13	0,82	0,19	0,41	0,33	-6,47	100,34
SAR404	US 7803	17,11	2,89	81,95	0,58	0,27	0,62	0,11	0,50	0,19	0,29	0,06	-6,32	98,26
SAR405	US 3007	22,97	4,46	70,40	0,28	0,39	2,34	0,26	1,50	0,36	0,48	0,09	-4,69	98,83
SAR406	US 3007	20,50	3,02	73,24	4,82	0,85	2,28	0,16	0,79	0,22	0,25	0,19	-6,62	99,69
SAR407	US 3007	25,37	3,94	70,55	0,70	0,45	0,86	0,19	0,75	0,27	0,25	0,11	-4,60	98,84
SAR408	US 5151	25,61	4,01	72,24	0,17	0,43	0,66	0,27	1,01	0,30	0,61	0,14	-6,48	98,95
SAR409	US 5151	26,92	4,95	70,01	0,47	0,57	1,05	0,22	1,27	0,31	0,28	0,12	-6,51	99,66
SAR410	US 5151	26,72	4,43	71,00	0,19	0,51	1,01	0,22	1,16	0,29	0,91	0,10	-6,57	99,97

Fig. 225 : tableau des compositions en éléments majeurs de dix scories de réduction provenant des remblais romains de Jublains (tableau complet en annexe 5).

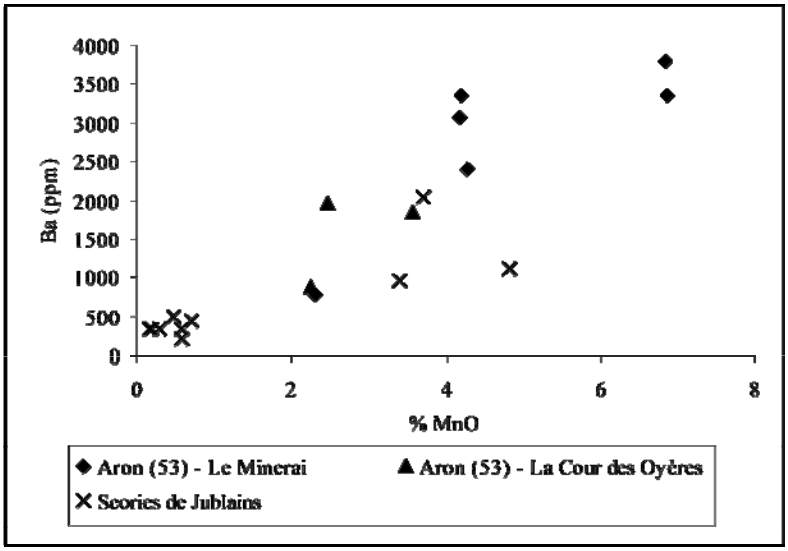


Fig. 226 : rapport MnO/Ba pour les scories de Jublains et d'Aron. On voit que trois des scories de Jublains se détachent nettement et se rapprochent du groupe d'Aron.

On peut donc rapprocher ces trois scories de celles des sites d'Aron, situés entre 7 et 8 km à vol d'oiseau. On ne peut pas prouver que ces résidus viennent précisément de l'un ou l'autre site de cette commune pour lesquels on possède des analyses, mais on peut être sûr qu'ils sont issus d'un atelier ayant mis en œuvre un minerai semblable, riche en manganèse et en baryum, ce qui restreint le périmètre à la région d'Aron et Grazay. On peut donc dans ce cas, supposer que les scories ont été importées à Jublains ou que du minerai de ce secteur a été traité en ville. Ces trois scories ne se trouvent pas dans le même niveau de remblai (trois US différentes dans des points éloignés les uns des autres) ce qui exclut *a priori* un rejet commun. On ne peut exclure ici la réalisation de réduction directe en ville, mais j'ai dit plus haut les contraintes qu'impose ce type d'opération de réduction en milieu urbain, c'est pourquoi je crois plus à la réutilisation de scories venues des campagnes qu'à l'importation de minerai en vue de son traitement en ville.

En appliquant la méthode de recherche de corrélation présentée ci-dessus aux sept scories restantes, on s'aperçoit qu'elles forment un ensemble cohérent dans lequel il est possible de mettre en évidence la conservation de rapports constants entre plusieurs paires d'éléments majeurs et en trace. Parmi les éléments majeurs, on note des coefficients de détermination assez forts (supérieur à 70 %)

pour les couples Al_2O_3/SiO_2 et MnO/SiO_2. Pour les éléments en trace, cinq paires, en dehors des 31 couples constants, montrent une forte corrélation. Ils sont reportés avec leur coefficient de détermination et la pente de la droite de régression linéaire dans le tableau de la figure 227. Plusieurs autres sites présentent des corrélations pour ces paires, selon des rapports proches, mais aucun n'a exactement la même combinaison. On ne peut donc pas conclure concernant l'origine de ces scories. Il est en tout cas fort probable qu'elles sont le produit du traitement d'un minerai homogène, peut-être issu d'un seul site ou tout du moins d'une seule zone de production.

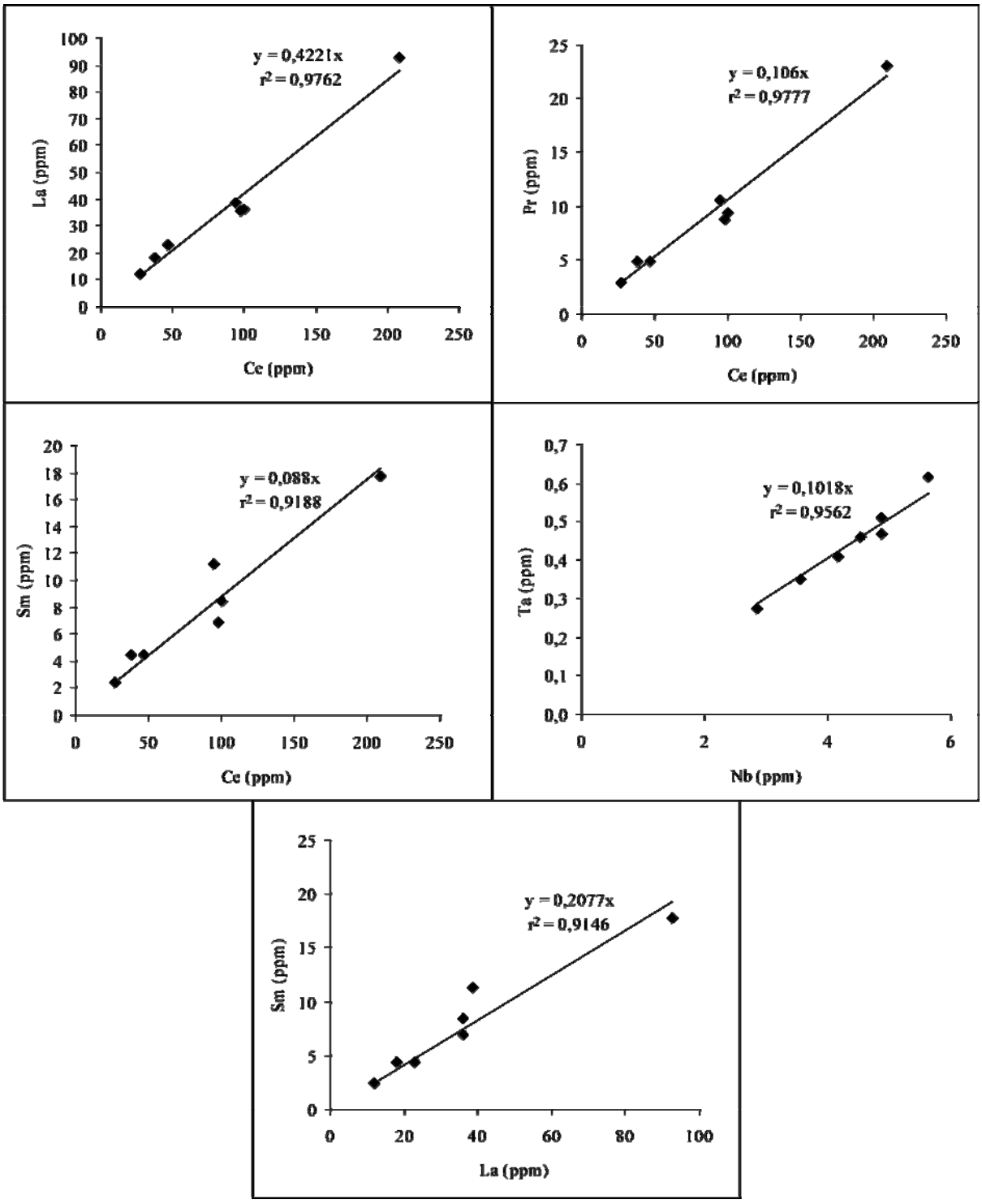


Fig. 227 : couples d'éléments en trace pour lesquels on constate une forte corrélation pour les sept scories ne provenant pas d'Aron.

*
* *

En se fondant sur ces quelques résultats, on peut donc dire que les scories présentes dans les remblais de Jublains sont issues du traitement d'au moins deux types de minerai, dont l'un est sûrement originaire de la région d'Aron ou Grazay. L'importation de minerai de ce secteur pour le traiter en ville demeure douteuse et il faut envisager avec plus de certitude la récupération des scories de réduction comme matériau de construction. Pour le second groupe, on ne peut pas préciser l'origine du minerai mais, comme on l'a vu, il ne peut pas être pris sur place car il n'y en a pas. En outre, l'homogénéité de composition chimique (indice de saturation proche) et la conservation de rapports entre plusieurs couples d'éléments majeurs excluent semble-t-il le traitement opportuniste de petites ressources apportées en ville. Je privilégie donc là aussi l'importation de scories d'un autre secteur encore non analysé (Marcillé ?).

11.3. Les forges urbaines : installations, déchets, production, interprétations

11.3.1. Les bâtiments de forge de Jublains

11.3.1.1. Les bâtiments de "La Grande Boissière"

Les bâtiments de forge mis au jour lors des deux campagnes de fouilles de la parcelle de "La Grande Boissière" ont déjà fait l'objet d'études et de publications (CHUNIAUD, NAVEAU 1996 ; BOCQUET 2002a ; *et al.* 2004). Je reprends ici seulement les grandes lignes de celles-ci, aucun travail supplémentaire n'étant venu compléter ou changer les interprétations faites par les fouilleurs.

Les premières traces de métallurgie du fer apparaissent dans ce secteur vers les années 40-70 ap. J.-C. En effet, des battitures associées à des structures de chauffe ont été mises au jour dans les niveaux de cette période, ainsi qu'une scorie réutilisée dans un solin (BOCQUET 2002a : 166 ; *et al.* 2004 : 138-139). Ceci permet de présumer de l'installation d'une activité sidérurgique qu'on peut identifier comme un travail de post-réduction, en raison de la présence de battitures. En l'absence de plan de bâtiment lisible pour cette période, on ne peut préciser la place qu'occupe cet artisanat. La faible quantité de déchets découverts indique néanmoins une activité encore modeste (sans exclure pour autant le rejet des scories en dehors de l'emprise fouillée).

Dans les années 70/80 ap. J.-C., les bâtiments de la première phase d'occupation sont incendiés et les matériaux sont récupérés. Les ruines sont arasées et le terrain est nivelé grâce à un important remblaiement qui s'inscrit dans le cadre du réaménagement urbain déjà évoqué lors de la présentation de la ville (BOCQUET 2002a : 166). L'îlot ainsi créé fait place nette pour un nouveau lotissement. Toutefois, la réalisation de ce projet urbain ne paraît pas aboutir : les aménagements de voirie ne sont pas achevés et, après la dernière maison située au nord-ouest de l'emprise (bâtiment 6), les trottoirs et les canalisations disparaissent (voir plan général de la fouille : fig. 17, p. 107). Les ensembles de bâtiments de cette seconde phase situés au sud et au nord-est nous intéressent au premier chef : ils mêlent en effet habitat et artisanat et plus particulièrement habitat et atelier de post-réduction. On peut parler d'unités présentant des traits communs et on les présentera donc ensembles.

Dans les deux cas on constate la présence de deux bâtiments rectangulaires organisés autour d'une cour et d'un puits. Dans l'îlot nord, l'un des bâtiments présente des équipements domestiques (four à pain, égout d'évacuation des eaux et foyer domestique) qui permettent d'identifier là un habitat (bâtiment 9). Par analogie, on peut sans doute faire la même interprétation pour le bâtiment 1, situé dans l'unité de l'îlot sud et qui connaît la même disposition. Les surfaces couvertes par ces bâtiments résidentiels sont de 70 et 100 m². Ils sont construits sur solin et les élévations sont en terre et bois.

Il en va de même des structures faisant pendant (bâtiment 2 au sud et 10 au nord) (fig. 228). Ils ont quant à eux une surface de 65 et 105 m² et sont tous les deux partagés selon le même schéma (BOCQUET 2002a : 167) :

- un solin délimite une aire carrée dans un angle ;

- un second clôt un espace en L autour de celle-ci ;

- enfin, le bâtiment est complété par une pièce rectangulaire qui, dans le cas de l'îlot nord, est en partie ouverte sur l'extérieur.

Le niveau d'arasement n'a pas permis de reconnaître de manière certaine les seuils et l'on ne peut restituer le mode de circulation interne. Il n'est donc pas possible d'affirmer que les solins intérieurs correspondent à de véritables cloisons ou à des fondations de planchers de stockage semblables à ceux qui ont été mis en évidence dans plusieurs ateliers métallurgiques d'Autun (fouille du Lycée Militaire : CHARDRON-PICAULT, PERNOT 1999 ; SERNEELS 1998b : 24, fig. 1). À Jublains, l'interprétation des fouilleurs est celle d'une pièce carrée entourée sur deux côtés par une galerie en L qui pourrait servir pour le stockage ou accueillir un escalier pour l'accès à un éventuel étage (BOCQUET 2002a : 167 ; *et al*. 2004 : 151). La présence dans cette partie d'un lambeau de niveau de sol dans le bâtiment 10 et d'une structure de forge dans le bâtiment 2 complique un peu l'interprétation. Je penche personnellement plus pour l'hypothèse d'aires de stockage que pour celle de pièces dont la surface restreinte rend l'interprétation délicate. La question n'est toutefois pas tranchée.

C'est dans les aires carrées situées dans l'angle de ces deux bâtiments que se concentrent les vestiges les plus clairs des activités de forges. Les niveaux de sols contiennent des battitures en grande quantité et chacun de ces espaces a livré une structure rattachable à une activité de forge.

Dans le bâtiment 10 (îlot nord), une vaste fosse de 2,20 m de diamètre à l'ouverture perce les niveaux constituant le sol de la pièce carrée. Ses parois sont droites sur environ 60 cm de profondeur, puis le creusement se resserre brutalement pour atteindre un diamètre d'environ 1,10 m (BOCQUET *et al*. 2004 : 151) (fig. 229). Le comblement de cette fosse présente une succession de fines couches parmi lesquelles on note la présence de niveaux de battitures et de sédiments mêlés de charbon. Un double effet de paroi au centre du creusement indique l'existence d'un élément aujourd'hui disparu contre lequel ces dépôts successifs sont venus butter. Cette lacune, large d'environ 50 cm dans la coupe est interprétée comme l'emplacement d'un billot de bois pouvant servir d'enclume ou de support à celle-ci (*ibid*.). L'enfoncement de ces niveaux et la forte pente des couches s'expliquent par la présence d'un creusement antérieur (non fouillé, peut-être un puits) dont le comblement s'est tassé au cours de l'occupation de l'atelier, entraînant l'affaissement des niveaux de travail autour de l'enclume.

Deux autres foyers ont été mis au jour dans la pièce rectangulaire située à l'est du bâtiment 10. L'un d'eux se trouve dans une cuvette circulaire d'1,80 m de diamètre faiblement entaillée dans un niveau d'argile jaune. Les traces de rubéfaction* et la présence de deux blocs de granite ayant subi une forte exposition à la chaleur permettent de reconnaître ici une structure de chauffe liée à un artisanat. On ne peut toutefois la rattacher de manière certaine à la métallurgie du fer.

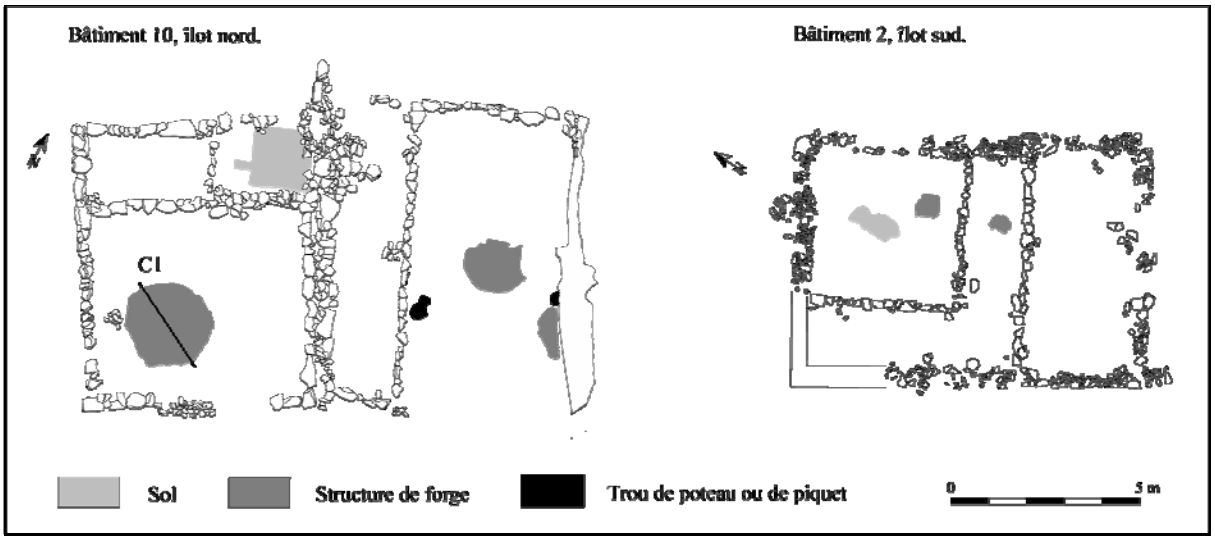


Fig. 228 : plan comparatif des bâtiments de forge de "La Grande Boissière" (Service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne).

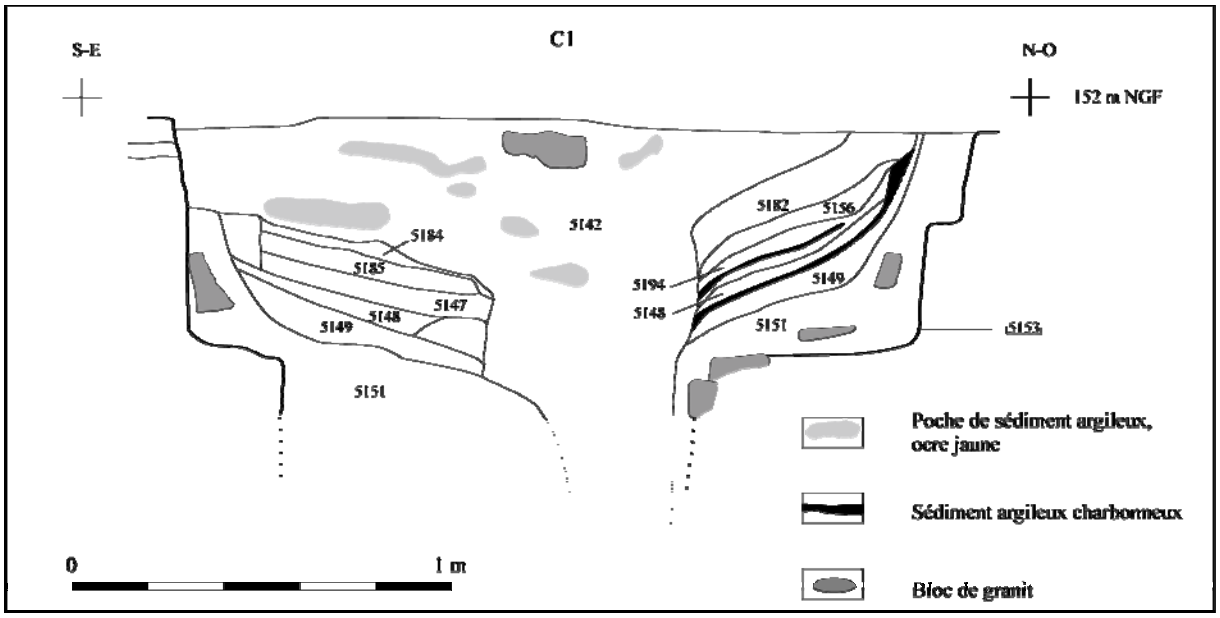


Fig. 229 : coupe de la fosse de la pièce carrée du bâtiment 10 de "La Grande Boissière". La lacune au centre est interprétée comme la place d'un billot d'enclume (BOCQUET *et al*. 2004 : 151, fig. 18).

Pour le bâtiment 2, situé dans l'îlot sud, le cas est moins évident (BOCQUET *et al*. 2004 : 152-154). Toutefois, la découverte de battitures indique la présence d'une activité sidérurgique, notamment de post-réduction à proximité. Un foyer situé dans la pièce carrée marque une activité à forte température. Le fond de cette structure est constitué d'une brique de 60 cm de côté, fortement surcuite. L'enclume n'a pas été repérée pour cet atelier. Toutefois, le tamisage de prélèvements de sol de la pièce carrée a permis de mettre en évidence une concentration relative dans l'angle nord de la pièce (examens réalisés par K. Chuniaud). Ces indices et la comparaison avec le bâtiment 10 de l'îlot nord permettent aussi d'identifier ici aussi un atelier de forge. Enfin, pour l'unité sud, un troisième bâtiment a été localisé en bordure d'emprise (bâtiment 5). Sa fonction n'est pas clairement définie.

Les similitudes entre ces deux unités artisanales sont frappantes[120]. Constitués de bâtiments organisés autour d'une cour et d'un puits extérieurs, ces ensembles ne semblent pas s'intégrer au tissu urbain et ignorent le réseau de dessertes publiques, se coupant même de la rue par un mur, celui reliant les bâtiments 9 et 10. Ils semblent fonctionner de manière autonome. La chronologie de ces groupes semble être la même : apparues après la phase de remblaiement, ces installations sont datables de la fin du Ier s. ap. J.-C. Dans le bâtiment 10, les niveaux associés aux activités de forge semblent indiquer une activité continue jusqu'à la fin du IIe s. Dans le bâtiment 2, après une première activité tournée vers un art du feu indéterminé, il semble que c'est également la forge qui domine, mais on ne peut fixer de chronologie précise à cette activité. Je reviendrai sur les questions que posent ces similitudes (cf. 11.3.1.3).

11.3.1.2. La fouille du "Taillis des Boissières"

La fouille du "Taillis des Boissières" a concerné la zone immédiatement au nord de celle évoquée ci-dessus : elle en constitue donc la suite logique. Je me référerai ici aux rapports d'opération (BOCQUET 1998 ; 2001 ; 2002b ; 2003 ; 2004).

Contrairement à la fouille de la parcelle située au sud, les 1000 m² dégagés dans la réserve archéologique ont fait l'objet d'une fouille exhaustive et ce jusqu'au substrat géologique. Le but n'est pas de présenter ici l'ensemble des résultats de cette fouille et je m'attacherai seulement à ce qui concerne la sidérurgie. Comme pour la fouille voisine, les plus anciennes traces d'activités métallurgiques remontent à la période 40/70 et se caractérisent par la présence erratique de scories et de battitures dans les remblais ou dans des comblements de structures en creux. Ainsi, plusieurs niveaux d'occupation associés ont livré plus de 236 kg de scories coulées, 82 kg de scories rouillées et 48 kg de paroi de foyer (BOCQUET 2001 : 7). On retrouve notamment ces résidus dans les premiers niveaux du bâtiment 5, datés de 40-70 (BOCQUET 2002b : 8) mais également dans les tranchées de fondation du bâtiment 4, datables entre 40/70 et 50/120 (*id.* : 11). De nombreuses structures sidérurgiques ont été identifiées dès le début de cette période dans le secteur nord-ouest de la fouille et cette activité semble rester intensive tout au long de l'occupation du site jusqu'à la fin du IIe s. Lors de la mise en place du réseau viaire, dans le dernier tiers du Ier s. ap. J.-C., les scories de forge sont suffisamment abondantes pour avoir servi dans les premiers niveaux de construction de la rue G (BOCQUET 2001 : 15). Au sud de la zone fouillée, le bâtiment 1 est lui aussi lié à la métallurgie du fer. On note dans ce dernier de nombreux niveaux de scories et de battitures durant les occupations du Ier au IIIe s. (*id.* : 22). Un foyer de forge très arasé, dont n'étaient conservés que quelques centimètres de profondeur, a été mis au jour dans ce secteur en juillet 2004. Son comblement, prélevé systématiquement, a livré plusieurs centaines de grammes de battitures lamellaires, indiquant un travail à basse température (US 8134). L'omniprésence des déchets sidérurgiques complique nettement la compréhension des structures. En effet, la réutilisation de ces résidus et leur rejet systématique en dehors des lieux de travail ne permettent pas toujours d'identifier ces derniers. Les déchets sidérurgiques sont présents dans de très nombreux niveaux ou structures sans qu'on puisse les rattacher à cette activité. Le tableau de comptage fourni en annexe 6 en donne une liste suggestive. Je

[120] Voir plan général de la fouille fourni à la figure 17, p. 107.

me suis attaché à l'étude d'un niveau de sol qui présentait de nombreux vestiges sidérurgiques et qu'on peut interpréter comme celui d'un atelier (US 7211 du bâtiment 4).

Le bâtiment 4 est situé dans l'angle nord-ouest de l'emprise de la fouille du "Taillis des Boissières" (voir plan de la fouille dans l'état de la première moitié du IIe s. : fig. 17, p. 107). Il est bordé au nord par une rue et à l'ouest par une ruelle qui le sépare d'une zone artisanale (zone nord-ouest). Le bâtiment 4 semble avoir été construit dans la première moitié du IIe s. (BOCQUET 2001 : 25). Il est matérialisé par quatre solins et occupe une surface de 96 m² (8 x 12 m). Cette aire est subdivisée par deux solins définissant une pièce carrée de 4 x 4 m dans l'angle sud-ouest. Contrairement aux bâtiments de forge de la fouille de "La Grande Boissière", aucun autre solin n'a été mis en évidence à l'intérieur du bâtiment et l'interprétation d'une plateforme planchéiée est donc plus délicate. On peut à titre d'hypothèse, envisager l'existence d'une pièce fermée. C'est dans cette aire qu'a été prélevé, par carrés de 50 cm de côté environ, un niveau de sol contenant de nombreux résidus sidérurgiques, dont des battitures. Cette US, numérotée 7211, correspond sans aucun doute à un niveau de sol associé à un atelier de forge fonctionnant dans la première moitié du IIe s.

Les échantillons prélevés lors de la fouille de l'US 7211 (en 2002) n'ont malheureusement pas tous été conservés. En revanche, certains carrés ont fait l'objet de deux prélèvements distincts. Sur le quadrillage établi sur le terrain, comptant 49 cases, il nous manque quatorze sacs. Les prélèvements ont été numérotés selon une grille de A1 à G7, avec les lettres en ordonnées et les chiffres en abscisses. Chacun d'eux fait environ 1,5 litres. Pour les échantillons conservés, j'ai réalisé le tamisage à l'eau de 20 ml de chaque échantillon. Ce volume a préalablement été pesé à sec. Le tamisage a été effectué dans une colonne de deux tamis, l'un d'une maille de 2 mm et l'autre de 0,5 mm. Les refus de tamis, une fois séchés, ont été étalés et soumis à dix passages d'un aimant, ce qui a permis de récolter l'ensemble des éléments magnétiques constitués majoritairement de battitures (cf. 11.3.2.3). Le poids d'éléments recueillis a été reporté en densité par rapport à l'échantillon initial, en gramme par kilogramme de sédiment. C'est cette valeur qui a servi à établir une carte de densité de ces vestiges (fig. 230). Malgré les lacunes occasionnées par la perte de certains prélèvements, on perçoit nettement une concentration des résidus dans l'angle sud-est de la pièce. On peut donc en déduire la présence ici de l'enclume, au pied de laquelle tombent naturellement plus de battitures qu'ailleurs.

On peut souligner la forte ressemblance du bâtiment 4 du "Taillis des Boissières" avec les édifices 2 et 9 de "La Grande Boissière". S'ils diffèrent légèrement quant à leur chronologie d'installation, leurs surfaces sont proches et la présence d'une pièce ou d'un espace carré, de module équivalent pour les trois cas, est récurrente. Dans les trois cas également, l'enclume peut être localisée dans l'angle de la petite aire carrée de ces bâtiments : tout ceci semble indiquer l'existence d'une sorte d'"atelier-type".

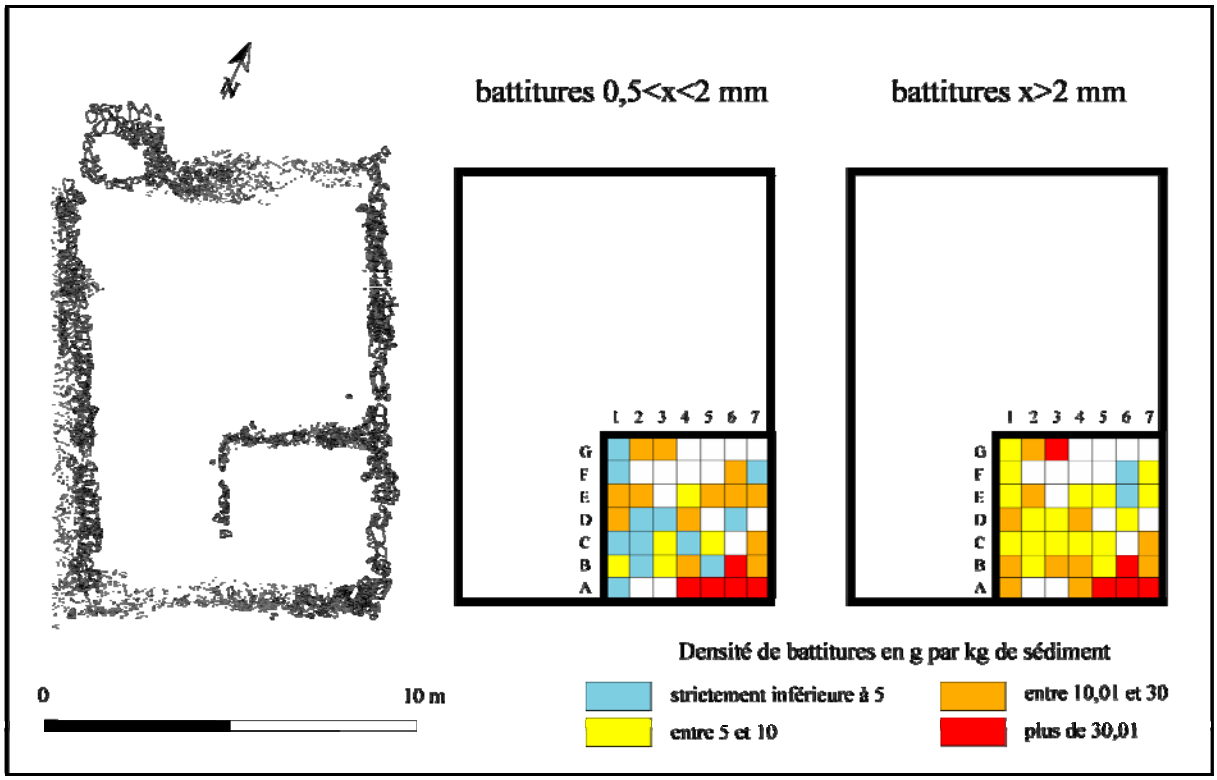


Fig. 230 : plan du bâtiment 4 (ici uniquement les solins) et schémas montrant la répartition des densités d'éléments magnétiques (essentiellement des battitures) issus du tamisage à l'eau des prélèvement par maille de l'US 7211. On voit assez nettement une concentration de battitures dans l'angle sud-est de la pièce indiquant la place de l'enclume. N. B. : les cases restées blanches correspondent aux prélèvements perdus.

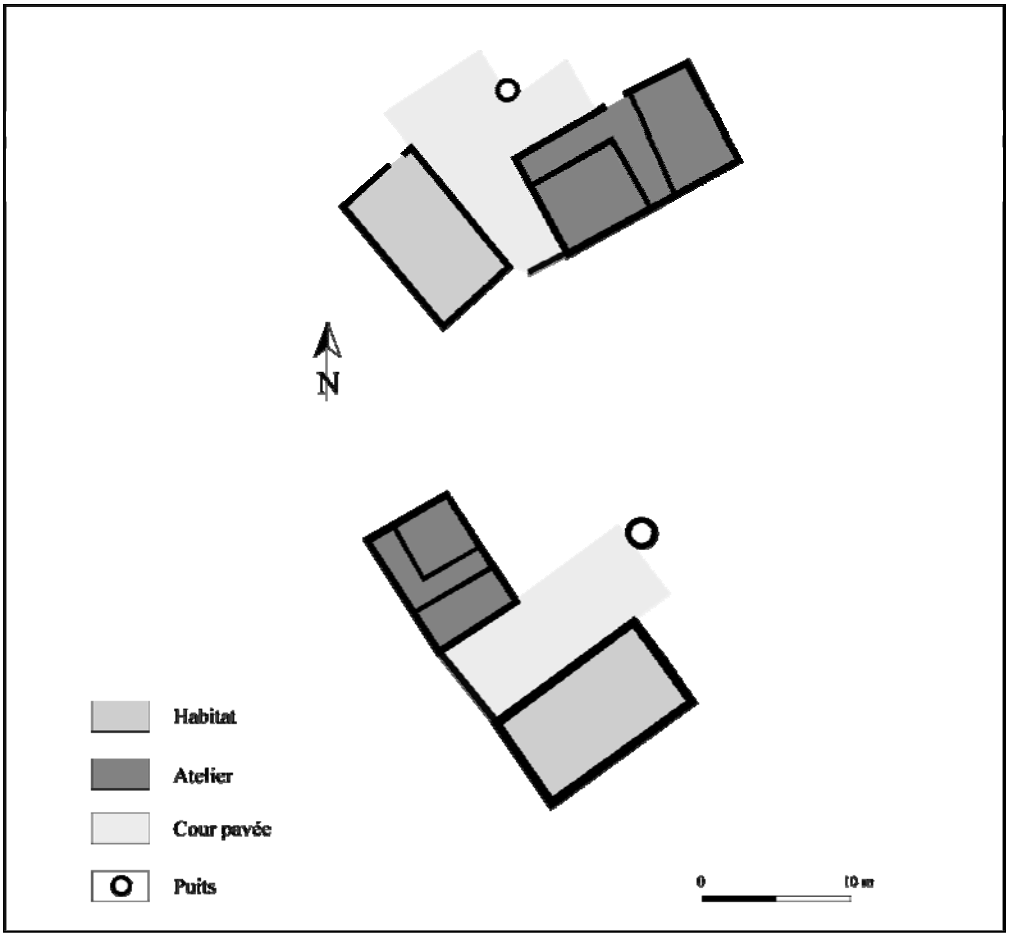


Fig. 231 : proposition de modélisation des unités artisanales alliant habitat et ateliers de post-réduction de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains (d'après BOCQUET 2002 : pl. 6).

11.3.1.3. La question du "modèle"

Les analogies entre les bâtiments de "La Grande Boissière" ont amené A. Bocquet à proposer une modélisation des ensembles des îlots nord et sud (BOCQUET 2002a : 168 et pl. 6 ; *et al.* 2004 : 156 et fig. 22) (fig. 231). On voit sur cette schématisation que les deux unités, organisées de la même manière, semblent répondre à un modèle commun. Toutefois, il est difficile de dire si celui-ci est le fruit d'un mimétisme entre deux installations contemporaines vouées à la même fonction, ou à un cadre plus spécifique et plus général, imposé ou choisi.

Il est de toute façon délicat d'établir une règle à partir de ces deux seuls exemples. On peut toutefois souligner que l'installation du foyer de forge et de l'enclume associée dans l'angle d'une pièce fermée semble répondre à un critère technique. En effet, comme on l'a déjà signalé, la pénombre est nécessaire pour apprécier la couleur du métal chauffé et, par là, sa température. En outre, un milieu clos sans courant d'air trop violent, permet une meilleure maîtrise de la combustion du charbon et donc de la montée en température. Comme on l'a vu, le solin qui sépare cette pièce, l'atelier proprement dit, du dernier tiers du bâtiment pourrait être le témoignage d'une aire de stockage servant probablement à la conservation du combustible à l'abri de l'humidité du sol mais également les produits semi-finis ou finis, comme cela semble être le cas à Autun. En fait, plus qu'à un "modèle", le plan des bâtiments de forge de Jublains répond plus vraisemblablement aux contraintes des travaux de post-réduction.

Il n'en va pas de même de l'association avec l'habitat, telle qu'elle se présente dans les deux unités mises au jour lors de la fouille de "La Grande Boissière". En effet, on ne peut invoquer de raisons techniques au regroupement dans un système clos d'un habitat et d'un atelier qui lui semble attaché. C'est en cela que le "modèle" de Jublains – si l'en existe un – est original : c'est l'appariement d'un bâtiment résidentiel et d'un bâtiment à vocation artisanale, amenant à la constitution de véritables unités artisanales, installées à la marge et non intégrées dans la trame urbaine qui les environne. En se coupant du réseau viaire, les artisans s'isolent aussi du passage du public et de leur éventuelle clientèle. Comment se passe, dans ce cas, la commercialisation des biens produits par ces officines, dont le volume de déchets laisse supposer une forte activité ? C'est ici plus certainement sur des critères sociaux que doivent être recherchées les raisons de cette forme particulière d'organisation de l'espace artisanal. Cela correspond-il à un rejet des activités artisanales par la communauté ou, au contraire, à une exclusion volontaire de la part des artisans de la population urbaine qui les entoure. Et si c'est le deuxième cas, pourquoi ? S'agit-il d'ateliers non voués au commerce mais seulement à des activités statutaires, telles qu'elles ont été définies plus haut, c'est-à-dire installées à l'initiative du pouvoir politique (cf. 2.3.3.1) ? Cette explication aurait le mérite de justifier la relative standardisation de construction et la concentration des activités dans un secteur laissé en marge de l'urbanisme de la capitale. Malheureusement, aucun autre indice archéologique ou historique ne permet d'étayer cette vision des choses. Bien au contraire, la multiplicité des tâches accomplies dans ce secteur (travail du verre, du cuir, de l'os) – et peut-être d'autres qui nous échappent, comme le travail du bois ou du tissu – semble indiquer une certaine pluralité des activités qui ne correspond guère à une spécialisation imposée.

11.3.2. Les résidus de post-réduction

11.3.2.1. Quantification des déchets

On l'a vu, la quantification des déchets de post-réduction à l'échelle de la ville de *Noviodunum* reste totalement impossible. Même celle des résidus mis au jour sur la fouille du "Taillis des Boissières", pour laquelle on dispose de données chiffrées, se heurte à plusieurs difficultés. La première est d'évaluer la qualité des déchets rejetés. En effet, sur les 141 kg de scories rouillées recueillies, n'a été conservés qu'un peu plus de 88 kg, dont 53 kg de culots complets ou quasi complets, pour 51 pièces. Les autres éléments sont des fragments de scories de post-réduction. Il est symptomatique que la plupart de ces déchets proviennent des niveaux de voiries (trottoirs) de la rue G qui borde la fouille à l'est. Il ne serait pas étonnant que la majeure partie des déchets produits par les forges de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" ait servi à l'empierrement des voies. Il paraît donc évident que les déchets réunis ne sont pas représentatifs de la quantité de résidus réellement issus des activités de forges de ces unités artisanales.

D'ailleurs, la masse de scories de post-réduction mises au jour est relativement modeste si l'on tient compte de la durée d'occupation. Un atelier de forge actif pendant plusieurs décennies aurait dû produire plusieurs tonnes de déchets. Par exemple, sur le site de Châbles, dans le canton de Fribourg (Suisse), ce sont près de 700 kg de déchets sidérurgiques qui ont été découverts pour un atelier somme toute modeste qui avait pour fonction de réparer les outils des tailleurs de pierre d'une carrière proche et ce pour une durée d'un peu plus de 50 ans (la forge est créée à la fin du Ier s. et abandonnée dans la deuxième moitié du IIe s. : ANDERSON *et al.* : 2004 : 146). De même, la forge d'époque romaine découverte au lieu-dit "Les Ripes" à Étagnières, dans le canton de Vaud, toujours en Suisse, a livré plus de 1,2 tonnes de déchets sidérurgiques (PERRET 2002 : 35). Toutefois, ces deux sites sont en milieu rural, le second pouvant être lié à la *pars rustica* d'une *villa* dont la partie résidentielle est située à 300 m (*ibid.*). Les sites livrant le plus de déchets sont d'ailleurs couramment des installations agricoles (par exemple pour la *villa* de Biberist-Spitalhof : SCHUCANY 2006 : 263 *sqq.* ; voir comparatif fourni dans PERRET 2002 : chap. 7). Le cas est nettement différent en milieu urbain : à Autun, la fouille du "Lycée Militaire" n'a livré que 72 kg de scories pour huit ateliers (CHARDRON-PICAULT, PERNOT 1999 : 203). Il en va de même à Avenches, où les fouilles au lieu-dit "En Selley" n'ont livré que 9 kg de déchets liés à la métallurgie du fer (SERNEELS, WOLF 1999 : 112-114). Si l'on se place dans cette perspective, les 141 kg de scories de post-réduction découverts au "Taillis des Boissières" (ne prenant pas en compte le poids de battitures, qui, on le verra, devait être très important) placent cette agglomération parmi celles ayant fourni les quantités les plus importantes de déchets sidérurgiques. L'évacuation très probable des résidus en dehors de la zone d'habitat nous prive d'une estimation précise de la quantité de déchets produits. En revanche, les artisans n'ont pu se débarrasser de toutes les battitures. Ces petites écailles d'oxydes de fer ont été entraînées dans plusieurs structures en creux, fosses et fossés, peut-être par les eaux pluviales. On constate ainsi par endroits, notamment dans le secteur nord-ouest, celui du bâtiment 4, des encroûtements de battitures pouvant atteindre plusieurs centimètres. Parmi les scories conservées ont été reconnus des amas de battitures soudées par l'oxydation pesant plusieurs centaines de grammes. Plus que le poids de scories,

c'est bien ces déchets millimétriques qui indiquent l'activité intensive des ateliers de forge. Il est impossible de chiffrer leur quantité totale sur le site mais elles restent le meilleur indicateur de l'importance de l'activité sidérurgique de ce secteur.

11.3.2.2. Les culots de forges

- Description

Comme on vient de le voir, 51 éléments ont été identifiés comme des fragments plus ou moins complets de culots de post-réduction. Parmi eux, 35 semblent être entiers. Leur poids oscille entre 202 et 1 860 g, pour une moyenne proche d'un kilogramme (1 031 g) (fig 232). Il s'agit donc plutôt de grosses pièces, par comparaison avec d'autres sites de post-réduction. Toutefois, on ne peut savoir dans quelle mesure ces chiffres sont représentatifs de la réalité. Il est en effet fort possible que seuls les plus gros culots aient été conservés, au détriment des plus petits spécimens.

Il paraît peu probable que la partie de l'échantillon qui nous est parvenue reflète la distribution originale des différentes formes représentées. Malgré cette perte, on peut souligner la présence de gros culots. Par comparaison, sur les 741 culots étudiés pour le site de Châbles, la moyenne de poids est voisine de 350 g et les valeurs supérieures à 1 kg sont considérées comme exceptionnelles (V. Serneels *in* ANDERSON *et al.* : 2004 : 161 et 164). De même, à Étagnières, près du tiers des calottes pèse entre 50 et 100 g et le poids moyen est de 187 g (n = 1873 ; PERRET 2002 : 47-48). Les culots de plus de 500 g sont ici très rares (*ibid*.).

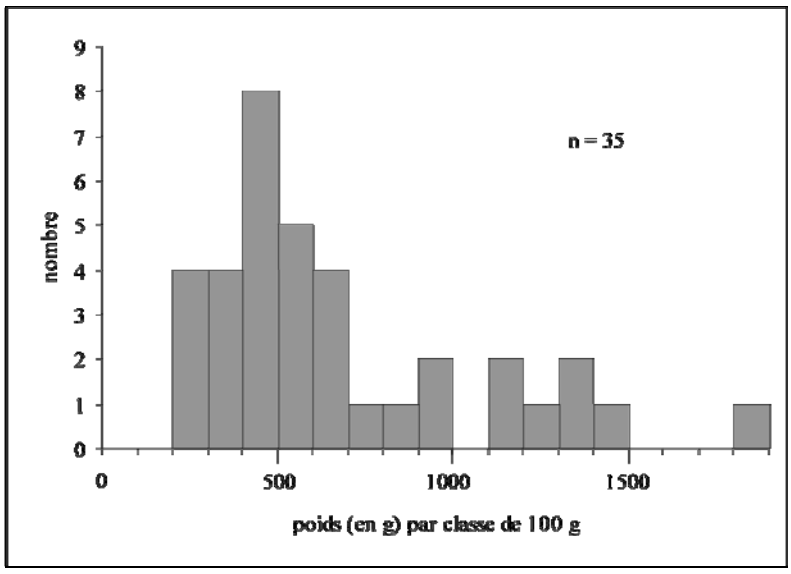


Fig. 232 : histogramme des poids des culots de forge complets répartis par classe de 100 g.

Les culots de Jublains présentent des morphologies assez variées. On ne peut toutefois pas définir de réels groupes sur un échantillon aussi faible et donc peu représentatif. C'est pourquoi aucune approche métrologique de ces déchets n'a été tentée. Je ne précise donc que quelques traits. Ils

présentent parfois une partie vitrifiée en surface et des arrachements de la paroi du foyer sur le bord et/ou sur la partie inférieure (argile cuite ou arène granitique). En ce qui concerne la forme, certains culots sont plus ou moins hémisphériques et d'autres ovales. Ils sont généralement très peu magnétiques.

- Examens métallographiques

Pour permettre une meilleure compréhension des tâches réalisées dans les forges du secteur artisanal de Jublains, trois culots de forges et une vingtaine de battitures ont fait l'objet d'examens métallographiques. Ces études, menées sous la direction de N. Dieudonné-Glad entre les locaux de l'université de Poitiers et ceux de l'ENSMA, paraissaient en effet indispensables. Malheureusement, peu de temps a pu être consacré à ces opérations, d'où un corpus très restreint et des interprétations encore limitées. La présentation de ces résultats s'inspire fortement des travaux de P. Fluzin, déjà mentionnés dans le paragraphe méthodologique (cf. 5.2.2.1), et plus particulièrement des publications faites sur la Bourgogne (MANGIN *et al*. 2000a et b) et la thèse récente de S. Bauvais (2007).

Les trois culots choisis proviennent de l'US 8082 de la fouille du "Taillis des Boissières", qui correspond à un niveau de bord de voie. Celui-ci a servi de rejet pour de nombreux déchets sidérurgiques. Ces spécimens ne présentent pas de particularité par rapport à l'échantillon dont on dispose. On peut supposer qu'ils sont représentatifs, même si le nombre de culots observés n'est certainement pas suffisant pour couvrir l'ensemble des pratiques de forge réalisées sur le site au cours des deux siècles d'occupation. Les spécimens sélectionnés dans cette US ont été numérotés 8082.1, 8082.3 et 8082.4. Ils pèsent respectivement 977 g, 622 g et 993 g. Il s'agit donc de culots assez gros. Les deux premiers sont grossièrement circulaires, avec un diamètre de 14 cm pour 8082.1 et de 10 cm pour 8082.3. Le dernier est de forme ovale (16 x 6 cm). Ils sont peu ou pas magnétiques. La présentation complète de l'examen métallographique est reportée en annexe 7.1.

L'interprétation générale de ces trois pièces est comparable. Les travaux à l'origine de la formation des culots de forges observés sont des opérations de forge d'élaboration. La possibilité d'une phase d'épuration sur le site n'est bien sûr pas exclue, mais les spécimens étudiés ne relèvent pas de ce cas. En revanche, on peut supposer que les forgerons de Jublains devaient effectuer des travaux variés. Dans certains cas, on ne constate pratiquement aucune perte de métal et la matrice du culot est homogène, probablement formée à l'état liquide et constituée à l'origine d'un bain siliceux riche en fer ayant cristallisé sous la forme de lattes plus ou moins massives de fayalite et de globules ou de dendrites de wüstite (cas de 8082.1, de la partie inférieure gauche de 8082.3 et de la partie inférieure de 8082.4). Ceci indique des phases de travail assez longues et homogènes à assez haute température. Il existe toutefois des phases de travail réalisées à plus haute température, entraînant des pertes métalliques plus importantes : la projection de battitures globulaires dans le foyer mais aussi la chute de fragments argilo-sableux révélant l'emploi d'un décapant (exemple de la partie supérieure droite de 8082.3). À l'opposé, il semble également exister des cycles de travail presque "à froid", phase pendant laquelle la scorie reste à l'état pâteux, ce qui se manifeste par la présence de grandes porosités aux angles aigus et par la préservation de battitures lamellaires en surface du culot (partie supérieure de 8082.4). L'enchaînement de ces tâches ne semble pas se faire par des arrêts nets ; les

travaux de nature différente ont pu se faire les uns à la suite des autres, ou après un court arrêt (refroidissement) (absence de limite entre les deux parties de 8082.3 et partie supérieure non fondue de 8082.4).

- Conclusion partielle

Les culots se forment par accumulation de divers matériaux au fond du foyer de forge : : paroi, combustible, mais également chutes métalliques, battitures et d'éventuels ajouts de forge (décapant). La plupart de ces calottes montre un refroidissement en une seule étape, même si les opérations qui se sont succédé ont pu laisser des vestiges différents (cas de 8082.3). On peut donc supposer que chaque culot correspond à une phase de travail, de l'allumage à l'extinction du foyer. La durée de cette opération est inconnue mais elle ne peut raisonnablement pas dépasser 8 à 12 h, soit une journée pleine. La taille de la calotte n'est pas proportionnelle à la durée de travail, ni à la quantité de métal traité. Comme on l'a vu dans l'estimation de la quantité de métal travaillé par l'atelier de "Roche Brune", la perte en métal, donc la formation du culot, est très variable en fonction de la taille de la pièce travaillée, de la température de chauffe, du nombre et du rythme des frappes. On ne peut donc pas conclure au sujet de la quantité de métal mise en œuvre pour la formation de calottes de plus de 1500 g. Néanmoins, ceci implique l'accumulation d'une grande quantité de déchet. Celle-ci peut être expliquée soit par le travail d'objet de grand module, soit par un travail à haute température, avec des frappes et des chauffes répétées, associées éventuellement à des ajouts plus ou moins massifs de décapant.

Les trois culots étudiés par métallographie ne suffisent pas à asseoir des conclusions fermes sur les activités réalisées dans les ateliers de forge de la capitale diablinte, mais on peut toutefois souligner quelques traits. On ne peut pas attester d'une phase d'épuration de masse de fer brut dans la ville. Ceci conforte l'hypothèse de l'absence d'atelier de réduction en milieu urbain et incite à penser que le métal devait arriver en ville sous forme de semi-produits déjà élaborés (barres). En outre, l'étude des trois culots suggère un travail non standardisé, ce qui avait déjà été observé pour des forges urbaines à Avenches (SERNEELS, WOLF 1999 : 114). Les opérations réalisées dans les ateliers du "Taillis des Bosisières" sont variées, de la forge à froid à la soudure, et peuvent semble-t-il être effectuées les unes à la suite des autres, sans arrêt réel de la forge, en tout cas sans curage du foyer. Les données sont maigres ou trop lacunaires pour répondre de manière définitive à l'intensité de travail ou à la quantité de métal traité. On peut toutefois souligner que la présence de culots relativement importants par rapports à ceux trouvés dans les forges romaines en Europe indique des phases de travail longues ou le traitement de pièces assez volumineuses.

11.3.2.3. Les battitures

- Approche quantitative

Les investigations ont été poussées pour quelques-uns des prélèvements de la pièce carrée du bâtiment 4 de la fouille du "Taillis des Boissières" (US 7211). Les sacs de sédiments des carrés de la grille les plus riches en résidus magnétiques ont été tamisés à l'eau dans leur intégralité. Il s'agit des carrés A4 à A7 et B5 à B7. Comme pour la première phase, des tamis de maille 0,5 et 2 mm ont été utilisés. Les refus de tamis ont été soumis à dix passages d'aimant. Les éléments magnétiques et non magnétiques supérieurs à 2 mm ont ensuite été triés sous binoculaire. Ceci a permis de distinguer et de quantifier les principaux faciès de battitures (lamellaires, globulaires, informes) en fonction qu'ils soient magnétiques ou non. En outre, les éléments d'argiles cuites, souvent magnétiques, ont été pris en compte. Le tableau de la figure 233 résume ces résultats.

Carré	Volume (en dl)	Magnétique (en g)					Non Magnétique (en g)			
		Battitures lamellaires	*Battitures globullaires*	*Sc.& Bat. Informes*	*Argile cuite*	*Total*	*Battitures lamellaires*	*Battitures globullaires*	*Sc.& Bat. Informes*	*Total*
A4	9	4,7	0,6	9,6	0,2	16	/	/	38,1	46
A5	10	12,9	1,1	17,4	0,4	33	/	0,2	54,2	64
A6	10	14,2	1,5	21,1	0,7	38	0,3	3,8	52,6	56
A7	10	8,9	0,9	16,5	0,5	27	/	1,6	80,1	82
B5	10	0,8	0,2	4,5	0,1	7	/	0,1	21,7	30
B6	9	7,4	1,8	9,9	0,2	21	/	1,5	76	68
B7	9	5	0,7	5,6	0,3	13	/	0,2	46,3	46

Fig. 233 : tableau récapitulatif du pesage systématique des battitures et autres micro-déchets supérieurs à 2 mm provenant de sept échantillons du sol de la forge du bâtiment 4 du "Taillis des Boissières" à Jublains (US 7211).

Il faut souligner que la quantité de déchets sidérurgiques identifiés, de taille supérieure à 2 mm, est relativement modeste. Elle est comprise entre 27 et 108 g par litre de sédiments. On remarque toutefois que, si l'US 7211 n'a pas livré de scories rouillées d'après le tri effectué en post-fouille, elle a fourni des scories coulées, probablement majoritairement de fines coulures vu le poids moyen des déchets enregistrés (12,8 g) (annexe 6). Il s'agit en tout de 3 kg de déchets supplémentaires qui n'apparaissent pas dans ce tableau.

Ce premier tri permet surtout de mettre en évidence qu'une part importante des micro-déchets trouvés dans les sols de forge n'est pas magnétique et échappe donc au tri traditionnel à l'aimant. Il s'agit majoritairement de petites coulures ou de gouttelettes de scories argilo-sableuses adhérentes à la paroi. Dans le même ordre d'idée, une proportion non négligeable des battitures globulaires (ce terme recouvrant les scories en bille – majoritaires dans cette catégorie – mais également des battitures en gouttelettes) n'est pas attirée par l'aimant. En revanche, l'écrasante majorité des battitures lamellaires est, quant à elle, magnétique.

Les scories et battitures dites "informes" sont souvent plus volumineuses que les autres et présentent couramment un aspect coulé. Il s'agit très souvent de fragments de scories argilo-sableuses ou de billes siliceuses dont le diamètre peut atteindre 1 cm. Elles sont le plus souvent non magnétiques et ont été, dans le cas de l'US 7211, majoritairement collectées à vue lors de la fouille et n'apparaissent donc pas dans les prélèvements. Ce type de déchets peut être produit dans un foyer de forge fonctionnant à haute température, mais il ne présente pas de morphologie uniforme.

- Approche morphologique

Si l'on s'intéresse aux proportions relatives de ces éléments entre eux – et les scories, généralement plus grosses – on s'aperçoit que, dans l'échantillon dont on dispose, les battitures lamellaires dominent. Elles sont toujours deux à trois fois plus abondantes en masse que les battitures globulaires. La thèse de J.-C. Leblanc a démontré, grâce à des expérimentations, qu'en fonction de la température de travail et du type d'opération réalisée (forge à froid, soudure, épuration *etc*.), la morphologie des battitures change et la proportion entre les différents faciès n'est pas la même (LEBLANC 2001 ; 2002).

Malheureusement, cette approche morphologique et quantitative, fondée sur de trop rares expérimentations, est très délicate à appliquer sur un niveau de sol archéologique. En effet, celui-ci est formé de l'accumulation de micro-déchets issus de plusieurs opérations successives. Contrairement aux culots de forge, un niveau de sol ne correspond donc pas à une phase de travail unique et limitée dans le temps mais, au contraire, à plusieurs jours, voire à des mois, pendant lesquels le forgeron a pu pratiquer des opérations très variées. C'est sans doute le cas à Jublains. L'application dans ce cas d'une approche statistique fondée sur la morphologie des déchets suivant le tableau établi par J.-C. Leblanc n'aurait que peu de sens.

On peut toutefois tirer du tableau de J.-C. Leblanc des informations intéressantes pour notre cas : la première est qu'on ne possède apparemment pas à Jublains de battitures dites "granulaires" caractéristiques, selon J.-C. Leblanc, de phase d'épuration : ceci s'accorde avec les conclusions obtenues à partir de l'observation des trois culots de forge étudiés ci-dessus. En revanche, ce dernier auteur indique que la production de battitures globulaires ne démarre qu'à partir de 1250°C et semble être assez caractéristique d'opérations de soudure et d'épuration. Enfin, pour les battitures lamellaires, on possède, dans les sept prélèvements étudiés, la majorité des classes définies : des battitures en feuillet (épaisseur inférieure à 0,5 mm, cas de A5PL5 par exemple, cf. annexe 7.2) qui indiqueraient un travail à une température inférieure 650 °C, jusqu'aux "battitures épaisses à porosités vacuolaires" (cas de A6PE1 et A6PE2, cf. annexe 7.2) qui relèveraient de la soudure de grande pièce.

Enfin, on peut s'intéresser à un dernier aspect morphologique : la taille. Les dimensions des battitures lamellaires, qui se décollent de la surface du métal, peuvent dans certains cas apporter des informations sur le gabarit des objets travaillés. Cette démarche est bien sûr délicate, car ces fines pellicules d'oxyde de fer sont fragiles et sont le plus souvent soumises au piétinement, qui entraîne une très forte fragmentation. Toutefois, la conservation dans le sol de forge 7211 d'individus dépassant le centimètre de côté (exemple de battitures plates parmi les spécimens ayant fait l'objet

d'examens métallographiques, cf. annexe 7.2) peut être interprétée comme un indice du travail de pièces de fer assez importantes, en tout cas plus grandes que celles nécessaires à la fabrication de très petits objets tels que des clous de chaussures.

- Examens métallographiques

L'étude métallographique de quelques battitures du sol de forge du "Taillis des Boissières" s'inscrit dans la lignée de celles de l'atelier gallo-romain de Nailly (Yonne), dont les principaux résultats méthodologiques ont été présentés plus haut (DUNIKOWSKI *et al.* 1996) (cf. 5.2.2.1). Elle ne vise pas à donner une nouvelle approche de la question mais, au mieux, à compléter ce référentiel, au pire, à l'illustrer. C'est pourquoi je reprends ici les faciès définis par C. Dunikowski et ses collaborateurs dans l'article concernant Nailly.

21 battitures de Jublains ont fait l'objet d'examens métallographiques. Leur description et le détail des examens micrographiques sont reportés en annexe 7.2. Elles relèvent de morphologies variées. Ont été distingués les faciès suivants :

- battitures plates lamellaires (abrégé PL) avec une face lisse et l'autre plus ou moins crevassée (7 individus),

- battitures plates boursouflées (PB), qui présentent une surface plate plus ou moins crevassée et une fasse lisse boursouflée (3),

- battitures plates épaisses (PE) (2),

- battitures en forme de flaque (BF) (1),

- battitures globulaires magnétiques (BM) (4),

- battitures globulaires non magnétiques (BNM) (4).

Le nombre d'individus choisis pour chaque catégorie est approximativement proportionnel à l'abondance de chaque faciès.

Le tableau ci-dessous confronte les différentes catégories morphologiques distinguées dans le petit échantillonnage provenant de Jublains avec les faciès définis à la suite de l'étude de l'atelier de Nailly (fig. 234). Ces faciès ont été présentés dans le chapitre 5 (cf. 5.2.2.1).

		Faciès dominant		
		faciès 1	faciès 2	faciès 3
Battitures plates	A5PL1			
	A5PL2			
	A5PL3			
	A5PL4			
	A5PL5			
	A5PL6			
	A6PL1			
Battitures plates boursouflées	A5PB1			
	A5PB2			
	A6PB3			
Battiture plate épaisse	A6PE1			
	A6PE2			
Battiture en flaque	A6PF1			
Battiures en bille magnétiques	A6BM1			
	A6BM3			
	B6BM2			
	B6BM3			
Battitures en bille non magnétiques	A7BNM1			
	A7BNM2			
	B6BNM1			
	B6BNM2			

Fig. 234 : tableau confrontant la morphologie avec le faciès micrographique définie à la suite de l'étude de l'atelier de Nailly (Yonne).

On voit que l'ensemble des battitures plates relève du faciès 1, c'est-à-dire qu'elles sont constituées uniquement de magnétite et qu'elles proviennent du décrochement de l'oxyde de la pièce métallique au cours de la frappe. C'est également le cas des battitures dont une face est boursouflée, à l'exception d'A5PB2, qui présente la surface la plus accidentée et qui est constituée uniquement de verre, avec des lattes de fayalite et des dendrites de wüstite. En revanche, les battitures plates épaisses et en flaque (aux bords déchiquetés) conservent la trace d'ajout siliceux ayant amené à la formation d'une couche plus ou moins pâteuse à la surface de l'objet, mais non encore à une phase liquide. Au contraire, les battitures globulaires correspondent toutes à un passage à l'état liquide d'un bain siliceux riche en fer. En général, les battitures de cette forme sont composées d'une structure pavimenteuse de magnétite, qui justifie le fait qu'elles soient magnétiques. Le spécimen A6BM3 constitue une exception à cette règle. En effet, il est magnétique et pourtant, sur la section dont on dispose, on ne voit aucune trace de magnétite ou de métal justifiant qu'il ait adhéré à l'aimant. Peut-être ces éléments se situent-ils à un autre point de la battiture. Les battitures globulaires non magnétiques sont quant à elles toutes composées de verre siliceux dans lequel des lattes de fayalite ou des dendrites de wüstite sont plus ou moins développées. Dans cette matrice, on note parfois la présence de billes micrométriques de métal ou d'hématite expulsées en même temps que le liquide formé par l'oxyde et le décapant.

- Conclusion partielle

D'un point de vue morphologique, et si l'on se fie aux résultats obtenus par J.-C. Leblanc, on peut donc estimer que l'assemblage de battitures présent dans l'angle de la pièce carrée du bâtiment 4 est le fruit de travaux variés, allant du travail à froid à la soudure de grandes pièces, ce qui va dans le

même sens que les observations réalisées sur les culots : il n'y a semble-t-il pas ici de spécialisation dans un type spécifique d'opération de forge.

Les observations micrographiques confirment ces premières interprétations : les battitures observées sont issues de plusieurs types de travaux de forge d'élaboration différents. Les battitures lamellaires entièrement composées de magnétite correspondent à des travaux sur des objets dont le forgeron n'a pas jugé utile de protéger le métal de l'oxydation (réparation, forge "à froid", élaboration de petits objets ?). En revanche, l'existence de battitures montrant l'usage d'un décapant siliceux non totalement liquéfié pourrait indiquer l'utilisation d'enduit argilo-siliceux pour protéger les pièces. La présence de grains d'argile a déjà été notée dans les culots (cf. 11.3.2.2). Enfin, les battitures globulaires démontrent des phases de travail à haute température, avec parfois l'ajout massif de décapant entraînant la formation de gouttes ou de billes uniquement constituées de verre siliceux plus ou moins riche en fer. Ce type de pratique ne se justifie que pour le travail de pièces volumineuses dont on souhaite limiter les pertes, ou pour la soudure, les deux opérations pouvant se combiner.

La présence de lattes de fayalite bien développées dans certaines battitures pourrait être le témoignage du traitement de masse de fer contenant encore beaucoup d'impuretés issues de la phase de réduction (LEBLANC 2002). La pratique d'épuration sur le site ne peut donc être totalement exclue, même si on ne peut vraiment évaluer son importance.

Enfin, d'un point de vue méthodologique, le tamisage systématique de quelques prélèvements a démontré que plus de la moitié des micro-déchets présents dans les sols de forge ne sont pas magnétiques. Le tri à l'aimant, s'il indique indiscutablement la présence de battitures, n'est donc pas suffisant pour estimer la quantité et la nature de ce type de résidus et entraîne notamment la sous-représentation des battitures globulaires non magnétiques dont la formation semble liée à des travaux à haute température.

11.3.2.4. Les chutes métalliques

Parmi le mobilier métallique ferreux recueilli au cours des campagnes de fouilles sur le site du "Taillis des Boissières", quelques pièces ont été identifiées comme de possibles chutes de forge. Cinq d'entre elles ont fait l'objet d'examens métallographiques. Il s'agit d'objets provenant de trois US différentes : 6238, 6532, 6714.

L'examen détaillé de chaque pièce est renvoyé en annexe 7.4. L'ensemble des spécimens étudiés montrent une structure ferritique ou ferrito-perlitique, dont le taux de carbone n'excède pas 0,3 % (6532.5). On peut souligner que la plupart des sections montre la présence de corrosions et d'inclusions non métalliques. On constate dans plusieurs cas la coexistence de zones très bien épurées où ne se discerne plus aucune inclusion (partie inférieure de 6714.3.1), avec des zones où les vestiges des scories de réduction sont encore visibles (partie inférieure de 6832.10.1). En revanche, contrairement aux objets provenant du site de "Roche Brune" examinés plus haut (cf. 10.4.3.1), plusieurs des pièces de Jublains présentent des traces de travaux plus avancés. Ainsi, les alignements

d'inclusions de 6714.3.1 ou de 6235.10.1 suggèrent un écrasement et un probable martelage de la pièce. De même, 6238.10.2, qui semble être un objet élaboré, présente les traces d'au moins une, peut-être deux, soudures.

Enfin, il faut signaler la mise en évidence de structures fantômes sur la face polie de 6238.10.1. L'analyse de métal, réalisée par EDS couplée à un MEB, confirme la présence de phosphore dans le métal, à une teneur de 0,59 $\%_{pds}$ (cf. annexe 5.5). La question du phosphore dans le métal a déjà été développée dans le cadre de l'étude du site de "Roche Brune" (cf. 10.4.3.2). Le nouvel exemple fourni par le petit corpus réuni à Jublains confirme que la présence de phosphore dans le fer n'était pas rédhibitoire.

*
* *

L'étude de cinq objets provenant de la fouille du "Taillis des Boissières" montre l'emploi apparemment courant de métal peu carburé et encore riche en inclusions de scories. Ceci pourrait indiquer que le métal traité en ville est encore peu ou mal épuré, soit parce qu'il provient d'atelier d'épuration et n'a pas encore subi les ultimes phases du traitement, soit que les forgerons de Jublains se contentaient d'un métal de mauvaise qualité pour leurs travaux. Les spécimens étudiés sont probablement des chutes de forges (à l'exception peut-être de 6238.10.2) et ne présentent donc pas de travaux de mise en forme complexe (repli, trempe) : on ne peut donc pas en tirer de conclusion concernant les productions des ateliers du quartier.

11.3.3. Les autres vestiges mobiliers de la sidérurgie

11.3.3.1. *Une* currency bars *?*

Parmi les objets étudiés par T. Lejars provenant du sanctuaire de Jublains, l'un d'eux a été interprété hypothétiquement comme un "lingot" en fer (T. Lejars *in* NAVEAU 1997 : 212, objet 78.10.45). Cet objet provient des fouilles anciennes du temple, effectuées par F. Verger dans les années 1835-1840. On ne connaît donc pas son origine précise ; il appartient au musée de Laval et il est déposé dans les collections de Jublains.

Voici la description qu'en fait T. Lejars : "L'objet se présente sous la forme d'une longue barre effilée, aux bords relativement épais. La barre se prolonge par une longue tige torsadée, repliée sur elle-même, formant ainsi une sorte de "poignée". Celle-ci s'achève par une extrémité nettement arrondie." (*ibid.*). La barre mesure 31 cm de long sur une largeur maximale de 4,8 cm (fig. 235).

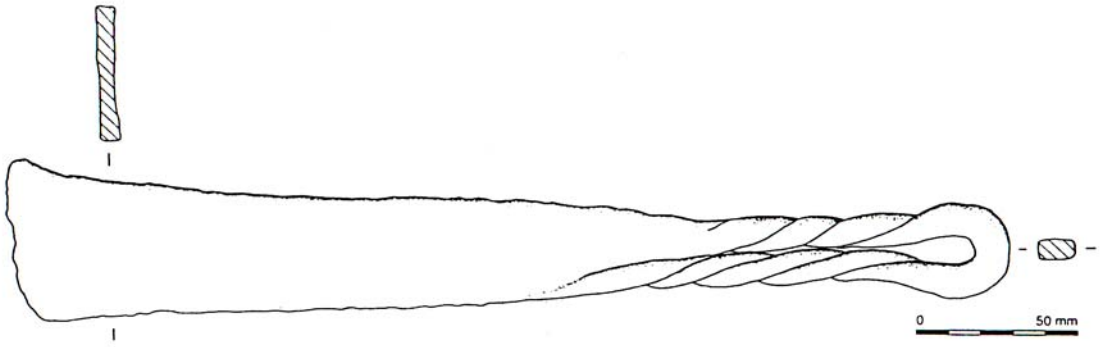


Fig. 235 : objet 78.10.45 issu des fouilles anciennes du temple de Jublains interprété probablement à tort comme un "lingot" de fer (d'après T. Lejars *in* NAVEAU 1997 : 211).

L'aspect général de la barre évoque une *currency bar*, forme de semi-produit courante en Angleterre durant le second Âge du Fer et le début de l'époque romaine (CREW 1994). Toutefois, la partie torsadée ne connaît apparemment pas de parallèle. L'extrémité des *curency bars* est généralement repliée et constitue une sorte de douille plus ou moins fermée, certaines prennent même la forme d'une soie mais jamais d'une torsade aussi travaillée. L'investissement de temps et la perte potentielle de métal que réclament la torsion et la soudure observées à Jublains ne correspondent pas pour moi à la confection d'un semi-produit. Il s'agirait plutôt d'un objet fini, peut-être destiné à être suspendu ou accroché.

11.3.3.2. Les éléments de ventilation

Les fouilles de "La Grande Boissière" et du "Lotissement de La Poste" ont permis de mettre au jour des fragments de blocs-tuyères qui se partagent en deux groupes :

- des blocs-tuyères à quatre trous[121], de grandes dimensions ;
- des blocs-tuyères à deux trous, plus petits.

La première catégorie n'est représentée que par deux exemplaires, tous les deux découverts lors de la fouille du "Lotissement de La Poste". L'un d'eux est presque complet (fig. 236) mais on ne possède du second que l'angle inférieur droit de la partie avant. Il s'agit de blocs relativement massifs dont la partie avant, celle qui se trouve dans le foyer, mesure plus de 15 x 12 cm. Elle est percée de quatre évents d'environ 2 cm de diamètre. On voit clairement que le bloc le plus complet est composé de deux parties : l'une parallélépipédique, d'environ 6 à 7 cm de large, et l'autre inclinée venant se rattacher avec un très léger angle incident. Cette partie est percée en son centre d'un conduit ovale d'environ 6 x 3 cm, qui se subdivise ensuite en quatre canaux divergents. La vitrification sur la face

[121] Les spécialistes de la métallurgie du fer parlent couramment de tuyères bifides, pour 2 canaux, ou quadrifides, pour 4. Comme me l'a fait remarquer A. Ferdière, ce terme est impropre car bifide signifie "qui est fendu ou se scinde en deux", ce qui peut s'appliquer au conduit mais pas à la tuyère en elle-même. Je n'utiliserai donc pas ce terme ici.

montre que cette tuyère a servi[122]. Le bourrelet visible sous les orifices des évents indique même qu'elle a en partie fondu. Je n'ai pas trouvé de parallèle à ces tuyères à 4 canaux de Jublains. Ses dimensions plaident pour son intégration dans un foyer de grande taille, peut-être pour le traitement de pièces de métal volumineuses. Les fortes températures qu'elles semblent avoir subies pourraient être cohérentes avec des travaux de soudures. Il est toutefois difficile de pousser plus loin les hypothèses.

Fig. 236 : tuyère à 4 canaux provenant de la fouille du "Lotissement de La Poste" à Jublains, datée de la période romaine (n° inventaire du dépôt J92 101.6.1).

La fouille de "La Grande Boissière" a livré 30 fragments de tuyères sur lesquels on peut percevoir le passage d'un ou deux canaux. Ces fragments présentent tous une forte homogénéité : l'argile utilisée semble être toujours la même, le diamètre des canaux à leur sortie oscille entre 20 et 28 mm et les proportions sont souvent les mêmes. On peut supposer une production relativement standardisée de ces objets qui étaient soumis, plus encore que le reste du foyer, aux effets de la chaleur et devaient être remplacés régulièrement.

[122] L'établiseement de l'orientation de l'objet lors de son fonctionnement n'est pas aisée. En effet, si l'on se fie à la vitrification sur la face avant, on peut penser que le bloc-tuyère est représenté ici à l'envers. Toutefois, la présence d'une partie encastrée orientée vers le haut visible sur les vues latérales incite à penser qu'il devait être poser dans ce sens.

Dans cinq cas, on peut être sûr qu'il s'agit de tuyère à deux canaux, mais il est très probable, vu l'homogénéité des dimensions observées, que ce type représente la majorité. Les quelques exemples assez bien préservés permettent de décrire des blocs parallélépipédiques d'environ 12 x 7 cm de côté pour une épaisseur conservée qui n'excède jamais 6 cm. Ils sont percés de deux canaux, le plus souvent divergents, éloignés de 4 à 5 cm (fig. 237). On ne possède en général que la partie de la tuyère qui était dans le foyer, la plus cuite, qui est en grande partie scorifiée ou vitrifiée en fonction de la température. On ne peut donc pas évaluer leur épaisseur d'origine.

Fig. 237 : deux exemples de tuyère à 2 trous : à gauche une vue de face d'un spécimen provenant de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains (n° inventaire dépôt J96 113.209.001), à droite la partie arrière fracturée d'une tuyère mis au jour à Jublains (N° J95 073.33.1).

11.3.3.3. L'enclume en fer du temple

- Le contexte de découverte

Une enclume en fer a été découverte lors de la fouille du sanctuaire de Jublains (1986-1991) voir NAVEAU 1997 : 115-202). Elle a fait l'objet d'une restauration par le laboratoire Arc'Antique de Nantes à partir de 2002 et n'a réintégré le musée de Jublains qu'en 2005[123].

Cette pièce exceptionnelle provient d'un important niveau de remblai entre les murs du péribole du sanctuaire, remblai qui précède la construction du temple (communication personnelle J. Naveau). Elle se trouvait à proximité de l'entrée du temple (à l'est), sur le côté nord. Elle est bien sûr ici en position secondaire, mais on peut préciser la datation du remblai qui l'enfermait : celui-ci est, selon J. Naveau, antérieur aux années 66-68 ap. J.-C., date de la fondation du temple estimée grâce à un dépôt monétaire (NAVEAU 1997 : 196-199). Le rejet de l'enclume ne semble pouvoir être postérieur à cette date.

Le contexte appelle tout de suite un commentaire. La découverte d'une pièce de métal dans un sanctuaire évoque naturellement un dépôt cultuel, d'autant plus que le symbolisme est ici double, puisqu'il s'agit à la fois d'un objet hors du commun (une enclume) mais aussi d'une grande quantité de métal (environ 60 à 80 kg). Cette interprétation n'est toutefois pas complètement satisfaisante car l'enclume ne se trouvait pas mêlée à d'autres offrandes mais dans un remblai. Il est bien sûr possible

[123] N° d'inventaire J92 074 039 001.

que ce bloc de métal ait été placé dans une fosse dont les limites n'ont pas été perçues à la fouille mais cela semble douteux. En outre, on ne peut pas évoquer la possibilité d'une cache, vu le contexte cultuel du lieu.

Quoi qu'il en soit, le rejet d'une telle quantité de métal paraît curieux. Le fait que l'enclume soit devenue non fonctionnelle (cf. ci-dessous) l'explique peut-être en partie, mais pourquoi ne pas avoir alors récupéré le métal pour d'autres usages ? On ne peut pas vraiment expliquer la présence de cette enclume dans le remblai du sanctuaire, ni savoir qu'elle était sa situation avant d'être rejetée ou déposée (quand a-t-elle été forgée ? Où ?).

- Description

Fig. 238 : enclume en fer découverte dans un niveau de remblai du sanctuaire de Jublains.

L'enclume débarrassée de la gangue de corrosion qui l'entourait se présente sous la forme d'un bloc de métal d'une seule pièce. Sa table de travail mesure 80 cm de long, 17,8 cm de large et 5 à 7 cm d'épaisseur. Elle est supportée sur environ un tiers de sa longueur par un pied massif légèrement décentré, conservé sur 15 à 20 cm de haut (sans compter l'épaisseur de la table) (fig. 238). L'ensemble n'est pas stable en raison d'une lacune due à la perte d'une partie du support (sur la partie gauche du cliché) dont on devine l'arrachement sur la partie inférieure de la table à environ 20 cm de la partie gauche et sur toute la partie inférieure gauche. Ce décrochement est sûrement dû à une fracture du bloc causée par une mauvaise homogénéité du métal.

La partie supérieure de la table est marquée, presque en son centre, par une dépression qui ne semble pas être l'emplacement d'un orifice volontaire mais plutôt celui du décrochement d'une partie du métal dû à la corrosion. En outre, celle-ci a entraîné la disparition complète des surfaces d'origine, nous privant ainsi d'éventuelles marques d'utilisation. On ne peut pas savoir exactement la nature de l'alliage utilisé (fer ou acier ?), ni le mode de fabrication de cet objet. Toutefois, le fait qu'une partie se soit détachée du socle indique qu'il est probablement constitué d'un assemblage de masses de métal

assez mal homogénéisées. La soudure de plusieurs blocs de métal pour obtenir un bloc de plus de 60 kg est une opération de forge exceptionnelle et délicate qui connaît peu de parallèle[124].

- Commentaire et comparaisons

La découverte d'enclumes métalliques anciennes est très rare. En effet, la masse de fer qu'elles représentent a le plus souvent amené à leur récupération. Les exemples sont donc assez peu nombreux. Les principales caractéristiques de ces enclumes ont déjà été présentées (cf. 1.3.4.2). L'exemplaire de Jublains ne correspond à aucun modèle déjà connu et sort très largement du lot, de par ses dimensions et son poids. En effet, la plus grande enclume romaine connue jusqu'ici dans les provinces du Nord est l'une de celles découvertes sur le site de "La Bure" à Saint-Dié (Vosges) (TRONQUART 1986 : 70-72). Deux enclumes bigornes y ont été découvertes : l'une de 11 kg (39 cm de large sur 32 cm de haut), l'autre 23,5 kg (45 cm de large sur 47 cm de haut). La plus petite est datée des IIe-IIIe s. et a beaucoup servi. Elle est marquée d'incisions, peut-être décoratives. La plus grande, datée du IVe s., semble neuve. Toutes deux présentent une table de travail qui n'est pas plane et des cornes de forme et de taille différentes : l'une est conique, l'autre est pyramidale. On voit à cette description qu'elles se différencient nettement de l'enclume de Jublains : elles représentent pourtant la forme la plus largement connue de l'Âge du Fer au Moyen Âge (PLEINER 2006 : 98).

Si l'on se réfère à la grille de classification des enclumes romaines définie par A. Duvauchelle (2005 : 19, fig. 5), on ne peut guère y placer l'exemple de Jublains. En effet, celle-ci possède une table quadrangulaire très allongée, contrairement aux autres spécimens connus. Elle se différencie également des bigornes, les extrémités n'étant ni coniques ni pyramidales. La base de l'enclume n'est pas pointue mais convexe et elle devait être posée ou fichée dans un billot de bois, le poids de la pièce assurant sa stabilité.

En fait, les comparaisons les plus proches proviennent des planches de l'Encyclopédie de Diderot et D'Alembert. On voit notamment, pour les métiers de maréchal-ferrant ou de maréchal grossier, des enclumes plates avec de grands plans de travail rectangulaires (DIDEROT, D'ALEMBERT 1751-1772 : Planches, VII, article "maréchal-ferrant", pl II, fig. 14 et 15 ; article "maréchal grossier", pl. III, fig. 2). Dans ces deux cas, les enclumes massives en fer sont ancrées dans un billot de bois à l'aide de fiches qu'on devine en fer. Toutefois, contrairement à l'enclume de Jublains, ces exemples possèdent tous au moins une extrémité pyramidale ou conique, plate sur le dessus.

Si l'enclume de Jublains semble être, dans l'état des connaissances, un cas unique, elle devait avoir une fonction précise. En effet, la fabrication d'une pièce de métal de cette taille réclame un investissement important et répond donc à un besoin précis. Elle pourrait servir au forgeage de pièces oblongues. On peut penser aux bandages de roues par exemple, dont la fabrication a été mise en évidence à Bordeaux lors de la fouille de la "Cité Judiciaire" grâce à la découverte de foyers de forge très longs et peu larges (LEBLANC 1997). On pourrait aussi penser à la confection de longues pièces de

[124] On peut citer les quatre chenets en fer découverts dans une sépulture aristocratique du Second Âge du Fer dans le Lot et exposés au musée St-Sernin de Toulouse. Chacun d'eux pèse plus de 90 kg.

construction (crampons de grande taille) servant aussi bien dans la maçonnerie que dans la charpenterie.

11.3.3.4. Une garniture d'enclume

Pour être complet, je signale ici que le musée départemental d'archéologie de la Mayenne conserve une garniture d'enclume qui proviendrait de Jublains[125]. Cet objet est entré dans les collections du musée de Laval avant 1875 (numéro d'inventaire 1706) et son origine précise n'est donc pas connue. Il mesure 8 cm de haut et se scinde en deux partie : une tête quadrangulaire de 40 x 43 mm de côté, et un pied conique (fig. 239). La partie supérieure plane et marquée au milieu par une dépression demi-cylindrique. La partie inférieure devait se placer dans un porte-outil percé dans la table d'une enclume. Cette pièce est un boutissoir. Elle fait partie d'un dispositif de deux éléments servant à emboutir des pièces pour leur donner une section circulaire, que ce soit des tôles ou des barres. On en connaît un exemple semblable à Pompéi pour l'époque romaine et à Tjele dans le Jutland pour l'époque médiévale (PLEINER 2006 : 101, fig. 48).

Fig. 239 : boutissoir en fer servant à la fabrication de tige creuse ou de barre de section ronde provenant peut-être de Jublains (photographie © Arc'Antique Aubert).

[125] Numéro d'inventaire actuel : J94 078 010 003.

4e partie

Synthèse

Chapitre 12

La sidérurgie ancienne dans le Bas Maine : synthèse des résultats obtenus

Ce chapitre reprend et développe les acquis de l'étude des vestiges sidérurgiques rencontrés dans le Bas Maine. Les résultats présentés ci-dessus (2e et 3e parties) sont mis en perspective dans l'optique des trois thèmes définis dans l'énoncé des questionnements présenté dans le chapitre 1 (12.1 : technique, 12.2 : économique, 12.3 : social). Le dernier sous-chapitre (12.4) expose, quant à lui, le croisement de ces informations dans un cadre historique et spatial plus ample, visant à définir la place prise par la sidérurgie dans la région concernée ici selon les périodes – c'est-à-dire à répondre à la problématique –, mais aussi plus largement à montrer l'apport de l'étude des sites sidérurgiques à la compréhension de l'occupation des territoires à travers le temps.

12.1. Évolution technique

Les prospections menées sur un vaste territoire – ici celui de la cité antique des Diablintes et du Bas Maine – ont permis de mettre en évidence des évolutions techniques au sein de la filière directe d'obtention du fer. Deux résultats principaux se dégagent et sont ici mis en perspective :

- d'une part, la mise en évidence, récurrente dans l'ouest de la France, de bas fourneaux sans écoulement de la scorie, les premiers attestés dans la région et qui semblent perdurer sur une très longue période ;

- d'autre part, l'existence de faciès distincts parmi les scories coulées, dont certains correspondent vraisemblablement à des variations techniques.

Dans le même ordre d'idée, mais dans un domaine qui ne concerne pas seulement l'histoire des techniques, on peut pressentir un changement majeur qui se traduit par une très forte structuration de la production et de l'approvisionnement des ateliers de réduction directe en minerai et en charbon. Cette rationalisation a probablement des origines économiques et sociales et pour conséquence l'augmentation rapide de la quantité de métal produite. Elle influe donc sur le domaine économique : c'est pourquoi cette question est abordée dans le sous-chapitre suivant (cf. 12.2.1). Les conclusions apportées ici sont encore très largement lacunaires mais elles permettent de poser quelques jalons pour l'évolution technique de la sidérurgie dans le Bas Maine.

En ce qui concerne les phases d'extraction du minerai et de post-réduction, les données techniques et chronologiques sont encore trop ténues pour permettre de conclure sur une quelconque évolution technique de ces étapes dans la région étudiée ici.

12.1.1. Bas fourneaux sans écoulement de la scorie

12.1.1.1. Scories piégées : petit historique des découvertes régionales

En 1861, on pouvait lire dans les comptes-rendus de l'Académie des Sciences la note suivante : "*Ces scories* […] *se rencontrent généralement à fleur de sol, par masses hémisphériques de 1 mètre environ de diamètre et de 50 centimètres à peu près d'épaisseur, reproduisant la forme de la cavité creusée pour faire le fond du fourneau dans lequel on fondait le minerai pris sur place. Il paraîtrait que quand la fosse était remplie de résidus, au lieu de la nettoyer, on construisait un autre fourneau un peu plus loin. On trouve en effet fréquemment de ces masses de scories à peu de distance les unes des autres. On n'a point de renseignements historiques relatifs à ces forges très primitives, et qui doivent être d'une époque antérieure à l'invasion romaine*." (HALLÉGUEN 1861). Si l'on se fie à cette description, il s'agit sans aucun doute de scories piégées. Or cette mention ne concerne pas l'Europe centrale, où elles sont bien connues, mais la région de Châteaulin dans le Finistère.

Cette note a rapidement été oubliée, de même que les scories piégées. La redécouverte de ce type de vestiges, dans l'ouest de la France, ne date que des années 1970 : A. Pioger signale, à deux reprises, des découvertes de ce genre dans le département de la Sarthe, à Lavardin et Saint-Georges-du-Bois (PIOGER 1971-1972 ; 1973-1974 ; BOUVET 2001a : 244 et 414). Il les fait même dater par ^{14}C : la première serait du haut Moyen Âge[126], l'autre de La Tène[127]. Pourtant, la découverte de ces résidus, exceptionnelle en l'état des connaissances de l'époque, est encore une fois ignorée. À ce moment de la recherche, les vestiges de ce genre sont reconnus uniquement en Europe de l'Est, notamment en Pologne, où elles sont découvertes par milliers dans les champs de la région des Montagnes Sainte-Croix. K. Bielenin y consacre de très nombreuses études (BIELENIN 1999). On en trouve également en Masovie et en Silésie (Pologne et République tchèque). Elles sont datées dans ces secteurs entre le Ier et le IVe s. ap. J.-C (ORZECHOWSKI 2007). En France, J. R. Maréchal signale bien quelques-unes de ces scories, notamment dans l'Orne et dans la région de Ségrie (Sarthe), mais soit il ne donne pas les lieux de découverte, soit les noms indiqués n'existent pas (MARÉCHAL 1975a : 850-851 ; 1975b : 37).

À la fin des années 1990, la redécouverte de ce type de vestiges, quasi simultanément en Ille-et-Vilaine et lors des travaux préventifs menés sur le tracé de l'autoroute A28, au nord du Mans (Sarthe), apparaît donc comme une nouveauté. Ces fouilles permettent de donner un cadre chronologique plus large à ces vestiges et autorisent une restitution des structures dans lesquelles ils ont été produits. Ainsi, pour les sites sarthois, les datations ^{14}C des scories découvertes en place sont comprises majoritairement entre les VIIIe et le Ve s. av. J.-C., à deux exceptions près qui fournissent

[126] Datation effectuée par le laboratoire de Gif-sur-Yvette (GIF 2290) et calibrée par le laboratoire de Lyon 1 : 608 à 990 ap. J.-C. (BOUVET 2001a : 244).
[127] Datation effectuée par le laboratoire de Gif-sur-Yvette (GIF 2825) et calibrée par le laboratoire de Lyon 1 : 413 à 1 av. J.-C. (BOUVET 2001a : 414).

une datation du haut Moyen Âge (BOUVET 2001b : 78). Dernièrement, J.-B. Vivet a établi un récapitulatif des datations obtenues pour l'Ille-et-Vilaine (VIVET 2007 : fig. 3, p. 67). Ce tableau montre une utilisation du procédé de la période de Hallstatt à l'époque romaine. Les travaux de V. Lequellec sur le Finistère ont apporté la preuve de la persistance de cette technique jusque dans le courant du Moyen Âge central (communication orale de V. Lequellec lors de la réunion de l'association H3, Melle 2006).

12.1.1.2. Les scories piégées dans le Bas Maine

La reconnaissance de scories piégées dans la zone étudiée ici est due à M. Hubert qui, le premier, s'est intéressé à ces blocs, notamment dans la région de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne) (HUBERT 2005). Les découvertes se sont multipliées depuis et, à l'heure actuelle, quatre zones de production ont livré ce type de résidus. Les blocs de scories piégées du Bas Maine présentent tous des caractères semblables : ils sont généralement cylindriques, leur diamètre est compris entre 45 et 80 cm, leur hauteur varie en fonction de l'état de conservation et leur partie supérieure est soulignée par un bourrelet marquant le bord de la fosse-réceptacle dans laquelle la scorie s'est figée. On ne connaît pas, dans la région étudiée ici, de scories atteignant un mètre de diamètre comme celles décrites ci-dessus à Châteaulin, et dont certains exemplaires ont été retrouvés par V. Lequellec lors de ses prospections dans le Finistère.

Malgré cette relative homogénéité morphologique, la datation de ces vestiges varie beaucoup (cf. 7.4.1). Dans le cadre de cette étude, seuls trois spécimens ont pu faire l'objet d'une datation par radiocarbone. Chaque exemplaire est daté d'une période nettement différente : une de Hallstatt, une de La Tène moyenne, une de la période romaine. Bien sûr, on ne peut pas, sur cette base, dépeindre l'évolution de l'emploi des structures à scorie piégée dans le Bas Maine, mais il est néanmoins intéressant de souligner, ici comme ailleurs, le fort étalement dans le temps de ces vestiges, dont les résidus présentent pourtant des traits communs pouvant indiquer une relative continuité de cette technique.

Les découvertes réalisées dans le cadre des opérations archéologiques préalables à la construction de l'autoroute A28 (BOUVET 2001b) et les datations obtenues dans le Bas Maine, l'Ille-et-Vilaine (VIVET 2007 : 67) et le Finistère (travaux de V. Lequellec pour ce dernier département) sont concordantes et il ne fait maintenant plus de doute que la réduction du minerai de fer apparaît dans ces régions entre le VIIIe et le Ve s. av. J.-C., durant la période de Hallstatt. L'introduction précoce de la production du fer dans l'ouest de la France va à l'encontre de l'hypothèse antérieure d'une diffusion de la sidérurgie à partir de l'Europe centrale et de la côte méditerranéenne (PLEINER 1980 ; 1982 ; 1988). En effet, selon ce modèle, la région étudiée ici, et plus largement l'ouest de la France, aurait dû être la dernière atteinte par ce phénomène. C'est d'ailleurs ce qu'on a cru jusqu'ici. Les dépôts, dans la péninsule armoricaine, d'importantes quantités de haches en bronze allié de plomb durant le premier Âge du Fer a conforté l'hypothèse d'un retard pris par la façade atlantique sur le développement de la nouvelle métallurgie (BRUN 1987 : 53). Ce décalage a été vu comme une conséquence de l'éloignement du berceau de la civilisation celtique, situé traditionnellement en Europe centrale.

Cette théorie centrifuge et diffusionniste doit être remise en cause. P.-Y. Milcent (2006) est récemment revenu sur cette question : en se fondant sur les comparaisons typologiques, il a mis en évidence l'existence d'un complexe culturel médio-atlantique, perceptible dès le premier Âge du Fer et clairement distinct de celui reconnu depuis longtemps au nord des Alpes. Cette distinction culturelle nuance profondément la vision ancienne d'un monde "celtique" homogène. Il semble même qu'il faille repousser ce dernier concept. La mise au jour d'une tombe à char à Orval, dans le département de la Manche (GIAZZON, LEPAUMIER 2006), et la fouille d'une agglomération ouverte livrant un abondant mobilier laténien à Lacoste, en Aquitaine (fouille C. Sireix, INRAP[128]), montrent bien qu'il doit exister plusieurs pôles de développement au sein des sociétés de l'Âge du Fer. La production précoce de fer dans notre région participe peut-être de cette multipolarité de l'évolution des populations protohistoriques et du développement de la sidérurgie. Il faut donc abandonner définitivement l'idée d'une adoption tardive du fer dans l'ouest de la France et plus spécifiquement dans notre zone d'étude[129].

Quant à l'apparition de bas fourneaux à écoulement de la scorie, elle n'est pas précisément datée dans la zone étudiée ici. Toutefois, on a vu que les résidus sidérurgiques découverts dans les fossés de l'enclos de la ferme gauloise de "La Glanerie" à Athée (Mayenne) posent problème (MEURET 2007 ; cf. 7.4.2.1). En effet, les informations qu'on possède pour ce site sont contradictoires : les résidus mis au jour ne semblent pas caractéristiques de fourneaux à scorie piégée et la présence de coulées de scorie pourrait indiquer qu'une partie de celle-ci s'écoulait à l'extérieur. On pourrait avoir affaire ici à un modèle de bas fourneau transitionnel, dans lequel la majorité de la scorie reste dans la structure et où une partie s'écoule au-dehors. Un bas fourneau découvert sur le site de "Saint-Laurent" à Guichainville (Eure), et qui n'a livré que 11 % de scorie coulée, pourrait relever de ce type (HONORÉ, LÉON, ROUDIÉ 2007 : 118-120). Dans ce dernier cas comme à Athée, les vestiges sont datés du IIIe s. av. J.-C. Les premiers fourneaux à écoulement de la scorie dégagés au nord du Mans lors des travaux de l'A28 dateraient de 150 av. J.-C. environ (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 : 193). Les vestiges découverts à Athée (Mayenne) pourraient donc être les précurseurs de la transition entre les deux types de structures dans le courant de La Tène moyenne (IIIe- première moitié du IIe s. av. J.-C.).

La coexistence, au moins durant la période romaine, de fourneaux à scorie piégée et d'ateliers de réduction mettant en œuvre des structures de réduction à écoulement organisées en batterie (cas du site de "Roche Brune") demeure difficile à expliquer par des paramètres exclusivement techniques. L'organisation des ateliers mettant en œuvre les fourneaux à scorie piégée dans le Bas Maine n'est pas connue mais on peut supposer, sur la base des quelques éléments dont on dispose (cf. 7.4.1), qu'ils sont modestes : on ne connaît pas, dans la région, de champ de scories piégées alignées, comme il en existe en Pologne (BIELENIN 1999). Il est donc possible que l'un des facteurs expliquant l'utilisation de l'un ou l'autre type de structures soit la quantité de fer désirée : pour la production de petite quantité, l'emploi de fourneau sans écoulement perdurerait, alors que la production de masse serait faite dans des ateliers spécialisés mettant en œuvre des fourneaux à scorie coulée. En effet, le premier

[128] http://www.inrap.fr/archeologie-preventive/Decouvrir/Multimedias/Toutes_les_decouvertes/p-2165-Un_village_gaulois_au_nord_de_l_Aquitaine.htm
[129] Idée qu'on retrouve encore parfois, comme dans NAVEAU 2007 : 42.

type de structures n'exige pas plus d'efforts pour la construction et ne nécessite pas la manipulation de la scorie. En revanche, les bas fourneaux de ce genre ne peuvent pas être réutilisés, ce qui oblige donc, si l'on veut produire plus, à reconstruire la structure pour une nouvelle opération. Dans le cadre d'une petite production cet effort supplémentaire sera minime. En revanche, pour une production de masse, il devient plus important et justifie l'emploi de structure réutilisable, à écoulement de la scorie. Il ne s'agit encore que d'une hypothèse, mais ceci semble être une différence notable par rapport aux régions situées au-delà du *limes* (Pologne, Silésie, Masovie), qui produisent, durant l'époque romaine, de grandes quantités de fer dans des structures sans écoulement et à usage unique, découvertes en des milliers d'exemplaires sur certains sites (ORZECHOWSKI 2007). Il existerait donc une différence d'échelle de production entre ces régions et celle étudiée ici. On ne peut toutefois pas savoir si cette technique perdure dans l'Ouest de la France sans interruption, de Hallstatt au Moyen Âge, ou s'il existe des hiatus. Dans ce cas, la possibilité de réintroductions de ce procédé à différentes périodes peut être posée, même si les données chronologiques et techniques manquent encore (quel est le rendement des opérations de réduction dans ces fourneaux ? Diffère-t-il de celui obtenu dans des fourneaux à écoulement de la scorie ?). Ces questions constituent donc une piste de recherche à poursuivre.

12.1.1.3. La question des scories de fond de four

Une douzaine de ferriers du Bas Maine sont constitués de manière exclusive de déchets en forme de calotte, généralement spongieux, déchiquetés et comportant de nombreuses inclusions (cf. 7.1.1.2). Ces scories ne présentent aucune trace d'écoulement et elles ont donc été interprétées comme des résidus restés au fond du fourneau, d'où leur nom : scories de fond de four. Le procédé technique et même la nature exacte de l'opération amenant à la production de ce type de déchets nous échappent encore. Les scories de fond de four semblent néanmoins bien être liées à la réduction directe. Leur quantité et leur aspect invitent à les interpréter comme un faciès spécifique de scories de réduction produite dans des fourneaux sans écoulement de la scorie. Elles font donc partie de la famille des scories piégées.

La fouille d'un amas composé de ce type de déchets sur le site de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe) n'a pas permis de mettre au jour de structures produisant ces scories. On ne peut donc pas établir si celles-ci sont de simples fosses ou s'il s'agit de fourneaux à scorie piégée sans fosse-réceptacle. Une précision peut toutefois être apportée : les scories de fond de four n'excèdent jamais 40 cm de diamètre et 15 cm d'épaisseur. Il semble donc que ces fourneaux soient relativement petits. L'absence de minerai ou de déchets de minerai dans les amas de scorie de ce faciès est surprenante. Les analyses chimiques et les examens au microscope font encore défaut pour qualifier la composition exacte de ces résidus et leur mode de formation.

La fouille du site de "Roche Brune" a néanmoins fourni une date pour la production de ces résidus ici : le bas Moyen Âge (fin XIIIe-XVe s.) (cf. 10.2.5.2). L'apparition ou la réapparition (?) à cette période de structures sans écoulement de la scorie reste pour l'instant inexpliquée. Si quelques-uns des ferriers de scories de fond de four se trouvent au bord d'un cours d'eau, ce n'est pas une règle

générale et l'on ne peut donc pas proposer pour tous l'utilisation de la force hydraulique pour la soufflerie. Des analyses restent à faire pour comprendre la position de ces vestiges dans l'évolution technique de la production sidérurgique, notamment durant la période de transition entre les procédés direct et indirect (fin du Moyen Âge).

*
* *

En se fondant sur ces quelques éléments, on peut donc conclure sur quatre points concernant l'évolution technique des scories issues de structures sans écoulement :

- la réduction directe du fer apparaît dans le Bas Maine au cours du premier Âge du Fer, entre le début VIIIe s. et la fin du Ve s. av. J.-C. ; à cette époque, seuls les bas fourneaux à scorie piégée sont connus ;

- une transition vers les structures à écoulement de la scorie pourrait avoir eu lieu dans le courant de La Tène moyenne ;

- malgré l'apparition de bas fourneaux à scorie coulée, l'utilisation de structures sans écoulement persiste au moins jusqu'à l'époque romaine dans la cité diablinte et jusqu'au haut Moyen Âge dans l'évêché du Mans ;

- il existe, dans le Bas Maine, un type très particulier de scories piégées, en forme de calotte, produit apparemment dans le courant du bas Moyen Âge et dont le mode de formation nous échappe encore.

*
* *

Les sites à scories piégées représentent à peine 10 % des sites liés à la réduction inventoriés dans le Bas Maine, tous les autres ayant livré des scories coulées. Ce corpus beaucoup plus important permet d'avancer des éléments significatifs et novateurs concernant l'évolution de la filière de réduction directe dans la région étudiée ici.

12.1.2. Les faciès de scories coulées et leur signification

Si de nombreuses recherches ont permis de définir une typologie de plus en plus fine des résidus de post-réduction, peu d'études ont encore porté sur les scories de réduction et on ne peut, pour l'instant, se référer qu'à l'article de J.-B. Vivet (1997) concernant la région de Combourg (Ille-et-Vilaine). Pourtant, l'exemple du Bas Maine montre tout l'intérêt d'une telle approche. Deux résultats sont ici à mettre au crédit de cette démarche :

- la mise en évidence d'un possible lien entre faciès et chronologie ;

- l'existence de différences de composition chimique entre deux faciès, différences qui pourraient traduire une variation technique.

12.1.2.1. Faciès et chronologie

L'enregistrement systématique du faciès des scories des sites liés à la réduction directe a permis de mettre en évidence trois grands types de scories coulées :

- les scories en cordons denses, caractérisées par l'empilement de fins cordons de scorie pleins, prenant parfois la forme d'un éventail (fig. 87) ; elles sont de loin les plus nombreuses dans le Bas Maine ;

- les scories en plaquettes, se présentant sous la forme de fines plaques de quelques millimètres à deux ou trois centimètres d'épaisseur, avec toujours une face lisse (fig. 88) ; elles constituent près d'un tiers des ferriers du Bas Maine et notamment les plus grands (cf. 7.4.5.3) ;

- les scories à cordons vacuolaires, caractérisées par la présence de cordons creux, prenant un aspect "dégonflé" (fig. 89) ; elles sont relativement rares mais se trouvent plus couramment dans le sud de la zone d'étude.

Le croisement de cette typologie avec les quelques datations dont on dispose pour les sites de réduction a permis de mettre en évidence certaines corrélations (cf. 7.4.5.1). Ainsi, parmi ces trois faciès, deux semblent avoir été produits durant des périodes spécifiques : les scories en plaquettes durant l'époque romaine – et peut-être plus spécifiquement durant le Haut-Empire – et les scories en cordons vacuolaires possiblement durant le Moyen Âge. Il faut préciser d'emblée que ces attributions n'ont pas valeur de vérité générale et il est encore trop tôt pour parler d'une chrono-typologie (à supposer qu'on puisse en établir une). Toutefois, les constatations faites pour le Bas Maine trouvent écho dans d'autres régions, notamment dans la région de Combourg (Ille-et-Vilaine), pour les scories en plaquettes (VIVET 1997) et dans les forêts de Paimpont (Ille-et-Vilaine) et de Bercé (Sarthe) pour les scories à cordons vacuolaires. En revanche, les scories denses en cordons, qui demeurent les plus nombreuses, ne peuvent pas encore être attribuées à une période ou une autre, peut-être parce qu'elles ont été produites indifféremment à toutes époques.

12.1.2.2. Faciès et procédé technique

On peut imaginer que pour chacun des faciès définis ci-dessus, il existe une ou plusieurs différences techniques susceptibles d'expliquer les caractères particuliers observés. L'une d'elles est la qualité du processus de réduction. Celui-ci influe en effet directement sur la composition de la scorie et notamment sur la proportion de fer par rapport aux autres éléments majeurs présents dans la scorie (silice et aluminium notamment). Ces différences de ratios conditionnent la température de fusion de

la scorie, sa fluidité et la nature des cristaux formés lors de son refroidissement et donc sa morphologie.

Pour définir la qualité du processus de réduction, on peut s'appuyer ici sur les analyses chimiques menées sur un peu moins de 80 scories, provenant de 16 sites différents. Ces résidus contenant tous très peu d'éléments calco-alcalins, il a été possible d'utiliser dans ce cas la notion de saturation en oxyde de fer, présentée par V. Serneels (1993 : 29-30) dans sa thèse, mais qui n'avait pas pu jusqu'ici être appliquée (cf. 5.2.1.3). Les mesures ont permis de mettre en évidence deux groupes de scories (cf. 7.2.3) :

- l'un rassemblant des spécimens fortement sous-saturés (indice de saturation moyen par site inférieur à 1,2), indiquant apparemment un rendement anormalement élevé du processus de réduction ;

- l'autre comptant des scories contenant comparativement plus de fer (indice de saturation moyen par site supérieur à 1,3), voire sursaturées, peut-être issues d'opérations de traitement du minerai de moindre qualité, voire assez mauvaises.

Il se trouve qu'à ces deux groupes correspondent précisément deux faciès : pour le premier groupe, les scories en plaquettes, pour le second, les scories denses en cordons.

On a inféré de ces résultats l'existence d'un changement technique marqué par une différence sensible du rendement de la réduction directe, amenant à la production de déchets distincts. La nature exacte de cette variation n'est pas encore établie, mais on peut semble-t-il exclure l'influence du minerai, les scories en plaquettes n'étant pas spécifiques d'une zone minière. Une chronologie de cette évolution a été proposée grâce aux observations faites auparavant sur les corrélations existantes entre faciès et chronologie (cf. 12.1.2.2). Les scories denses en cordons, qui ne sont pas attribuables à une période précise dans le Bas Maine, sont connues ailleurs dès La Tène moyenne (DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001 : 193). En revanche, comme on vient de le voir, les scories en plaquettes paraissent liées à l'époque romaine. On peut donc supposer que la transition technique qu'on soupçonne se fait dans le sens d'une augmentation du rendement qui aurait eu lieu au début de la période romaine, apparemment dès le Haut-Empire. Ces conclusions réclameraient encore d'être étayées mais elles apparaissent comme un élément important de l'histoire de l'évolution de la chaîne opératoire en sidérurgie ancienne dans la région étudiée ici, et peut-être plus largement.

On peut, en se fondant sur ces premiers résultats, s'interroger sur les différences qui pourraient exister avec les autres faciès et notamment avec les scories en cordons vacuolaires ou les scories de fond de four. Bien sûr, il faut rester prudent : la morphologie des résidus est tributaire de nombreux facteurs, parmi lesquels la forme du fourneau, la nature et la qualité du minerai, la ventilation et l'ajout d'autres éléments à la charge (fondant). Il paraît donc encore prématuré de conclure dans tous les cas à une transition technique liée à des progrès (ou des reculs ?) du rendement de l'opération et donc du procédé technique. On peut cependant le proposer pour les scories en plaquettes. Malheureusement,

même dans ce dernier cas, on ne peut préciser quel(s) facteur(s), parmi ceux qu'on vient d'évoquer, ont été modifiés et ont entraîné la production de ce type spécifique de déchets.

Les bas fourneaux mis au jour sur le site gallo-romain de "Roche Brune" ont produit des scories en plaquettes, mais ils ne présentent pas de particularités susceptibles d'expliquer la morphologie de leurs déchets : la ventilation pourrait être forcée, mais ceci ne semble pas spécifique à ce type de bas fourneau ; leur volume est important, mais ne l'est pas plus que ceux connus par ailleurs en Gaule pour la même période (cf. 10.2.1).

Les analyses chimiques réalisées sur des échantillons de minerai, de scorie et de paroi prélevés sur ce dernier site ont permis d'établir les relations entre le minerai et les déchets et ainsi de restituer l'équation-bilan général du processus de réduction de cet atelier (cf. 10.3.1.2 et 10.4.2.2). Celui-ci exclut l'apport d'un fondant calcique à la charge. On ne peut donc pas imputer l'apparente fluidité de la scorie et son comportement lors de l'écoulement à une participation du calcium. En outre, aucun autre élément, majeur ou en trace, présent en quantité hors norme dans les matières premières ou les déchets, ne peut expliquer la morphologie particulière des scories. La production de ce type de déchets reste donc à comprendre. Des examens au microscope permettraient dans un premier temps d'identifier les phases cristallines présentes et ainsi de fournir une première approche des conditions de formations des scories en plaquettes.

En revanche, l'exemple de l'atelier de "Roche Brune" montre bien que, dans ce cas au moins, la production de scories en plaquettes va de paire avec un rendement très élevé de l'opération (cf. 10.4.2.2). Les calculs effectués en suivant la méthode mise au point par V. Serneels (1995) ont en effet permis de mettre en évidence que près de 80 % du fer présent dans le minerai sont extraits lors de la réduction. Ce chiffre paraît très élevé mais il n'est pas aberrant. Les données de comparaisons sont encore très peu nombreuses et ne concernent pas les mêmes faciès de déchets (pour le site du "Latté" à Oulches, dans le département de l'Indre, les bas fourneaux produisent des scories en cordons et, dans une moindre proportion, des pseudo-laitiers : DIEUDONNÉ-GLAD 2000). Les autres chiffres à disposition ont été établis essentiellement pour des sites médiévaux. Ils sont généralement plus proches de 40 % (cf. 10.4.2.1). Le résultat obtenu pour le site de "Roche Brune" paraît donc, malgré le peu de parallèle dont on dispose, hors norme et devra être étayé par de nouveaux calculs menés pour d'autres ateliers ayant produit des scories en plaquettes. Il permet néanmoins d'accréditer l'hypothèse d'une augmentation importante de la production au début de la période romaine, grâce à une technique mieux maîtrisée. L'apparition, à cette époque, d'un nouveau procédé plus performant, s'il est avéré, rompt définitivement avec l'idée de stagnation avancée par les partisans d'une vision "primitiviste" de l'économie et de la technique romaine (cf. 2.3.1.1).

*
* *

L'étude de la morphologie des scories coulées du Bas Maine, fondée en partie sur des analyses chimiques, permet donc d'avancer deux conclusions importantes :

- il semble exister des variations techniques au sein de la filière directe d'obtention du fer, amenant à la production de vestiges de morphologie différente ;

- l'une de ces variations pourrait être intervenue au début de l'époque romaine et se manifesterait par une augmentation très nette du rendement des opérations de réduction.

Ces évolutions techniques restent à comprendre mais elles ont certainement influé fortement sur la quantité de fer produite et donc sur le domaine économique.

12.2. Production sidérurgique et économie

La présente étude est fondée sur un inventaire de sites sidérurgiques anciens. Celui-ci a été réalisé grâce à l'application de différentes méthodes de recherche documentaire (bibliographie, microtoponymie, examen des photographies aériennes verticales de l'IGN), complétée par la vérification au sol des indices recueillis (cf. 4.2). Cet inventaire ne peut prétendre à une totale exhaustivité. En effet, les ferriers ont pu disparaître, en raison de la récupération des scories pour divers usages dès l'Antiquité et pour la refonte à partir de l'époque moderne, mais aussi à cause de l'érosion, surtout pour les plus petits (cf. 4.3.2.3 et 4.3.2.4). D'autres amas ne sont plus visibles actuellement car ils sont recouverts par des colluvions ou des alluvions, ou par une végétation permanente (prés ou forêts), qui couvre près de 50 % de la zone étudiée ici (cf. 3.2.3). Toutefois, la systématisation des recherches pour l'ensemble de la zone d'étude permet de penser que le corpus réuni est assez représentatif de la réalité ancienne, et notamment de la distribution des enregistrements dans le territoire.

Parmi les sites recensés, près de 90 % sont liés à la réduction directe (cf. 4.3.3.2). La répartition de ces sites est donc un premier élément permettant de définir les caractères de l'organisation de la production ancienne du fer. C'est l'objet ici d'un premier développement (12.2.1.1). Cette approche menée à l'échelle du territoire est enrichie par l'étude de l'organisation interne d'un atelier de réduction directe, celui de "Roche Brune" (12.2.1.2), dont les aspects techniques ont été évoqués ci-dessus (12.1.2).

Les données acquises sur cette organisation dans la zone d'étude concernent essentiellement la période romaine. En effet, la majorité des sites datés le sont de cette période et l'analyse des données issues du quartier urbain de la capitale diablinte (chap. 11) comme la fouille du site de "Roche Brune" (chap. 10) ont apporté des informations concernant le Haut-Empire. Les quelques éléments mis en évidence pour les périodes antérieures ou postérieures sont présentés à la fin de ce sous-chapitre (cf. 12.2.3).

12.2.1. Organisation de la production

12.2.1.1. Les zones de production sidérurgique anciennes dans le Bas Maine

- Bilan

La répartition des sites liés à la réduction directe inventoriés dans la zone d'étude, ainsi que de ceux découverts aux marges du Bas Maine, révèle deux phénomènes : d'une part la concentration des sites de réduction dans certains secteurs et d'autre part la dispersion de ces zones de concentration à travers le territoire (chap. 8). Ainsi, seuls 20 ferriers se trouvent isolés, c'est-à-dire situés à plus de 2 km d'un autre. Dans tous les autres cas, les sites voisinent. En revanche, la carte de répartition

permet de distinguer à vue quinze zones de production, définies par la concentration de sites liés à la réduction directe, ferriers ou sites à scories dispersées (cf. 8.2). L'importance de ces zones est très variable : elles regroupent entre 6 et 136 sites, sur des surfaces variant d'une dizaine à plusieurs centaines de kilomètres carrés (cf. fig. 145). Pour mieux définir ces zones de production, une analyse spatiale, réalisée sur SIG et fondée sur un modèle statistique de densité, a été tentée (cf. 8.2.1.3). Ceci a permis de discerner au sein de ces ensembles des pôles de concentration, c'est-à-dire des secteurs de plus forte densité de sites (supérieure à 0,25 ferrier/km^2). Cette démarche a permis de définir des critères de hiérarchisation des zones de production. Trois niveaux ont été distingués :

- les zones de premier niveau, comptant au moins un pôle de densité rassemblant plus de 25 ferriers ;

- les zones de second niveau, dont le pôle de concentration doit rassembler entre 10 et 25 ferriers ;

- les zones de troisième niveau, dans lesquelles aucun pôle ne compte plus de 10 ferriers.

Les quinze zones de production reconnues à vue se répartissent de façon égale entre ces trois classes. Trois des cinq zones de production de premier niveau se trouvent à la limite des départements de la Sarthe de la Mayenne (cf. 8.2.2.1). Il s'agit des zones de Charnie, de Sillé et de Pail. Les deux autres sont en partie situées en dehors de la zone d'étude : l'une se trouve dans le département de la Sarthe (celle de Lavardin/La Bazoge), l'autre est partagée entre Mayenne, Maine-et-Loire et Ille-et-Vilaine (celle du sud de la Mayenne). Chacune de ces zones compte plus de 30 sites de réduction avérés – jusqu'à 102 pour la région de Charnie – parfois répartis en plusieurs pôles de concentration, désignés par des lettres.

Certaines de ces zones de production étaient connues – ou soupçonnées – grâce à des recherches anciennes. La zone du sud de la Mayenne avait ainsi été parcourue par l'ingénieur des mines L. Davy, au début du XXe s. (DAVY 1913). Ailleurs, plusieurs notes du XIXe s. et du début du XXe s. indiquaient la présence d'importants ferriers dans la région de Sillé, au sud de la forêt de Grande Charnie ou au nord du Mans (MAULNY 1806 ; PESCHE 1829-1842 *passim* ; pour Sillé : cf. 9.1.2.). L'inventaire systématisé permet de mieux cerner ces zones. On peut ainsi confirmer l'existence d'une zone de production s'étendant de Lavardin à La Bazoge (Sarthe), incluant les sites sidérurgiques fouillés lors des travaux préventifs préalables à la construction de l'autoroute A28 (BOUVET 2001b). Ceci permet de fournir un cadre géographique plus large à ces découvertes. On peut d'ailleurs souligner le fait que les traces observées par M. Hubert ou moi-même dans ce secteur, mais également plus à l'est (forêt de Bercé notamment : SARRESTE 2007b), démontrent que le potentiel du département de la Sarthe n'est pas encore épuisé et justifierait sans doute la poursuite des recherches sur la sidérurgie ancienne de la partie orientale de l'ancienne province du Maine.

À l'échelon inférieur, cinq zones plus modestes, de second niveau, ont été discernées : celles de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour, de Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe, de La Ferrière-aux-

Étangs, de Laval et de Saint-Michel-et-Chanveaux : elles regroupent toutes moins de 30 sites de réduction avérés (cf. 8.2.2.2). Dans certaines zones, l'analyse spatiale révèle l'existence de plusieurs pôles de concentration, notamment celles de Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe et de Laval, ce qui permet de relativiser l'importance de ces secteurs de production. Deux de ces zones se trouvent en partie (La Ferrière-aux-Étangs) ou totalement (Saint-Michel-et-Chanveaux) en dehors de la zone d'étude et pourraient s'avérer plus importantes que ce que laissent présumer nos connaissances, encore lacunaires dans ces secteurs. Il faut également souligner que la zone de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour a essentiellement livré des blocs de scories piégées hors de leur contexte d'origine. Ce sont les lieux de découvertes de ces scories qui ont été inventoriés, ce qui empêche de juger vraiment du nombre de sites de production dans la région et de leur importance respective.

Enfin, dans cinq cas, des groupements de quelques sites, toujours moins de dix, peuvent être observés, à proximité d'Aron, Château-Gontier, Lignières-Orgères (Mayenne), Rânes (Orne) et Cérans-Foulletourte (Sarthe) (cf. 8.2.2.3). Ces ensembles de troisième niveau témoignent sans doute d'une petite production sidérurgique à différentes périodes. Ils pourraient être le fruit de l'exploitation de ressources ponctuelles en minerai et en bois. Deux de ces zones ont été découvertes par M. Hubert en dehors de la zone d'étude (Rânes et Cérans-Foulletourte). La poursuite de recherches pourrait sans doute permettre de mieux les caractériser.

Malheureusement, à peine plus de 15 % des ferriers de la zone d'étude ont été datés et l'on ne peut donc pas toujours établir la chronologie des zones de production, même s'il semble que deux périodes de production plus intenses se dégagent, l'Antiquité et le Moyen Âge (cf. 12.4.1).

*
* *

Une zone de production a fait l'objet d'une attention particulière dans le cadre de cette étude : celle de Sillé (Sarthe) (chap. 9). La reprise des informations fournies par quelques notes et articles de la fin du XIXe s. et du début du XXe s. ainsi que la prospection systématique de plus de 500 ha de la forêt domaniale de Sillé ont permis d'inventorier une quarantaine de sites liés à la réduction directe dans la partie orientale du domaine boisé et à ses abords. Parmi eux, on compte plus de 25 ferriers conservés en sous-bois, dont certains n'ont apparemment subi aucune destruction. Ils offrent la possibilité rare d'étudier des ateliers de réduction dans un exceptionnel état de conservation. Le site de "Roche Brune", déjà évoqué ci-dessus, est l'un d'eux (chap. 10).

La majeure partie des ferriers de la forêt de Sillé est constituée de scories en plaquettes. Leur volume est souvent supérieur à 1 000 m^3. C'est d'ailleurs dans la forêt de Sillé qu'on trouve le plus important ferrier de la zone d'étude, dont le volume global est estimé à plus de 18 000 m^3. Enviorn u nquart des a pu être daté du Haut-Empire grâce au mobilier découvert en surface. Ils se répartissent le long des vallons de la forêt et sont le plus souvent distants les uns des autres de 500 à 1 000 m. Cette disposition particulière et la possible contemporanéité de la plupart des sites ont amené à proposer l'existence ici d'une zone dévolue à la production sidérurgique durant l'Antiquité, sans préjuger de son statut ou de son mode gestion (cf. 12.4.2.3). Toutefois, tous les sites de la zone de Sillé ne sont pas rattachables à cette dernière période : on connaît au moins un site du bas Moyen Âge (le ferrier de

scories de fond de four du site de "Roche Brune") et un bloc de scorie piégée découvert à proximité de la forêt de Sillé et daté par radiocarbone de La Tène moyenne (cf. 7.4.1). L'activité sidérurgique de ce secteur est donc étalée dans le temps, malgré la prédominance de la production d'époque romaine.

- Comparaisons et mise en perspective

Les valeurs de densité et de surface des pôles de concentration obtenus grâce à l'analyse spatiale sur SIG permettent de comparer les zones de production repérées dans le Bas Maine avec celles connues ailleurs. On peut ainsi préciser que la surface des pôles de concentration au sein des zones de production varie ici de 4,5 à 10 km^2 pour les zones de troisième niveau, de 13 à 72 km^2, pour celles de second niveau et, de 44 à 163 km^2 pour celles de premier niveau. La densité au sein des pôles varie quant à elle entre 0,41 et 1,06 ferriers/km^2 (cf. fig. 145).

Si l'on compare les zones de production mises en évidence dans le Bas Maine avec celles déjà étudiées en France ou à l'étranger, force est de constater qu'il ne s'agit pas de secteurs de production majeurs, en tout cas en nombre de sites. Les zones de production les mieux connues – en fait les seules étudiées – sont généralement numériquement plus importantes et plus étendues :

- la région d'Allogny (Cher) rassemble au moins 110 ferriers sur environ 300 km², soit 0,37 ferrier/km^2 (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 : 62) ;

- celle d'*Argentomagus* au moins 242 ferriers sur un périmètre de 20 km autour de cette agglomération secondaire, soit 0,81 ferrier/km^2 (*Agriculteurs*… 1993 : 75) ;

- le Haut-Auxois (Côte d'Or) compte près de 200 ateliers de réduction sur 400 km², soit 0,5 ferrier/km^2 (MANGIN *et al.* 1992) ;

- enfin, en Puysaie, les recherches de J.-P. Piétak ont mis en évidence au moins 470 ferriers sur 400 km², soit 1,18 ferriers/km^2 (PIÉTAK 2002 : 124).

Ces quatre zones semblent avoir été exploitées de manière intensive à l'époque romaine. Si l'on regarde hors du territoire français, la zone du Weald, sur la côte sud-est de l'Angleterre, compte 538 sites de réduction directe sur environ 900 km² – soit 0,6 ferrier/km^2 – (HODGKINSON 1999 : 68) et 60 % des 138 sites datés dans ce secteur sont romains (*ibid.* : 69). Toutefois, dans la plupart des cas, on peut distinguer à vue plusieurs pôles de concentration : M. Mangin n'en distingue pas moins de onze dans le Haut-Auxois (MANGIN *et al.* 1992 : 198) ; la carte de répartition des sites d'*Argentomagus* permet d'en discerner au moins quatre (DIEUDONNÉ-GLAD 2000 : 64, fig. 25), celle de la Puysaie, au moins trois (PIÉTAK 2002 : 125, fig. 36). L'application à ces différents secteurs des méthodes statistiques mises en œuvre dans cette étude permettrait de définir des chiffres établis sur des bases communes et ainsi de confronter terme à terme ces régions (cf. 8.2.1.3). Il n'a pas été possible de

mener cette comparaison dans le cadre de ce travail, faute de temps[130], mais elle pourrait être faite par la suite.

On peut donc, en se fondant sur le nombre de sites, placer les zones de production du Bas Maine à une échelle inférieure à celles présentées ci-dessus. Seule la région de Charnie et peut-être celle de Lavardin/La Bazoge pourraient être mises, au moins numériquement, sur un pied d'égalité avec la région d'Allogny, c'est-à-dire au rang des zones d'importance moyenne selon le classement établi par V. Serneels et M. Mangin (1996).

Il existe toutefois au moins un contre-exemple : dans le bassin supérieur de La Dure, dans la Montagne Noire (Aude), ont été comptabilisés 33 ferriers et 25 épandages sur une surface qu'on peut estimer à moins de 10 km² (DECOMBEIX *et al.* 2000), soit 3,3 ferriers/km^2. Cette zone paraît donc modeste en surface mais très dense surtout si l'on tient compte du fait que deux de ces amas ont un volume estimé à plus de 100 000 m^3 et qu'au moins neuf sont évalués entre 1 000 et 10 000 m^3 : c'est ici la limite principale d'une approche cartographique qui ne tient pas compte du volume de déchets de chaque atelier recensé.

Si l'on s'intéresse au volume total de scories des zones de production du Bas Maine, l'impression est ainsi légèrement différente. La tentative de classification des zones de production sidérurgique anciennes établie par V. Serneels et M. Mangin a proposé des seuils permettant de distinguer les zones majeures, moyennes ou mineures (SERNEELS, MANGIN 1996). Le seuil entre ces deux dernières catégories a été fixé à 50 000 tonnes de scories, les zones majeures devant rassembler plus d'1 000 000 de tonnes. Si l'on se place dans ce cadre, on peut confirmer l'appartenance de la région de Charnie à la seconde classe, grâce à l'évaluation du volume des ferriers de ce secteur à plus de 100 000 m^3 au total (cf. 8.2.2.1). Il en va de même de la région de Sillé, où la conservation des sites permet de fournir une estimation plus précise, là aussi supérieure à 50 000 m^3 (cf. 9.3.1.4). Les données sont encore lacunaires pour la région de Lavardin/La Bazoge, mais l'identification par M. Hubert de très importants ferriers[131] invite à penser que cette zone peut être placée parmi les zones moyennes. Les autres zones de production de la région comptent très probablement moins de 50 000 t de déchets, à l'instar de la zone de Pail (la somme des estimations de volume de quelques ferriers de ce secteur est de 17 210 m^3). Toutes les autres sont des zones mineures, voire très secondaires. Le Bas Maine ne compte pas de zone de production majeure mais reflète une activité sidérurgique moyenne à importante, sur une très longue durée.

Il existe cependant d'autres zones de production sidérurgique comparables à celles mises en évidence dans le Bas Maine. Ces zones de faible surface et rassemblant généralement moins de 100 ferriers n'ont pas encore fait l'objet de recherches approfondies, hormis dans le Jura suisse (ESCHENLOHR 2001). Elles sont essentiellement connues grâce à l'inventaire des sites métallurgiques mené par l'équipe de M. Mangin dans l'est de la France, à partir de la fin des années 1980 (recherches de M. Boukezzoula, A. Faivre, H. Laurent et B. Raïssouni) (FAIVRE *et al.* 1995), ou encore à la faveur

[130] Cela nécessitait l'enregistrement sur SIG de l'ensemble des sites de ces régions, tâche en partie hors sujet qui s'est avérée trop longue à réaliser pour la présente étude.
[131] Voir sites de "La Côte des Guigniers" 1 à 3, sur la commune de La Bazoge : SARRESTE 2006 : 157-159.

de recherches ponctuelles, plus ou moins anciennes. On peut ainsi citer une petite série de zones, proches dans leur surface, comme par le nombre de ferriers, de celles du Bas Maine :

- dans la forêt de Bercé (Sarthe), 62 ferriers ont été repérés par Y. Gouchet, agent de l'ONF, sur environ 70 km², soit 0,89 ferrier/km^2 (SARRESTE 2007b) ;

- dans la région de Berthelange (Doubs), 60 sites de réduction directe ont été repérés sur environ 150 km², soit 0,4 ferrier/km^2 (LAURENT 1993) ;

- dans le Mâconnais, 45 ateliers se trouvent sur 150 km², soit 0,3 ferrier/km^2 (FAIVRE *et al.* 1995 : 233 ; BOUKEZZOULA *et al.* 1990) ;

- en Lorraine, on peut distinguer trois zones regroupant entre 28 et 35 ferriers, généralement sur une aire de 100 km², soit entre 0,28 et 0,35 ferrier/km^2 (LEROY 1997 : 113) ;

- dans les Hautes Baronnies (Hautes-Pyrénées), 33 ferriers ont été repérés sur environ 10 km², soit 3,3 ferriers/km^2 (BEYRIE, FABRE, SABLAROLLES 2000);

- dans la montagne de Larla (Pyrénées-Atlantiques), une petite zone regroupe 33 ferriers sur moins de 10 km², soit 3,3 ferriers/km^2 (BEYRIE *et al.* 2003) ;

- les prospections récentes dans la forêt de Bellême (Orne) ont permis la découverte de 23 ferriers, sur une surface non indiquée (MORAND 2007 : 45) ;

- dans le nord-ouest du Berry, mon étude de maîtrise a permis de mettre en évidence deux petites zones de production : l'une centrée autour de Grazay (Cher), comptant 23 ferriers sur environ 70 km² – soit 0,33 ferrier/km^2 –, l'autre autour de Luçay-le-Mâle (Indre), 12 sur environ 50 km² – soit 0,24 ferrier/km^2 – (SARRESTE 2003) ;

- sur les communes d'Aunay-sur-Oudon et du Bény-Bocage (Calvados), une vingtaine de sites à scories ont été découverts, dont 8 ferriers (BERNOUIS 1991).

Les zones de production du Bas Maine s'inscrivent dans la même série. L'étude systématique menée par L. Eschenlohr (2001) sur le Jura central suisse donne d'ailleurs des résultats proches : deux zones comptent plus de 80 ferriers sur des surfaces de 78 et 201 km², deux plus de 25 sites, trois moins de 25 et une moins de 10, avec une densité de 0,06 à 1,7 ferriers/km² (*ibid.* : 62, fig. 41). Les zones très modestes sont donc probablement nombreuses. Les recherches anciennes et les prospections en laissent supposer l'existence dans plusieurs départements : dans le Loir-et-Cher (FLORANCE 1913 ; MAGIORANI 2000), dans la Vienne (RICHARD 1990), dans l'Indre-et-Loire (CORDIER 1957 ; 1974) et la liste est loin d'être exhaustive. Les grandes zones mentionnées au début de ce sous-chapitre sont sûrement des cas rares et isolés.

12.2.1.2. Organisation interne d'un atelier de réduction directe romain

La fouille d'un ferrier de la forêt de Sillé, situé dans la parcelle dite de "Roche Brune" (commune de Pezé-le-Robert, Sarthe), a permis de mettre au jour un atelier de réduction gallo-romain organisé autour de deux bas fourneaux similaires protégés par un même bâtiment sur poteaux porteurs d'environ 100 m^2, couvrant également deux fosses de stockage, l'une pour le minerai, l'autre pour le charbon (cf. 10.2). L'impression d'organisation qui se dégage du plan de ce bâtiment (fig. 185) est renforcée par l'aménagement de deux niveaux de travail distincts et par une gestion des déchets amenant à la constitution de ferriers dont l'emprise au sol est restreinte mais dont la hauteur maximale dépasse les 4 m. L'occupation du site a pu être située dans le courant du Haut-Empire, probablement entre 70 et 170 ap. J.-C (cf. 10.2.5.1). Le site de "Roche Brune" s'intègre à la très courte liste des installations de même type fouillées en France. Peu d'ateliers comparables, contemporains de celui-ci, sont encore connus, et seuls deux présentent une configuration proche, celui du "Buisson" à Saint-Evroult-de-Monfort (Orne) (LANGLOIS 2005) et celui des "Ferrys" à La Bussière (Loiret) – même si les fourneaux sont ici de morphologie différente (fourneaux en coupole) – (REBISCOUL 2003). Ces exemples évoquent, à une échelle inférieure, les ateliers du "Domaine des Forges" et de "Montrouch" aux Martys (Aude) (DOMERGUE *et al.* 1993 ; DECOMBEIX *et al.* 2000).

Les calculs fondés sur les estimations du volume de déchets – et donc de métal – produit et la durée d'occupation proposée laissent supposer une activité intensive, peut-être continue (cf. 10.4.2.3). Par ailleurs, l'important niveau de rejet céramique (dépôt secondaire) mis au jour dans le ferrier situé à l'est du bâtiment d'atelier indique sans aucun doute la présence d'un habitat à proximité immédiate, mais non encore dégagé dans l'emprise des sondages (cf. 10.2.6.1). Sa présence ne fait pas de doute et l'on peut supposer l'existence d'occupations similaires au voisinage de plusieurs autres ferriers ayant livré plusieurs dizaines, voire des centaines de tessons romains en surface[132]. L'association d'un atelier structuré et d'un habitat – qui reste à qualifier – dans une zone où l'on ne pratique, *a priori*, ni l'extraction, ni le charbonnage (cf. 10.3) invite à penser qu'on a ici une unité artisanale spécialisée dans la réduction directe et qui s'insère dans une chaîne de production organisée et compartimentée. Il semble bien que ce type d'installation, dont on peut supposer l'existence ailleurs, fait partie intégrante d'un phénomène de rationalisation de la production, lequel se manifeste apparemment dans notre région vers le milieu ou le dernier quart du Ier s. ap. J.-C. (si l'on se fonde sur les quelques sites ayant livré suffisamment de matériel et sur l'exemple de "Roche Brune").

Cette conclusion n'est pas nouvelle et va dans le sens de ce qu'avait déjà pressenti H. Cleere (1983) dès la fin des années 1970, et appuyé par C. Domergue (*et al.* 2006) à la suite des fouilles menées en Montagne Noire : l'époque romaine se traduit, au moins dans les provinces de Narbonnaise, des Trois Gaules et de Bretagne, par une meilleure structuration de la production sidérurgique. L'exemple de l'atelier de "Roche Brune" montre que ce phénomène s'applique également à des sites plus modestes que ceux étudiés jusqu'ici, qui sont généralement 10 à 100 fois plus importants en quantité de résidus que celui-ci[133]. En outre, l'étude chimique montre que cette

[132] "La Gaufrie" à Laval, 53 140.01 et "Les Landes" à Joué-en-Charnie, 72 140.01.
[133] exemple du "Domaine des Forges" aux Martys, dans l'Aude : DOMERGUE *et al.* 1993 ; des "Ferrys" dans le Loiret : REBISCOUL 2003 ; des "Fouetteries" aux Clérimois, dans l'Yonne : DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995.

structuration s'accompagne, au moins dans notre cas – et très probablement ailleurs – d'une maîtrise semble-t-il accrue du procédé technique, amenant à des rendements exceptionnels et donc à une mutation dans l'économie du fer (cf. 12.2.1.3), mais également à une meilleure gestion de l'approvisionnement en matières premières (cf. 12.2.2).

Cette structuration de la production sidérurgique s'inscrit dans la période d'essor des Gaules caractérisée par la mise en place dans les campagnes d'un réseau de *villae*, mais aussi par la monumentalisation et la réorganisation des villes et, dans le domaine de la production artisanale, par une production céramique accrue (FERDIÈRE 2005a : 127-129). On peut donc associer ces phénomènes. On reviendra plus loin sur le sens à donner à cette structuration dans le débat concernant la "romanisation" (cf. 12.4.1.1).

*
* *

L'analyse spatiale des sites de réduction du Bas Maine et l'étude de cas de l'atelier gallo-romain de "Roche Brune" permettent d'apporter plusieurs éléments concernant l'organisation de la production sidérurgique ancienne de cette région :

- les zones de production du Bas Maine, dont la chronologie est encore mal connue, semblent relever, à l'exception des zones de premier niveau évoquées dans le point suivant, d'une production sidérurgique petite à moyenne, étalée dans le temps et dispersée à travers le territoire ;

- les zones de production de Charnie, de Sillé et de Lavardin/La Bazoge peuvent être intégrées à la liste des zones d'importance moyenne à l'échelon national ; elles traduisent une production moyenne à importante dont une bonne partie semble attribuable à l'époque romaine (au moins dans le cas des zones de Sillé et de Charnie) ;

- L'étude de cas du site de "Roche Brune" montre que la forte structuration des ateliers de production mise en évidence ailleurs pour l'époque romaine s'applique à cet atelier du Bas Maine.

*
* *

L'organisation de ce dernier site et l'apparente concentration de la production sidérurgique dans des zones dévolues à cette activité durant l'époque romaine participent d'un phénomène de structuration également sensible dans l'approvisionnement des ateliers en matières premières.

12.2.2. Approvisionnement en matières premières

12.2.2.1. Les matières premières à disposition : minerai de fer et bois dans le Bas Maine

- Les minerais de fer

Le Bas Maine se trouve à la marge orientale du Massif Armoricain, au contact avec les formations secondaires du Bassin Parisien (chap. 6). Cette géologie complexe offre des ressources en fer nombreuses et variées. Ainsi, près d'une dizaine de formations géologiques différentes contiennent suffisamment de fer pour avoir été mises en œuvre comme minerai. La cartographie de ces niveaux à partir des cartes géologiques permet de mettre en évidence leur répartition inégale à travers la zone d'étude (cf. 6.2). Certains secteurs n'offrent ainsi qu'un type de minerai :

- minerai oolithique primaire des grès ordoviciens dans les synclinaux de Mortain-Domfront (Orne) et de Martigné-Ferchaud (Mayenne) ;

- minerai des formations superficielles tertiaires, dites sidérolithiques, dans la région d'Évron, de Grazay/Marcillé-la-Ville, de La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour et de Château-Gontier (Mayenne) ;

- minerai des argiles cénomaniennes à glauconie dans la région de Lavardin/La Bazoge (Sarthe).

D'autres secteurs présentent, conjointement et sur une aire restreinte, plusieurs formations, parmi lesquelles celles évoquées ci-dessus, mais également des grès ferrugineux primaires (grès de Gahard et de Blandouet). C'est notamment le cas des régions situées à la limite du Massif Armoricain et du Bassin Parisien, entre Mayenne et Sarthe : autour de la forêt de Charnie, dans la région de Sillé-le-Guillaume (Sarthe), dans la haute vallée de la Sarthe (Orne et Sarthe).

Cette cartographie souligne également le fait que la majeure partie de la zone d'étude est dépourvue de toutes ressources en minerai de fer (fig. 37). Ainsi, le socle granitique du nord de la Mayenne et du sud-ouest de l'Orne ou les niveaux briovériens de l'anticlinal de Château-Gontier ne peuvent livrer de formations exploitables. Des formations ferrugineuses néogènes (alios, bétain) ont été notées à plusieurs reprises dans ces régions, mais on ne peut assurer leur exploitation pour la sidérurgie.

Les observations de terrain et une étude documentaire menée sur les archives minières modernes et contemporaines permettent de cerner neuf secteurs miniers d'inégale importance, dont l'exploitation est attestée à ces époques (cf. 6.2.3). Paradoxalement, ces secteurs ne recouvrent pas exactement les formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer. Dans le cas de la région d'Évron (Mayenne), les textes prouvent l'extraction de minerai alors que les cartes géologiques ne mentionnent ici aucune ressource en fer. Ceci s'explique par le fait que le minerai sidérolithique,

extrait dans ce secteur à l'époque moderne, n'est pas considéré aujourd'hui comme une ressource minière par les géologues, qui ne le signale donc pas. C'est pourquoi notre cartographie prend en compte les formations détritiques tertiaires pouvant contenir ce type de minerai, même si l'exploitation n'en est pas fermement attestée. Ainsi, dans la région de Château-Gontier (Mayenne), aucun texte, ni aucune trace d'extraction, moderne ou contemporain ne prouve que le minerai sidérolithique des dépôts détritiques tertiaires a été exploité ici. Or c'est bien le cas puisqu'on connaît des ferriers dans ce secteur. Dans ce dernier cas, il semble donc bien que le potentiel minier ait été mis en valeur anciennement mais qu'il a ensuite été oublié (voir 12.2.1.2).

Enfin, on peut envisager la disparition de certains petits gisements ponctuels (cas des minerais sidérolithiques) à la suite de leur exploitation. Toutefois, la cartographie des formations encaissantes permet de pallier en partie ce problème pour l'identification des ressources minières anciennes. Ainsi, même si un filon de minerai a été exploité jusqu'à son épuisement total, il reste quand même la roche encaissante, dont la stratigraphie géologique est généralement connue et qu'on peut donc localiser. On peut également s'appuyer pour ceci sur les vestiges des exploitations passées.

Les traces d'extraction de minerai de fer les plus anciennes connues dans la zone d'étude ont été découvertes lors des travaux miniers contemporains sur le chapeau de fer de Rouez (Sarthe) (GUIOLLARD 1993). Il s'agit de puits de mine cylindriques de moins d'un mètre de diamètre. La datation par radiocarbone de bois découvert au fond de ces exploitations permet de les attribuer à l'époque romaine (cf. 6.3). D'autres puits semblables et des minières ont été reconnus dans la zone d'étude sans qu'on puisse les dater. En outre, l'abondance des minerais de fer dans les formations de surface de la région a probablement donné lieu à des ramassages qui ne laissent pas de traces. Cette forme d'exploitation concerne, entre autres, les formations sidérolithiques, mais aussi des affleurements de nodules de minerais dans les argiles à glauconie ou ceux des filons de minerai oolithique primaire. La répartition de ces affleurements est mal connue et peut avoir varié dans le temps en raison de leur exploitation mais aussi de la mise au jour de nouveaux filons par érosion.

Pour apprécier la qualité de ces formations de surface, des examens minéralogiques et des analyses chimiques ont été réalisés (cf. 6.4). Elles prouvent que les minerais sidérolithiques, encore accessibles en surface de nos jours, sont tout à fait exploitables pour la réduction directe malgré leur forte hétérogénéité. Le fer y est présent sous forme d'hydroxyde (goethite), parfois à des teneurs très élevées. De même, les argiles à glauconie du Bassin Parisien fournissent un minerai très riche. Le corpus d'analyses est encore insuffisant pour caractériser les autres formations, même si l'on peut sans doute envisager l'utilisation du minerai oolithique primaire des grès ordoviciens, connus ici à travers un unique échantillon provenant de la commune de La Chapelle-Anthenaise (Mayenne) (cf. 6.4.3.2), pour la sidérurgie ancienne.

- Le boisement

L'archéologie ne peut restituer la topographie des boisements anciens. Il est toutefois possible que certains massifs forestiers du Bas Maine aient une origine ancienne, même si l'on ne peut pas affirmer qu'ils ont toujours constitué des boisements continus. C'est le cas en particulier de la forêt de

Sillé. Les études palynologiques permettent néanmoins de dresser les grandes lignes de l'évolution de la couverture forestière de la zone d'étude depuis le début de l'Holocène et d'établir sa composition taxonomique (cf. 3.2.3). Ces données sur le boisement sont toutefois encore insuffisantes pour permettre de réaliser une véritable étude des boisements mis en œuvre pour la sidérurgie ancienne de cette région.

12.2.2.2. Les relations des ateliers de réduction directe avec leurs ressources en matières premières

- Le minerai

L'absence de minerai dans le substrat de l'atelier de "Roche Brune" est significative de la relation ambiguë qu'entretiennent les ateliers de réduction avec leurs ressources de cette matière première. Si l'on élargit l'observation à l'ensemble des ateliers repérés dans le Bas Maine, grâce à une analyse spatiale menée sur SIG, la première constatation est que la présence de minerai sur place est le plus souvent recherchée pour l'implantation d'un atelier de réduction (cf. 8.1.1.1). En revanche, il apparaît que certains secteurs miniers, en activité durant les périodes moderne et contemporaine, n'ont pas été exploités aux époques anciennes par le procédé direct. Ainsi, aucun ferrier n'a été découvert dans la région d'Évron, qui alimente, du XVIIe s. au milieu du XIXe s., les hauts fourneaux d'Hermet (Mézangers, Mayenne) et d'Aron (Mayenne). Cet exemple n'est pas isolé : de vastes secteurs offrant des formations potentiellement utilisables pour la sidérurgie n'ont pas été exploités, ou seulement de façon très modeste, notamment autour de la forêt de Mayenne, dans la région de Grazay (Mayenne), dans la région de Château-Gontier (Mayenne) et c'est également le cas des filons de minerai oolithique primaire du synclinal de Mortain-Domfront (Orne).

Il semble donc bien qu'il y a eu un choix des secteurs exploités pour la sidérurgie. La teneur du ou des minerais et leur accessibilité en surface entrent certainement en ligne de compte, mais ne peuvent expliquer partout la désaffection de certaines zones au potentiel minier comparable. La mise en valeur de ces secteurs pour d'autres activités agro-pastorales pourrait expliquer que la production sidérurgique ait été repoussée. Il faut également envisager ici les problèmes liés à la propriété ou au statut juridique de ces terrains, dont l'influence est complexe et sur lesquels on reviendra plus loin (cf. 12.4.2.3).

L'implantation des ateliers de réduction sur les formations pouvant contenir du minerai n'est toutefois pas une règle générale dans le Bas Maine. Certains se trouvent à proximité, d'autres en sont parfois très éloignés. Dans certains cas, on peut supposer que le minerai utilisé a disparu du fait même de son exploitation. Toutefois, plusieurs ferriers ont été découverts à des endroits où aucune formation géologique avérée ne peut ou n'a pu livrer de minerai de fer. C'est notamment le cas de certains ferriers implantés sur le socle granitique[134], dans le nord du département de la Mayenne ou le sud de celui de l'Orne, mais également de certains ferriers de la forêt de Sillé, implantés sur un substrat

[134] Cas, parmi d'autres, du ferrier de "La Fontaine" à Crennes-sur-Fraubée (Mayenne) (53 085.01) ou de "La Binardière" à Magny-le-Désert (Orne) (61 243.01) (cf. annexe 3.1).

schisteux[135]. On peut supposer, dans cette situation, l'exportation de minerai des secteurs miniers vers des ateliers situés à plus ou moins longues distances (de l'ordre de 10 km).

Les examens minéralogiques menés sur une petite série d'échantillons de minerais collectés sur le site de "Roche Brune" ont permis de rapprocher ces roches des formations des argiles à glauconie du Bassin Parisien distantes d'au moins 4 km du site (cf. 6.4.2.4). On a ainsi pu mettre en évidence, pour cet atelier de réduction, l'importation du minerai sur une distance moyenne, malgré le fait qu'il existe des ressources plus proches (à moins de 500 m d'après la carte géologique). Ce serait ainsi plus de 4 450 t de minerai qui auraient été importées vers cet atelier (cf. 10.4.2.3).

L'exemple du site gallo-romain du "Latté" à Oulches (Indre) avait déjà permis de démontrer le transport sur des distances parfois importantes de minerai (dans ce dernier cas, à une vingtaine de kilomètres : DIEUDONNÉ-GLAD 1994 : 324). Toutefois, il s'agit ici d'un minerai utilisé en complément d'un minerai local et non d'un approvisionnement exclusif, comme cela semble être le cas pour l'atelier de "Roche Brune". Le seul exemple comparable connu à l'heure actuelle est celui des métiers de férons de Normandie à l'époque médiévale. L'étude historique menée par M. Arnoux (1993) a montré que le minerai ramassé par les mineurs pouvait parcourir plusieurs dizaines de kilomètres et changer plusieurs fois de mains avant d'être traité. On possède d'ailleurs un exemple de ce type de transport juste au nord de la zone d'étude, avec le traitement du minerai de la minière de Beaumont (Saint-Rémy-sur-Orne, Calvados) dans les forges de la forêt de Halouze (Orne) (cf. 8.1.1.1). Ce type de transport est la règle à l'époque médiévale dans la région et traduit une organisation très forte de la production (ARNOUX 1993 : 240-257). Si les distances semblent moindres dans le cas de l'approvisionnement de l'atelier gallo-romain de "Roche Brune", l'exploitation et le transport du minerai devaient être tout aussi organisés.

L'installation de ce dernier atelier dans un secteur où il n'y a, *a priori*, pas de minerai suppose que le transport de cette matière première était prévu dès le début de l'exploitation. De surcroît, le minerai importé semble provenir d'un seul type de gisements, peut-être d'un seul lieu, qui est relativement éloigné. Ceci suppose que le site de réduction s'inscrit dans une chaîne de production planifiée, compartimentée et spécialisée. On ne peut malheureusement pas établir les relations exactes qu'entretenait l'atelier de réduction avec la zone d'extraction : l'un était-il attaché à l'autre, les artisans allant extraire eux-mêmes le minerai avant de l'apporter à l'atelier ? Y avaient-ils des liens commerciaux entre eux (l'atelier achetant son minerai aux mineurs) ? Ou les deux étaient-ils distincts mais appartenaient à une même entreprise (privée ou publique) ?

Dans ce cadre, l'établissement d'une signature chimique commune à deux sites de la forêt de Sillé est un élément intéressant (cf. 10.3.2). On peut en effet supposer que la corrélation observée entre le minerai découvert sur le site de "Roche Brune" et les scories du ferrier de "La Fontaine d'Enfer", situé à environ 2 km à vol d'oiseau, montre que c'est bien le même type de minerai qui a été traité par ces deux ateliers. Dans ce dernier cas, le minerai des argiles à glauconie se trouve également à plusieurs kilomètres de l'atelier et d'autres types de minerais plus proches existent. Les deux sites sont en outre datés du Haut-Empire (cf. 9.3.1.3). Les quelques tessons de céramique commune découverts

[135] Par exemple celui de "Roche Brune" à Pezé-le-Robert (72 234.06) mais aussi de la plupart de ces voisins.

dans les coupes du ferrier de "La Fontaine d'Enfer" sont de même type que ceux identifiés sur le site de "Roche Brune", ce qui pourrait plaider pour un même approvisionnement céramique et donc pour une éventuelle contemporanéité des deux sites. Il est donc possible que ces ateliers utilisent un minerai semblable, provenant du même type de formations, et de manière synchrone.

On ne peut toutefois pas affirmer que ce minerai était extrait au même endroit, dans un seul chantier. Il paraît néanmoins acceptable de proposer dans ce cas qu'une même zone d'extraction, située à l'est de la forêt de Sillé, approvisionnait, durant le Haut-Empire, plusieurs ateliers, distants de plusieurs kilomètres entre eux et des sites d'extraction.

Il est notable que très peu de ferriers ont été découverts sur les formations même de minerais de fer des argiles à glauconie. Ceci pourrait s'expliquer par la carence en bois, et donc en combustible, de ce secteur aux époques anciennes, mais ne justifie en rien le fait que les formations de minerais présentes dans le sous-sol de la forêt (minerai oolithique primaire, grès de Blandouet et dépôts sidérolithiques) n'ont pas été exploitées par les deux ateliers pour lesquels on possède des analyses. L'explication de ce choix et de l'apparente séparation des espaces dévolus à l'extraction et à la réduction doivent donc répondre, outre les problèmes d'approvisionnement en combustible, à d'autres contraintes, notamment celles liées à la propriété et à la gestion de chacune des installations de ces deux types (extraction et réduction) (cf. 12.4.2.3).

Se pose en effet la question de l'exploitation mutualisée de la zone d'approvisionnement en minerai. S'il est envisageable que chaque atelier de réduction y ait possédé son propre chantier d'extraction, on ne peut pas exclure qu'un seul chantier puisse distribuer le minerai extrait à plusieurs ateliers. On retourne ici aux questions délicates de la propriété et de l'encadrement des opérations d'extractions (cf. 12.4.2.3). En effet, l'hypothèse de la distribution de minerai par un chantier à plusieurs ateliers ne répond pas aux interrogations concernant les liens qu'entretenaient entre eux les sites d'extraction et de réduction : liens commerciaux ou appartenance à une même entreprise ?

*
* *

On peut donc supposer, sur la base de l'exemple de la forêt de Sillé, une organisation très forte de l'approvisionnement des ateliers de réduction en minerai de fer, durant l'Antiquité, probablement en relation avec un encadrement de la production, sans préjuger ici de l'identité ou du statut juridique de celui-ci. Ces phénomènes ne peuvent pas être établis pour les périodes antérieures dans le Bas Maine, faute de vestiges. Il semble toutefois que cette compartimentation de la chaîne de production apparaisse, dans cette région, au début de la période romaine (seconde moitié ou dernier quart du Ier s. ap. J.-C.)

- Le combustible

L'éloignement entre les ateliers de réduction et les sites d'extraction de minerai est, on l'a dit, en partie dû au problème d'approvisionnement en combustible. Le bois, nécessaire en plus grande quantité que le minerai – au moins en volume – est plus difficilement transportable et, quand les deux ressources ne sont pas présentes en même temps, c'est généralement le minerai qui est importé vers l'atelier. La présence d'un boisement suffisant pour l'approvisionnement des fourneaux constitue donc un facteur déterminant pour l'implantation d'un site de réduction directe pérenne. On ne peut pas affirmer, pour l'époque romaine, que les ateliers étaient installés directement dans la forêt qui était exploitée pour le charbonnage[136]. Bien sûr, c'est la situation qu'on imagine la plus courante, mais sans toujours pouvoir l'argumenter, tant sont mal connus les boisements antiques. Des éléments invitent même à penser le contraire : l'absence de structures de charbonnage dans l'emprise des sondages sur le site de "Roche Brune" pourrait indiquer que ce combustible était produit ailleurs avant d'être amené jusqu'à l'atelier. Toutefois, l'étude anthracologique montre que les essences utilisées étaient ici très probablement disponibles sur place (cf. 10.3.3.1). On peut donc supposer que si le charbon a été importé, c'était seulement sur de courtes distances.

L'étude préliminaire de deux lots de charbon de "Roche Brune" montre la présence dominante de bois de hêtre, et dans une moindre mesure de chêne et de quelques charbons d'autres espèces (bouleau, aulne, saule) (cf. 10.3.3.1). Cette distribution laisse supposer une sélection des essences charbonnées, privilégiant le bois de hêtre de calibre petit à moyen, idéal pour le charbonnage, et fournissant un bon combustible pour la sidérurgie ancienne, comme le prouve son utilisation récurrente dans de nombreux ateliers (cf. 10.3.3.2), quelle que soit la période. Ceci suggère une certaine forme de gestion de l'approvisionnement en bois, qui pourrait être menée sous forme de taillis ou d'un "jardinage" (cf. 10.3.3.3). Même si l'on ne peut pas parler de sylviculture, il s'agit sans doute d'une exploitation raisonnée.

Celle-ci se justifie d'ailleurs pleinement, aux vues des quantités de bois nécessaires au fonctionnement de cet atelier. Les calculs effectués sur la base de données issues de l'archéologie expérimentale ont permis d'établir que les fourneaux de "Roche Brune" ont dû consommer plus de 53 420 m^3 de bois durant la phase d'occupation romaine, évaluée à un siècle environ, peut-être moins (cf. 10.4.2.3). On peut sans doute établir ici un parallèle avec l'étude d'un autre site fortement consommateur de bois, l'atelier de production céramique de Sallèles-d'Aude (CHABAL 2001). L'étude anthracologique de dix fours représentant chacun une période d'occupation du site du Ier au IIIe s. ap. J.-C., combinée à un modèle économique fondé sur des données techniques (taux de croissance d'un taillis par an, estimation de la consommation annuelle des fours), a permis de démontrer que cet atelier, de première importance, a pu se contenter d'une aire d'approvisionnement qui n'a jamais excédé 1,3 km de rayon, soit environ 530 ha (*ibid.* : 103). L. Chabal n'hésite pas à proposer un taillis à

[136] On le sait seulement, dans notre zone d'étude, pour les ateliers médiévaux de la forêt de Halouze et de La Haye de la Ferrière, cf. 8.1.1.2.

révolution courte (entre 5 et 20 ans) et une exploitation rationalisée, dont la réalisation pourrait être le fait des potiers eux-mêmes.

Les données de cette étude ne sont pas entièrement transposables à notre cas, en raison des différences de boisements et de climat entre le Bas Maine et l'arrière-pays méditerranéen, et aussi de productions différentes (céramique là et réduction ici). Toutefois, on peut noter que, pour une consommation de bois de 640 m^3/an et pour un boisement de taillis, le modèle fournit une aire d'approvisionnement de 523 ha. On peut donc supposer qu'avec une consommation de charbon de bois moyenne de 534 m^3/an (cf. 10.4.2.3), l'aire d'approvisionnement de l'atelier de "Roche Brune" ne devait pas dépasser quelques centaines d'hectares. Si l'on suppose que celle-ci est centrée sur l'atelier, il est donc vraisemblable que le bois a été collecté à une distance de quelques centaines de mètres, voire un kilomètre, de l'atelier, au maximum. Ceci tend à minimiser, au moins pour l'époque romaine, l'impact environnemental de la sidérurgie ancienne, parfois considéré comme catastrophique (PELET 1988).

Ceci va dans le même sens que les constatations avancées grâce à l'exemple de l'étude pollinique de "La Baforière" (Blandouet, Mayenne) (cf. 8.1.1.2). Le hasard a voulu qu'un des sondages palynologiques effectués par D. Barbier (1999) dans le cadre de sa thèse se trouve à moins d'un kilomètre de plusieurs ferriers dont l'activité est attestée pour l'époque romaine. Or l'enregistrement pollinique ne révèle pas, pour cette période, une baisse importante de la proportion de pollens d'arbres ; au contraire, celle-ci augmente même légèrement. Il est sans doute possible de voir là un signe de l'exploitation raisonnée qu'on vient de proposer. Si l'on admet ceci, on peut tirer une autre information intéressante du diagramme "société-végétation" établi pour le sondage de "La Baforière". En effet, on constate que la proportion des pollens d'arbres se stabilise à l'époque romaine, alors qu'elle connaissait une diminution continue depuis la transition Hallstatt/La Tène. Cette observation peut constituer un argument supplémentaire pour attribuer à l'époque romaine le phénomène de rationalisation de l'exploitation des boisements.

*
* *

L'analyse spatiale des ferriers du Bas Maine, réalisée grâce au SIG, ainsi que les exemples du site de "Roche Brune" et de la forêt de Sillé, montrent que la présence de minerai sur place n'est pas un facteur déterminant dans l'installation d'un atelier de réduction directe. C'est sans doute plus le bois qui détermine, d'un point de vue technique, ce type d'implantation. Les exemples manceaux confortent, en effet, l'existence de transport de minerai sur de moyennes distances, dès l'Antiquité. C'est, en outre, à cette dernière période qu'on perçoit une nette rationalisation de l'approvisionnement des ateliers de réduction en minerai et en bois, peut-être dans le cadre d'un encadrement plus rigoureux de la chaîne de production sidérurgique. Ceci ouvre sur des interrogations concernant le statut juridique et la propriété des installations de production et des terrains, questions qui sont développées plus loin (cf. 12.4.2.3). En tout état de cause, il ne fait pas de doute que cette rationalisation a un impact sur le volume de métal produit et donc sur l'économie.

12.2.2.3. L'impact économique

La structuration de la chaîne de production sidérurgique, assortie d'un progrès technique – qui reste à comprendre –, a très probablement entraîné à l'époque romaine une très forte augmentation du volume de métal produit. Le seul site de "Roche Brune", qui est un atelier "moyen", a dû produire près de 1 000 t de fer travaillable en environ un siècle. Or ce site n'est pas isolé : il s'inscrit dans la zone de production de Sillé (chap. 9). Même s'il n'est pas encore possible de généraliser le rendement calculé pour le site de "Roche Brune", on peut présumer que les sites de la forêt de Sillé ont produit de très importantes quantités de fer, sans doute plusieurs milliers de tonnes, en deux ou trois siècles (la majorité des sites étant datés de l'Antiquité et surtout du Haut-Empire).

L'exemple de la forêt de Sillé montre une très forte structuration de la production sidérurgique, avec une chaîne opératoire compartimentée et une production de masse. On peut raisonnablement envisager que la quantité de fer issue de cette zone dépasse les besoins en fer de la population locale (région de Sillé). Il est donc dans ce cas probable que le fer produit en forêt de Sillé a été exporté au moins à l'échelle régionale (jusqu'à Jublains, au Mans ou plus loin ?).

Bien sûr, cette conclusion n'est pas révolutionnaire. Cela fait longtemps que les chercheurs spécialistes de la sidérurgie ancienne sont convaincus qu'une bonne partie de la production sidérurgique romaine des Gaules est vouée au commerce à plus ou moins longue distance. D'ailleurs, les barres de fer des épaves antiques de la côte méditerranéenne sont là pour le prouver (COUSTURES *et al*. 2006). Toutefois, les évaluations dont on dispose pour le site de "Roche Brune" et la forêt de Sillé sont encore trop rares pour démontrer que c'est le cas partout. Ainsi, à l'échelle de la région étudiée ici, seules trois zones pourraient répondre à ce type de production : celle de Sillé, le pôle **b** de celle de Charnie et celle de Lavardin/La Bazoge, ces deux dernières encore très mal connues. Pour le reste, il n'est pas possible de qualifier le rôle économique des sites repérés, et ce quelle que soit leur taille. Dans certains cas, les dimensions ou la situation topographique permettent même de relativiser l'importance des ateliers : c'est notamment le cas des plus petits ferriers (inférieurs à 300 m^2) (cf. 7.3). Par ailleurs, les amas de scories situés le long de voie terrestre sont peut-être les témoins d'ateliers qui diffusaient leur production par la voie qui les longeait sans qu'on puisse définir à quelle distance était exporté le métal. Certaines petites zones devaient écouler sur le marché local (marché le plus proche), notamment celles qui sont situées à proximité des agglomérations ou des points de passage, comme celle d'Aron pour Jublains ou de Laval, à proximité d'un gué sur la Mayenne.

*
* *

L'image qui se dégage de l'exemple du Bas Maine est celle d'une production sidérurgique à deux échelles : celle, très fortement structurée, produisant en masse pour l'exportation à l'échelle régionale ou supra-régionale (pour la cité entière et peut-être ses voisines) et celle, plus modeste et plus dispersée, qui répond seulement à la demande en fer de la population locale (marché ou agglomération la plus proche). Ici non plus, cette distinction n'est pas nouvelle ; toutefois, les zones de production étudiées jusqu'ici sur le territoire national pour l'époque romaine ont toujours été de

première importance : Montagne Noire, Forêt d'Allogny, région d'*Argentomagus*, Morvan (c'est moins vrai pour la période médiévale, pour laquelle on a étudié des ensembles plus modestes en Lorraine et dans le Jura suisse : LEROY 1997 ; ESCHENLOHR 2001). Les petites zones perçues ici, qui correspondent à une échelle de production bien inférieure et donc à une économie plus locale, n'ont souvent pas ou que peu été commentées, alors qu'elles doivent être les plus nombreuses. Cette petite production, qui peut être évaluée à quelques centaines de mètres cubes de scories produites en plusieurs siècles, est sûrement la trace d'une économie locale du fer, et ce à toutes les périodes.

12.2.3. Les opérations de post-réduction

12.2.3.1. L'absence des vestiges de post-réduction

Les conclusions établies pour l'organisation de la phase réduction ne peuvent malheureusement pas être élargies aux étapes postérieures de la chaîne opératoire dans le Bas Maine, faute de vestiges. L'indigence des données concernant les sites de post-réduction dans cette région par rapport à d'autres, notamment le Bassin Parisien (BAUVAIS 2007) ou le Haut-Auxois (MANGIN *et al.* 2000a), s'explique par le manque d'opérations archéologiques dans la région, aussi bien préventives que programmées (tout du moins pour les périodes historiques). Ceci nous prive des étapes essentielles menant du fer brut issu du bas fourneau à l'objet fini, notamment celle de l'épuration.

Aucune installation dévolue à ce dernier type d'opération n'a encore été identifiée de manière sûre dans la zone étudiée ici. On ne peut donc pas saisir, à l'échelle du territoire, le transfert des semi-produits entre les ateliers de réduction et ceux de forges d'épuration puis d'élaboration, dont les seuls connus sont situés dans la capitale de cité d'époque romaine, Jublains. Espérons que les futurs travaux du contournement de la ville de Mayenne et du tracé de la ligne ferroviaire à grande vitesse Le Mans-Rennes, qui traverse tout le Bas Maine, permettront de combler, au moins en partie, cette lacune.

12.2.3.2. La sidérurgie en milieu urbain : l'exemple de Jublains

Jublains fait partie des capitales de cités antiques des Gaules qui ont livré des résidus sidérurgiques (voir FERDIÈRE 2007/08 et inventaire à paraître dans la *RACF* 2009). Très peu d'études systématiques ont encore porté sur ces vestiges, hormis les exemples d'Autun (CHARDRON-PICAULT, PERNOD 1999) et d'Avenches (SERNEELS, WOLF 1998), et il est difficile de fournir des chiffres de comparaisons. Toutefois, sur la base de ces deux exemples, la capitale diablinte paraît avoir livré une quantité anormalement élevée de scories de fer (cf. 11.3.2.1). Cette sur-représentation est sans doute due au hasard des découvertes et à la fouille, à Jublains, d'une zone artisanale. La présence conjointe de scories de réduction et de post-réduction en assez grande quantité dans les fouilles de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières", ainsi que les mentions plus ou moins anciennes de déchets de fer en divers points de la ville, accréditaient l'hypothèse d'une activité sidérurgique intense dans l'agglomération. La présente étude remet quelque peu en cause cette vision des choses.

En effet, le minerai est absent du sous-sol de la ville et de son environnement immédiat et aucune structure archéologique n'y atteste la pratique de la réduction sur place. Les déchets issus de cette opération auraient pu n'être importés que comme matériau de construction (remblai d'assainissement). D'ailleurs les analyses chimiques ont montré que trois des dix scories de réduction prélevées dans les remblais de la capitale diablinte pourraient provenir d'une petite zone de production identifiée à moins de 10 km de Jublains, celle d'Aron (cf. 11.2.3). La réduction du minerai de fer en milieu urbain à Jublains semble peu probable et, si elle a eu lieu, elle a alors dû être occasionnelle, voire exceptionnelle.

Les examens métallographiques menés sur une partie des vestiges sidérurgiques de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" ont montré qu'ils sont tous issus de travaux de forge d'élaboration au sens large, non spécialisés et mettant en œuvre un fer plus ou moins épuré, parfois phosphoreux (11.3.2.4). Des indices encore très discrets – présence de fayalite dans quelques battitures – permettent d'envisager la réalisation de l'épuration dans la ville ou la forge de fer contenant encore de nombreuses impuretés issues de la réduction (cf. 11.3.2.3). Ceci pourrait appuyer l'hypothèse d'un traitement du minerai à l'extérieur de l'agglomération et l'importation de semi-produits plus ou moins bien épurés par les artisans urbains. L'origine de ce métal est encore indéterminée, même si l'on peut imaginer que les ateliers de la zone de production d'Aron, la plus proche de la capitale diablinte, ont pu participer à l'approvisionnement de la ville en fer. Des analyses complémentaires sur les inclusions des objets en fer de Jublains pourraient peut-être permettre de retrouver la signature chimique mise en évidence pour ce secteur (cf. 8.2.4).

Il n'est pas possible d'évaluer avec précision le poids de déchets produits par les ateliers de forge dégagés à Jublains. On ne peut pas, par conséquent, quantifier, même de manière approximative, la masse de fer mise en œuvre. Toutefois, la taille et le nombre des culots mis au jour indiquent la réalisation de phases de travail assez longues, durant lesquelles se succèdent parfois des opérations différentes, dont la soudure et/ou le traitement de grandes pièces (cf. 11.3.2.2). Ceci indique la réalisation de travaux variés et non une production standardisée. Cette diversité des tâches traduit sans doute la réponse à des commandes diverses, celles d'une clientèle voisine, "de proximité". Malgré l'importante quantité de déchets de post-réduction mise au jour, la production des ateliers sidérurgiques du secteur du "Taillis des Boissières" répond donc sans doute seulement aux besoins de la population locale, urbaine, et n'est sûrement pas destinée à un commerce d'exportation lointain. Il est toutefois impossible d'affirmer que ces objets ne sortent pas de l'agglomération, pour approvisionner les domaines ruraux proches, par exemple. Jublains aurait ainsi pu jouer le rôle – classique pour un chef-lieu de cité – de centre de redistribution du fer provenant de ses campagnes. Sans entrer de nouveau dans le débat entre "ville de production" et "ville de consommation", il paraît évident que, dans le cas de Jublains, la capitale de cité joue un rôle économique certain dans la production et s'inscrit sans doute dans un réseau d'échanges de proximité, transformant le fer venu de la campagne proche (Aron ?) à destination de la population urbaine et peut-être péri-urbaine. Il manque malheureusement à ce schéma l'attestation ferme de l'étape d'épuration du métal dans la ville et surtout le débouché réel, l'archéologie étant encore impuissante à suivre les objets en fer jusqu'à leurs consommateurs.

On peut enfin s'interroger sur la situation topographique des ateliers de travail du fer, et plus largement celle des activités artisanales, au sein de la ville, et sur sa signification économique et sociale (cf. 11.3.1). Les forges caractérisées à la périphérie de la zone urbanisée s'inscrivent dans le cadre d'une aire assez vaste où étaient pratiqués des artisanats variés (travail du cuir, du verre et des alliages cuivreux). Il n'est pas possible de qualifier le niveau de développement de ces activités car la plupart de leur production ne nous est pas parvenue (disparition du cuir, récupération du verre et du métal). Il est fort probable que l'importance accordée à la sidérurgie ne soit due qu'à la meilleure conservation de ses déchets. La structuration des ateliers identifiés à "La Grande Boissière" est particulièrement intéressante : ils forment, avec les habitats qui leur sont adjoints, des unités cohérentes (cf. 11.3.1.1). Ces ensembles se situent en dehors de la trame urbaine et se coupent même du réseau viaire. Cette apparente mise à l'écart ne s'accorde guère avec ce qui vient d'être dit sur leur probable débouché local et sur une clientèle voisine.

La situation de ces ateliers artisanaux pourrait s'expliquer par des facteurs sociaux : renvoi des artisanats à la périphérie de la ville pour des raisons de nuisances ; ou pour des raisons politiques liées à la réalisation du plan urbain mis en place à Jublains : îlots réservés aux résidences urbaines du type *domus* ? Cependant, le secteur de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" est le seul quartier de la ville à avoir bénéficié d'une fouille sur une grande surface et l'on ne peut affirmer qu'il constitue une réelle exception : qu'en est-il des artisanats dans le reste de l'agglomération ? On peut ainsi souligner que les vestiges de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" ne sont pas les seuls dans la ville (cf. 11.1.1) : les blocs-tuyères et les scories mis au jour lors de la fouille dite du "Lotissement de La Poste", au sud-ouest de l'agglomération (cf. 11.3.3.2), et, de façon plus anecdotique, l'exceptionnelle enclume découverte dans les remblais du temple (cf. 11.3.3.3), à la périphérie nord de la ville, montrent que les activités liées au fer, les plus visibles, sont présentes ailleurs, dans des secteurs dont l'urbanisme ne peut malheureusement pas toujours être bien qualifié. On ne peut donc pas expliquer la concentration des activités artisanales dans le secteur de "La Grande Boissière" et du "Taillis des Boissières" par une simple mise à l'écart des artisanats. Toutefois, l'installation des artisans aux marges des secteurs lotis et en contradiction avec la trame du plan urbanistique mise en place par le pouvoir ne peuvent être totalement étrangers à une certaine forme de prise de distance, qu'elle soit le fait de l'autorité ou des artisans eux-mêmes.

*
* *

Les données issues de l'étude des résidus de l'activité sidérurgique de Jublains et de leur répartition dans la capitale diablinte permettent de conclure sur trois points :

- la réduction du minerai au sein de la ville de *Noviodunum*/Jublains paraît très peu probable et peut sans doute être exclue ;

- les scories de réduction découvertes dans les remblais pourraient provenir, pour certaines, de la zone de production la plus proche de la ville, celle d'Aron, qui a probablement pu participer à l'approvisionnement en fer de l'agglomération ;

- l'étude de quelques résidus provenant de la fouille du "Taillis des Boissières" révèle la réalisation d'opérations de post-réduction variées, dont peut-être l'épuration de masses de fer venues de l'extérieur de la ville, répondant probablement à une demande d'une clientèle "de proximité" et s'inscrivant dans un réseau local de distribution du fer ;

Les données concernant la position de ces ateliers au sein de la trame urbaine, si elles posent beaucoup de questions, ne sont pas suffisantes pour apporter une réponse claire au problème de la mise à l'écart des artisanats à la limite de la ville.

12.2.4. Les données sur l'organisation de la production sidérurgique dans le Bas Maine avant et après la période romaine

12.2.4.1. Protohistoire

Les données à disposition concernant l'organisation de la production sidérurgique des périodes antérieures au Haut-Empire sont très rares pour la région étudiée. La plus ancienne trace de métallurgie du fer est une scorie piégée découverte hors contexte, datée par radiocarbone de la période de Hallstatt (cf. 7.4.1). On ne peut donc pas conclure en ce qui concerne le cadre de production à cette époque (bas fourneau isolé ou ateliers regroupant plusieurs structures de réduction ?). On a déjà vu qu'on ne connaît pas, dans le Bas Maine, de sites de production de masse utilisant des structures à scories piégées (cf. 12.1.1.1). La production de fer au début de la sidérurgie dans la région a donc dû être modeste. Ceci s'accorde d'ailleurs avec la rareté des objets en fer antérieurs au Ve s. (une seule épée à sphère, découverte dans le lit de La Jouanne à Neau (Mayenne), pourrait être datée de cette période dans la zone d'étude : BELHOSTE, BOUVET 2003 : 34). Toutefois, aucun site d'habitat de cette période n'est encore connu dans la région et il est pour l'instant impossible de qualifier la structure exacte de la société dans laquelle la sidérurgie s'installe ici. On ne connaît donc ni le cadre ni le débouché de la production des premiers ateliers de réduction du minerai de fer du Bas Maine, ni l'usage des objets qui étaient confectionnés avec ce métal (objets de parure, armes, outils agricoles ?).

Pour le deuxième Âge du Fer, seule la fouille du site de "La Glanerie", à Athée (Mayenne), permet de supposer le traitement de minerai dans le cadre d'un habitat enclos (ferme) de La Tène moyenne (cf. 7.4.2.1). Aucun bas fourneau n'a été découvert dans l'emprise des sondages, mais, les blocs de scorie pesant parfois plus de 10 kg, on peut raisonnablement proposer qu'ils viennent d'un atelier tout proche. Cette ferme gauloise ne se différencie pas d'autres installations du même type et de la même période dans la région. La production de fer sur ce site ne peut donc être mise en lien avec un statut différent des occupants. Par ailleurs, une scorie piégée datée par radiocarbone de La Tène moyenne, découverte à proximité de la forêt de Sillé, prouve la production sidérurgique à cette période (cf. 7.4.1). Là aussi les vestiges paraissent isolés et l'on peut supposer que la production de métal était limitée. Contrairement à la période précédente, les découvertes archéologiques régionales attestent l'usage de ce métal pour divers usages (armement, construction, habillement, outillage) mais encore dans des proportions limitées (entre 100 et 200 objets pour tout le Maine d'après BELHOSTE, BOUVET 2003 : 34-35).

12.2.4.2. Moyen Âge

Seuls trois sites de la zone d'étude ont été datés du Moyen Âge (cf. 7.4.3.2). On ne peut guère en tirer de conclusion concernant l'organisation de la production durant cette longue période. Les quelques informations dont on dispose sont pour la plupart issues de textes connus et étudiés auparavant (cf. 7.4.4.1). On sait, grâce à une charte du milieu du XIIe s., que des ateliers de réduction directe du fer sont aux mains des chanoines de l'abbaye Notre-Dame de La Roë, située dans le sud-ouest du département de la Mayenne. Plusieurs ferriers ont été repérés dans cette dernière région, dont certains à proximité immédiate du lieu-dit "Les Écrennes", mentionnés dans les chartes (annexe 1.1). Ces sites s'inscrivent dans la zone de production du sud de la Mayenne, qui s'étend largement dans la partie nord-ouest du Maine-et-Loire et la partie sud-est de l'Ille-et-Vilaine. Plusieurs ferriers de ce secteur semblent pouvoir être attribués à l'époque médiévale (DAVY 1913 ; MEURET 1993). Il est donc possible que certains de ces sites appartiennent aux chanoines de La Roë, sans qu'on puisse préciser lesquels. La mention du cartulaire paraît toutefois trop isolée pour accorder une importance notable aux seigneurs religieux dans l'encadrement de la production sidérurgique de la région.

En revanche, les textes des XIVe-XVe s., concernant la région de La Ferrière-aux-Étangs (Orne), au nord de la zone d'étude, montrent les oppositions existant entre les ateliers de la communauté des férons de la minière de Beaumont et ceux appartenant aux seigneurs laïcs, notamment pour l'approvisionnement en minerai et l'exploitation du bois (cf. 7.4.4.2). Malheureusement, il n'a pas été possible d'associer de manière certaine les ferriers découverts dans ce secteur avec l'activité médiévale connue par les textes. Il reste néanmoins fort probable que certains de ces ateliers, repérés sur la commune de La Ferrière-aux-Étangs ou autour de la forêt actuelle d'Halouze, sont bien ceux des férons de la minière de Beaumont dont les textes étudiés par M. Arnoux (1993) placent les ateliers précisément dans ces lieux.

Une série de cartes postales du début du XXe s. apporte ici quelques informations complémentaires sur la sidérurgie médiévale normande et ouvre de nouvelles perspectives de recherches. Quatre cartes postales datées des années 1906 et 1907 montrant la récupération des ferriers de la région ont été réunies par M. Hubert (cf. 4.3.2.3). Une concerne notre zone d'étude et plus précisément la commune de Lignières-Orgères, dans le nord-est du département de la Mayenne, où une petite zone de production, de troisième niveau, a été reconnue (cf. 8.2.2.3). Les trois autres illustrations concernent une autre commune relativement éloignée de notre région, celle de Glos-la-Ferrière (Orne). Ce lieu est connu par les textes médiévaux pour avoir été le siège du métier des férons de Normandie (ARNOUX 1993 : 70-83). C'est ici que se tenaient les réunions annuelles de cette communauté de sidérurgistes indépendants, la mieux connue de la Normandie avec celle de la minière de Beaumont, dont on vient de parler.

Les cartes postales montrent dans cette commune de très importants amas de scories, dont les coupes dépassent sans doute les 10 m de hauteur. L'importance de ces ferriers a même justifié l'emploi de machines à vapeur pour leur récupération, engins encore peu courants dans les campagnes avant la Première Guerre Mondiale. La répétition de ces scènes pourrait indiquer qu'il existe plusieurs chantiers ou du moins que cette activité a été importante dans cette commune. En outre, le nom de

Glos-la-Ferrière apparaît dans plusieurs courriers des ingénieurs des mines du département de l'Orne au XIXe s., signalant la présence d'anciens vestiges sidérurgiques (cf. 4.3.2.3). Il serait donc tentant de voir dans ces mentions récurrentes la trace des ateliers des membres du métier des férons de Normandie. Les données archéologiques font malheureusement encore défaut. Comme la Sarthe, le département de l'Orne possède un fort potentiel sidérurgique. Celui-ci a été démontré récemment par la fouille de l'atelier du "Buisson" à Saint-Évroult-de-Monfort sur le tracé de l'A28 nord (Alençon-Rouen) et par la découverte de plusieurs ferriers dans la forêt de Bellême (LANGLOIS 2005 ; MORAND 2007). Une étude systématique à grande échelle, semblable à la présente recherche, reste à faire.

*
* *

L'absence de datation des sites repérés dans les deux zones de production concernées par les mentions d'activités sidérurgiques médiévales ne permet pas d'établir fermement le lien entre l'organisation connue par les textes avec les vestiges localisés sur le terrain. Ceci ne semble toutefois pas impossible. L'étude plus approfondie des ferriers (sondage et datation des sites) du département de l'Orne ou du nord du Maine-et-Loire permettrait sans doute d'apporter des éléments sur cette question.

12.3. Les hommes du fer

Les premiers intervenants de la métallurgie du fer, ceux qui collectent et transportent les matières premières ne nous sont malheureusement pas connus. On peut néanmoins poser plusieurs questions les concernant : l'extraction était-elle réalisée par les mêmes personnes que l'abattage du bois et/ou la réduction ? Comment et par qui était accompli le transport du minerai et du charbon jusqu'à l'atelier ? Où étaient effectués les éventuels traitements minéralurgiques et le charbonnage ? Ces opérations étaient-elles réalisées durant des périodes d'arrêt de la production (hiver ?) ? Quels liens entretenaient mineurs, charbonniers et sidérurgistes, s'ils n'étaient pas les mêmes ? On ne peut malheureusement apporter aucune réponse à ces questions sur la base de la documentation archéologique.

La perception des hommes officiant dans les ateliers sidérurgiques, quelle que soit la phase de la chaîne opératoire envisagée, est, elle aussi, très délicate. On ne peut pas, le plus souvent, connaître avec exactitude leur statut juridique (artisan libre, ouvrier salarié, esclave ?), leur nombre, leur âge, leur état de santé ou même leur sexe : y a-t-il des femmes dans les ateliers de réduction et, si oui, ont-elles une relation familiale avec les autres artisans (équipe familiale) ? De manière générale, en l'absence de données textuelles ou anthropologiques (ces dernières ne pouvant provenir que de la fouille de nécropoles), on est obligé de prendre en considération le mobilier recueilli dans ces ateliers afin d'essayer de percevoir au moins la situation de ces artisans par rapport aux populations des autres occupations de la même époque. Bien sûr, cette démarche doit être menée avec prudence.

12.3.1. Les opérateurs de la réduction directe et les forgerons urbains à l'époque romaine

La fouille du site de "Roche Brune" a permis la mise au jour d'un très abondant lot de mobilier, sous la forme de rejets domestiques en dépôt secondaire : plus de 2 000 tessons de céramiques, quelques fragments de verre, une vingtaine d'objets en fer et près de 230 fragments de briques murales d'hypocauste, ici vraisemblablement en remploi, indiquent qu'il y avait ici un habitat, probablement permanent (cf. 10.2.6.1). L'échantillon céramique a été comparé à celui d'un niveau de rejet extérieur fouillé dans la capitale diablinte ("La Grande Boissière"), à proximité d'un bâtiment qui fonctionne avec un atelier de forge durant le Haut-Empire (CHUNIAUD, MORTREAU 2002). Cette mise en parallèle montre que l'assemblage céramique de l'atelier rural se différencie peu de celui de l'habitat lié à la forge urbaine, si ce n'est par la présence plus importante dans ce dernier d'amphores régionales et d'importations (cf. 10.2.6.1). Ceci permet de penser que les occupants de l'habitat de "Roche Brune" n'étaient pas isolés du monde ; ils possédaient le vaisselier gallo-romain traditionnel : vases de stockage, mortiers, assiettes, production sigillée et même une amphore à huile d'olive venue d'Espagne. Ils ne vivaient donc apparemment pas dans la pauvreté. On peut d'ailleurs tirer des conclusions semblables des quelques ferriers d'époque romaine ayant livré en surface plusieurs dizaines de tessons de céramique sigillée. Sans parler d'opulence – cette vaisselle vernie ne relevant

pas du luxe – on est néanmoins loin de l'image misérabiliste traditionnellement accordée aux artisans de l'Antiquité (cf. 2.4.3.1). Une constatation similaire peut d'ailleurs être faite pour les artisans de Jublains-*Noviodunum* : le lot céramique étudié par K. Chuniaud et M. Mortreau (2002) montre que les occupants de l'unité artisanale avaient un approvisionnement céramique diversifié, sans pour autant être riche.

12.3.2. Les férons médiévaux

La fouille d'un petit ferrier du bas Moyen Âge sur le site de "Roche Brune" a livré près de 200 tessons de céramique. C'est malheureusement insuffisant pour vraiment rendre compte du niveau social des artisans qui opéraient dans un atelier dont la nature exacte nous échappe.

Toutefois, le texte transmis par A. Surville (1920) indique que les artisans opérant dans les ateliers des férons de Normandie, appelés "vallets" ou "ouvriers", étaient salariés et avaient même droit à une remise sur la marchandise produite (annexe 1.4). Ils dépendaient d'un patron, le maître féron, qui pouvait posséder plusieurs ateliers. Il est d'ailleurs probable que ce dernier régissait la production sans intervenir directement dans l'atelier. Dans le cas présent, le seigneur – et par extension le bailleur de la forge seigneuriale – avait le droit de recruter chaque année n'importe quel ouvrier dans les ateliers de la paroisse (SURVILLE 1920 : 39-40). C'est d'ailleurs ce privilège exorbitant qui a occasionné les procès qui nous permettent d'entrer ici dans les détails du fonctionnement d'un atelier de réduction et de forge du bas Moyen Âge en Normandie.

12.3.3. Les responsables de la production

On vient de le voir, les textes permettent de connaître, pour le Moyen Âge, les noms et/ou le statut juridique de quelques responsables ou bénéficiaires de la production sidérurgique, qu'ils soient seigneurs laïcs, religieux, bailleur d'une forge seigneuriale ou hommes libres, comme les maîtres férons. Ces informations ponctuelles rendent compte de la complexité de la gestion de la production sidérurgique médiévale déjà mise en lumière par ailleurs (ARNOUX 1993 ; GILLE 1968).

Malheureusement, on ne possède pas d'information aussi précise et détaillée pour les périodes plus anciennes. Il est toutefois possible de signaler au nord de la zone de Sillé un édifice, celui de "Roullée" à Mont-Saint-Jean (Sarthe), situé à moins de 800 m du plus important ferrier de la zone de production de Sillé et de la zone d'étude (cf. 9.3.2.3). Ces deux sites pourraient être contemporains, même si l'on ne peut encore l'attester fermement. L'opulence apparente du site de "Roullée" (mosaïque, enduits peints, hypocauste) indique ici la résidence d'un personnage aisé dont les revenus pourraient bien être, pour partie au moins, issus de la production sidérurgique. Il s'agit encore d'une hypothèse fragile mais elle s'accorde bien avec les constatations faites sur la répartition des ferriers de cette région. On connaît par ailleurs des parallèles assez évocateurs dans d'autres zones de productions importantes, dans la Montagne Noire et dans l'Yonne (cf. 9.3.2.3) et un autre bâtiment pourrait être

interprété dans ce sens dans la zone de Lavardin/La Bazoge, celui du "Vau / La Perrière" à La Chapelle-Saint-Fray (Sarthe).

Le *cursus honorum* de M. Cosconios Fronto[137] permet d'établir que la charge de *procurator ferrariarum* des Gaules est de rang équestre et appartient à l'échelon centenaire (PFLAUM 1960 : 706-709 ; 1978 : 135-143 ; SABLAYROLLES 1989 : 157). En effet, ce chevalier, dont l'origine est malheureusement inconnue, remplit cette charge après celle de sous-préfet de l'annone à Rome. Ceci montre toute l'importance qu'accordait l'Empire aux gisements de fer et à leur exploitation, sûrement en raison de la richesse qu'ils produisaient. Une constatation semblable peut être faite pour le Viducasse T. Sennius Solemnis, qui doit très probablement à sa charge de *judex arcae ferrariarum* l'honneur de se voir édifier une statue par le Conseil des Gaules à Vieux-*Aregenua*, dans sa cité d'origine (*CIL*, XIII, 3162 ; PFLAUM 1948). La production sidérurgique devait donc être une source d'enrichissement non négligeable pour ceux qui l'encadraient. La reconnaissance et la fouille de leur résidence permettraient sans doute d'en connaître plus sur leur lien exact avec la production : peut-on trouver à proximité de ces habitats des ateliers de post-réduction ? Pourrait-on y découvrir des marques d'un lien avec l'administration impériale ou l'armée (contremarque, estampille) ? Ce type de bâtiments fait partie des formes d'occupations rurales antiques mais demeure encore largement méconnu. La poursuite des recherches sur le site de "Roullée" permettra sans doute d'avancer à ce sujet.

*
* *

L'approche sociale des "hommes du fer", c'est-à-dire de la population qui participe aux différentes étapes de la chaîne opératoire sidérurgique, est très délicate. Toutefois, les quelques données acquises à ce sujet dans le Bas Maine, permettent d'avancer deux hypothèses :

- les opérateurs de la réduction directe ne vivaient pas, au moins durant le Haut-Empire et le bas Moyen Âge, dans la misère ;

- la production du fer a dû être, durant ces mêmes périodes, une activité très rémunératrice pour les personnes qui l'encadraient.

[137] personnage connu par trois inscriptions de Sardaigne où il finit sa carrière comme procurateur de cette province (*CIL* X, 7583, 7584 et 7850)

12.4. La place de la sidérurgie dans le territoire : l'exemple du Bas Maine

12.4.1. Tableau chronologique de la production sidérurgique dans le Bas Maine

12.4.1.1. Un temps fort : l'époque romaine

Si deux datations radiocarbones et une découverte en contexte archéologique attestent la réduction directe du fer durant les périodes de Hallstatt et de La Tène ancienne et moyenne, aucun site sidérurgique du Bas Maine n'a, en l'état des recherches, été daté de La Tène finale ou même du siècle qui suit la Conquête (50 av. – 50 ap. J.-C.). Le mobilier céramique le plus ancien recueilli sur les ferriers n'est datable que du milieu du Ier s. ap. J.-C. On peut sans doute voir là le reflet des difficultés inhérentes à la reconnaissance des céramiques protohistoriques, généralement plus sombres et donc moins visibles en surface, et plus rares que les productions de tradition gallo-romaine, même si ce n'est pas vraiment le cas des céramiques "augustéennes", très bien connues et reconnaissables. Ceci pourrait également être le signe du démarrage d'une production plus importante à cette dernière période, en lien avec l'organisation plus rationnelle évoquée ci-dessus et le développement général observé alors dans les villes et les campagnes des Trois Gaules. Parallèlement, aucun site du Bas Maine ne fonctionne avec certitude entre la fin du IIIe s. et le milieu du XIIe s. Il n'est malheureusement pas possible de dire si ceci est dû à un véritable hiatus long de plus de huit siècles (la production sidérurgique s'arrêterait à la fin du Haut-Empire et ne reprendrait qu'au Moyen Âge central) ou à une lacune documentaire due aux difficultés de reconnaissance des fossiles directeurs de ces périodes – surtout pour le haut Moyen Âge – dans la région. Toutefois, l'absence de site daté de ces époques laisse présumer une production sidérurgique peu importante – voire inexistante ? – durant le Bas-Empire et jusqu'au début du Moyen Âge central. En se fondant sur les quelques datations dont on dispose (47 des 55 sites liés à la réduction datés sont gallo-romains) et sur le lien supposé entre scories en plaquettes et époque romaine, on peut sans doute dire que c'est à cette dernière période qu'a lieu l'essentiel de la production du fer dans le Bas Maine. C'est, en effet, dans l'Antiquité – et peut-être plus spécifiquement durant le Haut-Empire – que fonctionnent les plus grandes zones de production (celles de Sillé, de Charnie et de Lavardin/La Bazoge), et c'est de ce dernier faciès de déchets que sont composés les plus importants ferriers de la région.

Ce constat doit être mis en relation avec le phénomène de "romanisation". On l'a dit, la période romaine s'accompagne dans plusieurs régions d'une structuration plus forte de la production sidérurgique, qui va de paire avec une augmentation de la quantité de métal produite. Dans le Bas Maine, ce phénomène a été associé, encore de manière hypothétique, à un changement technique permettant un gain notable dans le traitement du minerai de fer et entraînant la production de déchets spécifiques. Ces mutations sont-elles en lien avec l'acculturation consécutive à la Conquête ? Ou, plus précisément, est-ce que le changement de procédé technique qu'on soupçonne, la compartimentation de la chaîne opératoire et la gestion plus raisonnée de l'approvisionnement des ateliers de réduction sont des apports extérieurs – venus du monde méditerranéen ? – ou sont-ils l'aboutissement de l'évolution et de la rationalisation d'une sidérurgie gauloise active au moins depuis La Tène

ancienne ? On a vu que l'organisation des ateliers en batterie, indiquant une rationalisation des tâches, est connue dès le milieu du Ier s. av. J.-C. sur le site du "Domaine des Forges", aux Martys (Aude) située dans la Transalpine, conquise par Rome depuis 121 av. J.-C. La création de ce centre de production aurait des origines italiennes, si l'on se fie à la céramique découverte sur place (DOMERGUE *et al.* 1993 : 362-364). Elle pourrait même, très hypothétiquement, être en rapport avec la Conquête, César étant alors proconsul de la province (DOMERGUE *et al*. 2003). Il est donc possible qu'il y ait un lien entre structuration et influence romaine (DOMERGUE *et al*. 2006). Toutefois, d'un point de vue technique, on ne sait pas si les bas fourneaux encastrés, du modèle dit des Martys, qu'on retrouve dans une version locale à "Roche Brune", sont le fruit d'une influence méditerranéenne. Par ailleurs, la question se pose de la transmission d'une technique nouvelle, amenant à l'augmentation sensible du rendement de la réduction, et qu'on soupçonne à partir des analyses chimiques des déchets du Bas Maine et du calcul de rendement d'un unique atelier sarthois (cf. 12.2.2). Il est malheureusement encore impossible de répondre, en l'absence de données précises sur les techniques sidérurgiques mises en œuvre en Italie dans l'Antiquité, notamment en Etrurie où se trouvent les grands amas de scories de *Populonia*. Des calculs semblables à ceux effectués ici restent donc à faire dans de nombreuses régions de France et d'Europe pour savoir si des phénomènes de transfert technique existent au sein de la filière directe et, si oui, dans quel sens ils se sont faits.

On ne peut donc pas conclure sur une éventuelle influence méditerranéenne ou romaine dans la rationalisation et le changement technique mis en évidence ou supposé pour la production sidérurgique dans le Bas Maine, à partir du milieu du Ier s. ap. J.-C. On peut toutefois souligner que des phénomènes semblables ont été identifiés de longue date pour d'autres artisanats, à la même époque. C'est notamment le cas de la production céramique, qui connaît un très fort développement à cette période avec la concentration des activités dans de vastes ateliers de potiers – dont quelques-uns sont évoqués ci-dessous (cf. 12.4.2) – et la production de masse de formes standardisées largement diffusées (sigillée notamment). Les changements observés pour la sidérurgie ne sont donc pas isolés et sont contemporains de l'installation dans les campagnes des Trois Gaules de vastes *villae* construites "à la romaine" et de la structuration des villes (mise en place de réseaux viaires orthogonaux, construction de *fora*, de temples et d'édifices de spectacle) selon des modèles venus de Méditerranée. Ces changements sont sensibles dans l'ouest des Gaules dans la seconde moitié du Ier s. ap. J.-C. (MALIGORNE 2006 : 166). Ils interviennent plus d'un siècle après la conquête césarienne et près de trois générations après la réorganisation des Gaules par Auguste et ils ne peuvent donc pas être mis au crédit d'une influence directe de Rome. Ces changements seraient plutôt le résultat d'une acculturation lente et progressive, de l'assimilation de principes techniques et économiques dont l'origine exacte demeure difficile à établir mais dont une part vient sans doute du bassin méditerranéen : plus que dans une "romanisation", l'évolution de l'organisation de la production sidérurgique s'inscrit donc sans doute dans un phénomène d'acculturation sur le long terme des populations des Gaules au contact du monde méditerranéen.

12.4.1.2. Une sidérurgie médiévale discrète mais active

Une seconde période de production sidérurgique semble pouvoir être évoquée dans le Bas Maine : l'époque médiévale, et plus précisément les XIe-XIIe s. et XIVe-XVe s (aucun site n'est daté avec certitude du XIIIe s.). Les données archéologiques sont ici encore très minces mais l'apport des textes permet sans aucun doute d'identifier deux zones de production actives durant ce laps de temps : le sud de la Mayenne pour le Moyen Âge central – et peut-être plus largement une majeure partie des sites implantés sur le synclinal de Martigné-Ferchaud – et la région de La Ferrière-aux-Étangs (Orne) pour le bas Moyen Âge.

Il est encore impossible de vraiment qualifier l'importance de la production médiévale, en l'absence de datation des ferriers repérés au sol. On peut toutefois pressentir que celle-ci est moindre que la production antique. Dans le nord de la zone d'étude, certains des ateliers sont probablement contemporains de l'apparition du procédé indirect dans la région, sans qu'on sache encore si des installations intermédiaires (réduction directe mais ventilation hydraulique) ont existé ici (plusieurs ferriers ont été retrouvés à proximité de cours d'eau et à faible distance d'un haut fourneau d'époque moderne). Seuls des sondages et des analyses portant sur ces sites permettront de faire avancer nos connaissances sur la phase de transition entre les filières directe et indirecte, entre la fin du Moyen Âge et les Temps Modernes.

*
* *

La faiblesse des données acquises sur la chronologie des sites de production dans le Bas Maine (seulement 55 sites datés sur 426) rend délicat l'établissement d'un tableau de l'évolution de la sidérurgie au sein de ce territoire. On peut toutefois avancer deux points.

Le premier concerne l'époque romaine. L'importance accordée à celle-ci dans ce travail est en grande partie due à la plus grande facilité de reconnaissance du mobilier de cette période à la surface des ferriers. Toutefois, il semble bien que c'est durant l'Antiquité qu'a lieu la majeure partie de la production sidérurgique dans le Bas Maine. Celle-ci est contemporaine du développement général observé dans divers domaines économiques et sociaux des Gaules à cette époque.

Le second point concerne l'autre période de production attestée dans la région étudiée ici, celle du Moyen Âge, qui n'est connue que par quelques documents écrits et des sites encore très rares. Les datations manquent pour en établir l'importance et la chronologie exacte. Il en va d'ailleurs de même de la Protohistoire, pour laquelle les quelques sites datés sont insuffisants pour percevoir les caractères de la production sidérurgique durant cette longue période. Pour acquérir ces données, la poursuite des investigations de terrain s'impose.

*
* *

Si l'on ne peut encore conclure de façon ferme sur l'importance à accorder à la production sidérurgique en fonction des époques, la distribution des sites à travers le territoire montre que certaines contraintes d'implantation des ateliers de réduction sont communes à toutes les périodes.

12.4.2. La sidérurgie dans le territoire

À la suite de l'étude de l'atelier de production céramique gallo-romain de La Boissière-École (Yvelines), B. Dufaÿ (1999) a publié un article portant sur la relation des ateliers de potiers avec le territoire, intitulé "Potier, terre et terroir". Les questionnements qui y sont développés sont très proches de ceux évoqués ici pour la sidérurgie, limités à la phase de réduction. De fait, l'installation d'ateliers de chacun de ces deux artisanats repose sur trois types de contraintes, déjà largement évoquées depuis le début de ce travail, et qui sont souvent des déterminismes dans l'étude de ces sites (*ibid.* : 261) : les contraintes techniques (ou "écologiques" pour B. Dufaÿ), économiques ("de nature commerciale") et sociales ("de nature politique et administrative") (cf. 8.2.3).

12.4.2.1. Les contraintes techniques

Les contraintes techniques sont liées à l'approvisionnement en matières premières de l'atelier et ont déjà largement été discutées dans le cadre du sous-chapitre 12.2.2. En définitive, on peut dire que celles-ci, bien sûr très fortes, sont loin d'être suffisantes pour expliquer la répartition de sites à l'échelle du territoire. En effet, le minerai peut être transporté, le charbon de bois produit à une certaine distance de l'atelier et l'eau n'est pas réellement indispensable dans la chaîne opératoire sidérurgique (elle ne constitue d'ailleurs pas un facteur déterminant dans l'installation des sites de réduction du Bas Maine : cf. 8.1.2). Ces critères techniques influent néanmoins sur un facteur essentiel à notre sujet : le territoire. En effet, l'approvisionnement d'un atelier de réduction pérenne suppose qu'une aire soit dévolue à l'exploitation du minerai et une à celle du bois, sans qu'elles soient nécessairement figées, superposées ou même contiguës. On peut toutefois supposer que, la proportion de charbon nécessaire au traitement du minerai étant plus importante que celle de minerai, les ateliers s'installent au sein de la seconde, celle qui est destinée au charbonnage, et dont l'emprise doit donc être relativement fixe pour en assurer la gestion rationnelle (DIEUDONNÉ-GLAD 1996). Ainsi, à chaque atelier correspondrait un territoire, dévolu à la production de combustible. On a vu, sur la base de l'exemple du site de "Roche Brune", que celui-ci pouvait être relativement restreint, et ne pas dépasser quelques centaines de mètres autour de l'atelier. Il semble que, dans plusieurs cas, il soit possible de percevoir ce territoire d'approvisionnement à travers une sorte de "distance critique" séparant les sites : 1 000 m ont été observés entre les plus importants ferriers dans la région d'*Argentomagus* – qui ne sont malheureusement pas tous datés et ne sont donc peut-être pas tous contemporains – (*Agriculteurs*… 1993 : 80), 500 à 600 m entre ceux qui bordent les voies du Bas Maine, entre 500 et 1 000 m en forêt de Sillé. Ces distances pourraient correspondre à l'aire d'approvisionnement en combustible de chaque atelier, à supposer que ceux-ci soient contemporains.

12.4.2.2. Les contraintes économiques

Les contraintes économiques sont, quant à elles, assez difficiles à discerner : la proximité d'un axe d'échange ou d'un lieu de marché peut constituer un premier angle d'approche, mais la valeur de cet argument repose en fait sur l'échelle de production et sur la destination de celle-ci (consommation directe par le producteur, commercialisation sur le marché local ou à plus longue distance). La tentative d'analyse spatiale réalisée dans le cadre de cette étude montre que les sites de réduction directe ne semblent pas particulièrement attirés par les cours d'eau (cf. 8.1.2). On ne peut toutefois pas en conclure que les plus importants d'entre eux, ceux qui étaient navigables à l'époque de la production, ne servaient pas, dans une certaine mesure, à la diffusion des semi-produits. De même, le calcul de distance entre les voies terrestres et les ferriers répertoriés dans le Bas Maine montre qu'il existe bien des ferriers proches des routes et d'autres très éloignés, mais l'interprétation de ces constats est largement tributaire de l'état de nos connaissances sur le réseau routier ancien. On peut seulement dire que, dans plusieurs cas, la proximité et, parfois, l'ordonnancement des sites entre eux laissent supposer qu'il y a bien un lien entre routes et ateliers de réduction (deux cas dans le Bas Maine : cf. 8.1.3). Dans ce dernier cas, il est possible d'envisager que ces ateliers écoulaient directement le fer sur le marché, par l'intermédiaire de la voie qui les longe.

L'étude de la répartition des sites de réduction directe datés dans le Bas Maine a mis en évidence la proximité répétée de ces ateliers avec des limites administratives anciennes ou des agglomérations. Ainsi, neuf des quinze zones de production identifiées dans cette étude se trouvent sur une limite administrative ancienne (Charnie, Pail, Sillé, Meslay-du-Maine/Sablé-sur-Sarthe, Lignières-Orgères, La Ferrière-aux-Étangs, La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour, Saint-Michel-et-Chanveaux et Château-Gontier), sans qu'on puisse toujours attester la contemporanéité de celle-ci avec l'activité sidérurgique (cf. 8.2.3.3). Ce semble néanmoins être le cas pour certaines d'entre elles, notamment parmi les plus grandes, Charnie, Sillé, Pail, et deux plus modestes, La Gravelle/Saint-Pierre-la-Cour, Château-Gontier. Bien sûr, la présence de formations de minerai de fer plus riches, particulièrement au contact du Massif Armoricain et du Bassin Parisien, ne doit pas être étrangère à ce phénomène, mais elle ne peut expliquer que le minerai n'ait pas été exploité ailleurs. Cette situation trouve des parallèles dans d'autres régions : entre Éduens et Sénons (Avallonnais), entre ces derniers et les Carnutes (Puisaye). Il semble qu'il en aille de même pour la production céramique : depuis longtemps, les archéologues ont remarqué que certains ateliers de potiers gallo-romains se trouvent à proximité d'une frontière de province[138] ou de cité[139], si ce n'est sur celle-ci.

La récurrence de ces cas doit être expliquée. La situation des sites de production sidérurgique le long des frontières supposées ne peut pas être complètement justifiée par la présence dans ces régions de ressource minière : le minerai est présent en de nombreux points du territoire (excepté sur le tiers nord-ouest) entre les synclinaux de Laval et de Mortain-Domfront (cf. 6.2.3.2). En revanche,

[138] Les exemples les plus frappants sont ceux des grands centres de production de sigillée : Montans à la jonction entre Aquitaine et Narbonnaise, Lezoux entre Aquitaine et Lyonnaise ou Mittelbronn, entre Germanie et Belgique (DUFAŸ 1999).

[139] Saint-Pourcin-sur-Besbre et Toulon-sur-Allier à la frontière des Arvernes et des Éduens (JULLIAN 1920-1926, V : 288, n. 1 et 287, n. 3 ; JACOB 1984 : 353), très certainement Jaulges-Villiers-Vineux entre Lingons et Sénons (JACOB 1984 : 353) et de nombreux exemples sur la carte établie par B. Dufaÿ (1999 : 270, fig. 9).

on ne peut exclure la disponibilité dans ces secteurs de combustible abondant. Est-il possible que la situation des zones de production sidérurgiques aux abords de zones frontières soit due à la présence dans ces secteurs de grandes forêts ?

L'idée de "marches" forestières séparant les territoires des peuples protohistoriques, des cités antiques ou des entités politiques médiévales a été repoussée au début de ce travail. La situation est en fait plus complexe : en effet, c'est la conjonction entre les ressources en minerai, en bois, mais aussi la réponse à un besoin qui entraînent l'installation d'ateliers de production sidérurgique. Dans ce cadre, la proximité d'une limite administrative pourrait répondre à un facteur économique. L'installation d'un atelier ou d'une zone de production en bordure de territoire pourrait permettre de s'ouvrir à un marché plus vaste, celui de deux cités par exemple – si l'on accepte que la Gaule romaine connaisse une économie de marché –. La même remarque a déjà été faite pour les ateliers de production céramique (JACOB 1984 : 353 ; DUFAŸ 1999 : 273 ; A. Ferdière *in* CRIBELLIER *et al*. 2005 : 386). Cette implantation ne signifie pas pour autant que la limite administrative ait une quelconque signification dans la diffusion de la production (un site implanté en territoire diablinte ne diffusant pas qu'en territoire diablinte et inversement).

Ce type d'installation n'est toutefois pas une règle générale. On remarque la présence de concentration de sites de réduction antiques au cœur des territoires de cité. Elles sont très modestes du côté diablinte (peut-être Aron, sûrement Laval), beaucoup plus importantes semble-t-il en pays cénoman (zone de Lavardin/La Bazoge). C'est d'ailleurs le cas général dans les autres cités, notamment chez les Bituriges Cubes, où les zones de production antiques d'Allogny et d'*Argentomagus* se trouvent clairement au cœur de la cité (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 ; 2000 ; *Agriculteurs*… 1993).

Un autre facteur peut entrer en ligne de compte : une moindre pression agricole. En effet, la périphérie des pôles de population était consacrée à la production vivrière de la cité. La demande des villes devait être satisfaite en priorité, devant les besoins de l'activité sidérurgique, fortement consommatrice de bois et de terrain (il faut tenir compte du fait que pour un atelier de réduction, il faut une zone d'approvisionnement en minerai, mais aussi en bois dont l'importance varie en fonction de la nature du boisement). Pour ces raisons, les zones de production majeures devaient être repoussées plus loin. Une autre proposition a été faite par J.-P Jacob (1984) pour les ateliers de production céramique : ceux-ci se trouveraient à proximité des frontières car l'exploitation de ces terrains, le plus souvent éloignés des centres de population, serait moins coûteuse (éloignées de la ville, ces terres attireraient moins les convoitises des élites urbaines). Une hypothèse semblable peut éventuellement être avancée pour les ateliers de réduction directe du fer.

Pour revenir à la question des "marches" forestières, il semble donc que ce phénomène ne puisse pas être argumenté par la présence de sites de production sidérurgique anciens. En effet, l'installation d'ateliers de réduction directe ne prouve pas que le boisement de ces secteurs était plus important qu'en d'autres points du territoire, mais peut-être seulement qu'il était soumis à une moindre demande en raison de son éloignement des agglomérations. Pour ce qui est de la population, les sites sidérurgiques prouvent bien, par leur présence même, que ces zones n'étaient pas des déserts

humains. En outre, il faut souligner un point important : la cité des Diablintes est, comme la plupart de celles du nord-ouest des Gaules, très peu étendue ; si l'on accepte l'éloignement des sites de production des centres urbains pour des raisons d'économie vivrière, ceux-ci se trouvent rapidement aux marges du territoire de la cité. Enfin, il ne faut pas négliger le potentiel minier, condition *sine qua non* à l'installation d'un site de réduction directe. Dans le cas qui nous intéresse, il semble que la présence de plusieurs types de minerais différents, à la transition entre Massif Armoricain et Bassin Parisien (notamment celle des argiles à glauconie), ne soit pas étrangère à la concentration dans ce secteur des zones de production majeures de la zone d'étude, même en tenant compte ici de possibles transports de minerai à moyennes distances (de l'ordre de 10 km, par exemple). Cette remarque a surtout valeur pour le secteur de Charnie, où sont vraisemblablement exploités plusieurs types de minerai. Toutefois, il faut rappeler que le potentiel minier de la région d'Évron, ainsi que d'une bonne part du synclinal de Laval ou des argiles pliocènes de Château-Gontier, n'ont jamais ou que très peu été mis en valeur avant l'introduction du procédé indirect. Le potentiel minier ne peut donc tout expliquer.

Parallèlement, trois zones se trouvent à proximité d'une ville, capitale de cité ou agglomération secondaire (Aron, Lavardin/La Bazoge et Charnie), et une est associée semble-t-il avec une occupation encore mal définie (fermes ? ou agglomération) située à proximité d'un point de franchissement sur la Mayenne (Laval). On peut supposer dans ces cas que c'est – au moins en partie – la présence d'un débouché économique qui a motivé l'installation d'une zone de production, parfois assez modeste. L'exemple de Jublains pourrait conforter cette interprétation, mais malheureusement les données chronologiques manquent : il n'est pas sûr que les ateliers d'Aron, les plus proches, soient d'époque romaine. Ceci pose de nouveau le problème de la proximité des sites sidérurgiques avec les aires d'approvisionnement urbaine d'une façon différente de celle envisagée ci-dessus. Il serait trop naïf de penser que toute la production sidérurgique se trouve à bonne distance des villes. Celles-ci jouent en effet un double rôle économique : d'une part elles nécessitent la production de denrée alimentaire, de produits manufacturés, de matériaux de construction et de matières premières nécessaires à la vie de la population urbaine : c'est en cela qu'elles monopolisent et contrôlent sûrement strictement le territoire qui les entoure pour la production vivrière. Mais, d'autre part, le marché urbain est un centre de redistribution et de commercialisation qui attire naturellement les productions rurales, dont le fer, pour l'échange et c'est pourquoi on trouve, à une distance raisonnable de la ville, des sites de réduction directe dont la production devait, au moins en partie, être tournée vers le marché urbain. La situation semble être la même pour Bourges : les sites de la zone d'Allogny, les plus proches de la capitale biturige, sont à moins de 10 km (DIEUDONNÉ-GLAD 1992 : 65, fig. 4). Pour le cas de l'agglomération secondaire d'*Argentomagus*, on remarque clairement un périmètre d'environ 3 km sans sites sidérurgiques, alors que la ville est cernée par les ferriers et que les mêmes formations de minerai sont présentes sur place (DIEUDONNÉ-GLAD 2000 : 64, fig. 25). Il semble qu'il en va de même pour l'agglomération secondaire de Saulieu, au cœur de la zone de production du Morvan Auxois (MANGIN *et al*. 1992 : fig. 56 à 59).

12.4.2.3. Les contraintes sociales

Enfin, il faut envisager les facteurs sociaux, recouvrant à la fois le statut juridique des terrains exploités pour le bois et le minerai, mais aussi celui des installations de production, ainsi que les problèmes fiscaux, administratifs et éventuellement politiques de la production de fer. Ils sont évidemment très difficiles à cerner sur la base de la documentation archéologique, la seule ici disponible. Toutefois, on peut présumer qu'ils tiennent une place primordiale dans la distribution des sites dans le territoire. L'un des premiers caractères qui laissent présager de ces contraintes est la concentration des sites de production contemporains sur des aires le plus souvent restreintes.

La présence de minerai ne peut être, on l'a dit, le seul argument avancé pour expliquer la concentration des sites. Ainsi, parmi les zones de production qu'on distingue, le plus souvent composées de sites de datations différentes, il existe des ensembles synchrones formant des entités propres. Ces unités sont connues dans le Bas Maine essentiellement à travers l'exemple de la forêt de Sillé, qui a fait l'objet d'une attention particulière, mais il pourrait en être de même du pôle de concentration **b** de Charnie ou de la zone de Lavardin/La Bazoge. Dans ces trois cas, la densité de sites est très forte, supérieure à 0,5 ferrier au kilomètre carré, sur plusieurs dizaines de kilomètres carrés, soit une distance moyenne de 700 m entre deux amas. Si l'on raisonne en fonction de l'idée de "distance critique" exprimée plus haut, on peut imaginer dans ces cas que les aires d'approvisionnement en combustible de chacun des ateliers sont contiguës, en présumant que ces sites soient contemporains, ce qu'on ne peut malheureusement pas encore affirmer. Ceci pourrait expliquer l'absence apparente d'occupation contemporaine des ferriers constatée dans plusieurs régions comme à Sillé : tout le territoire serait dévolu à l'exploitation sidérurgique, sans laisser place aux activités agro-pastorales.

Bien sûr, la mobilisation d'un territoire pour la production sidérurgique nécessite que le ou les propriétaires des terrains consacrent leur propriété à cette seule activité. On peut alors s'interroger sur les raisons qui ont amené à l'exploitation d'un secteur plutôt qu'un autre, aux richesses minières comparables. S'agit-il d'un choix du (des) propriétaire(s) foncier(s) ? Ou cela relève-t-il de l'autorité publique ?

On vient de le voir, la production sidérurgique à grande échelle (ateliers pérennes) nécessite la mobilisation d'un territoire assez vaste et implique donc les propriétaires fonciers, même s'ils ne sont pas forcément les exploitants directs. Les travaux de J.-P. Morel (1996) ont démontré que le rejet des activités manufacturières exprimé par Cicéron (*De officiis*, I, 150-151 ; cf. 2.4.3.1) n'était qu'une façade et que les hauts personnages investissaient largement dans la manufacture et en tiraient des revenus substantiels. On peut donc supposer qu'une partie de la production sidérurgique d'époque romaine était aux mains de notables, grands propriétaires fonciers, peut-être par l'intermédiaire de "prête-noms", esclaves ou affranchis, comme c'est le cas en Italie pour la production de terres cuites architecturales notamment (MOREL 1996).

La question de la participation des maîtres de domaine à la production artisanale en Gaule romaine a récemment été revue par A. Ferdière (2008). Ce dernier soutient l'existence, durant l'époque romaine, d'une importante production manufacturée domaniale – c'est-à-dire réalisée dans le cadre du domaine rural et pour le marché –. Son argumentation est essentiellement fondée sur la présence dans certaines *villae* – notamment les plus grandes – de structures artisanales, et plus particulièrement de fours de potiers ou de chaufourniers, dont le nombre permet de penser que la production dépassait nettement les besoins des habitants et était donc destinée au marché (cf. exemples dans FERDIÈRE 2003 ; 2008). Pour la sidérurgie, des cas de proximité entre *villa* et ferrier sont connus (cf. liste fournie dans POLFER 1999b : 52-53 et le site du "Co d'Espérou" à Saint-Denis, dans l'Aude, cf. 9.3.2.3) mais on ne peut que très rarement établir un lien – ne serait-ce que chronologique – entre les deux, et la plupart des sites de réduction ne peut donc pas être associée à une autre installation rurale, dans le Bas Maine comme ailleurs (cf. 8.2.3.2).

Cet état de fait peut s'expliquer simplement : contrairement à la production de céramique ou de chaux, les premières étapes de la sidérurgie produisent de grandes quantités de déchets et il paraît donc logique que celles-ci, si elles sont faites en vue d'une production de masse, ne soient pas réalisées dans la cour d'une ferme ou d'une *villa*. Pour cette raison, et sûrement aussi à cause de la quantité de matières premières nécessaires, la réduction se fait donc à quelques distances des installations résidentielles. La production de fer à grande échelle est une activité rurale et les ateliers en sont isolés.

A. Ferdière pense que les ateliers de potiers isolés s'inscrivent sans doute dans un *fundus* (FERDIÈRE 2008 : 15). C'est très probablement vrai des ateliers de réduction situés en rase campagne. Cette production n'est pas pour autant toujours domaniale, dans le sens où on ne peut attester qu'elle soit toujours gérée directement par le maître du domaine. Les premières étapes de la sidérurgie ne sont pas faites, on vient de le dire, à proximité de la zone résidentielle, on ne peut donc pas affirmer leur intégration dans l'économie du domaine. Il est néanmoins vraisemblable qu'une partie de la production sidérurgique ait été réalisée dans le cadre des activités domaniales durant l'époque romaine et après. On en possède un exemple dans le Bas Maine pour l'époque médiévale avec les ateliers de réduction appartenant à l'abbaye de Notre-Dame de La Roë, mentionnés dans une charte du milieu du XIIe s. (cf. 7.4.4.1), et qui sont situés sur un terrain appartenant à l'abbaye comme le confirme une charte antérieure (annexe 1.1).

Il faut distinguer ici la propriété des terres de celle des installations de production. Il peut exister différents systèmes de concession, permettant d'exploiter les ressources d'un domaine privé ou public, contre paiement d'une contrepartie, dont la nature peut varier (prélèvement en nature, loyer ou impôt en monnaie) en fonction du statut juridique du propriétaire et de la période. Cette gestion indirecte ne peut être argumentée sur les seules données archéologiques mais elle peut être soupçonnée grâce aux sources historiques. On en connaît un exemple grâce aux tables de bronze découvertes à Vipasca (Portugal) et qui portent le règlement de l'exploitation des mines polymétalliques de ce domaine public (DOMERGUE 1983). C'est aussi de ce genre de système que relèvent les quelques documents épigraphiques concernant la production sidérurgique qu'on possède pour les Gaules. Les trois types d'imposition mis en évidence par R. Sablayrolles (1989), sur la base de cette dernière

documentation, montrent la complexité des systèmes en place durant l'Empire romain (cf. 2.4.2.2), mais ne permettent pas toujours de trancher concernant le statut juridique des exploitations soumises à cette taxation.

Toutefois, dans un cas au moins, on peut soupçonner que l'impôt est prélevé sur une exploitation privée, celle des mines de fer de Memmia Sosandris[140]. Une inscription, découverte à Lyon et datée précisément de 226 ap. J.-C., mentionne explicitement le "*vectigalis massae ferrarium Memmiae Sosandridis, c(larissimae) f(eminae)*" (*C.I.L*, XIII, 1811 = *ILS* 8641). Le terme de *massae* désigne ici des barres de métal (SABLAYROLLES 1989 : 159, note 25) ; la collecte des revenus tirés de ces exploitations se fait donc probablement en nature. Cette inscription révèle également que l'impôt ne va pas directement dans les caisses de l'Empire, mais dans celles d'une société privée : "*ma[-nicpes* ou *–gistri] splendidissimi vectigalis*". La qualification du curateur ne laisse pas de doute : *cura / Aureli Nerei soc[ii] vectigalis*. Dans ce dernier cas, on peut donc supposer que les installations de production appartiennent donc bien à une personne privée, même si on ne sait pas si elle les détient directement ou en concession et si elles sont ou non sur son domaine.

Le fait que la production sidérurgique s'inscrive dans un domaine ne justifie pas, dans tous les cas, la forte concentration des ferriers observée. En effet, si l'on envisage que, dans les régions offrant les ressources nécessaires à l'établissement d'ateliers de réduction, certains domaines en ont établi un ou plusieurs – exploité(s) directement ou non – on devrait observer une relative dispersion des ferriers – ou de petits groupes de ferriers – au sein des secteurs miniers. Les amas de scories seraient en outre mêlés aux autres installations rurales, or cela ne paraît pas être le cas dans le Bas Maine (cf. 8.2.3.2). Certaines petites zones, regroupant une douzaine de sites ou moins, pourraient néanmoins relever de ce cas : celle de Laval, de Lignières-Orgères, d'Aron ou de Château-Gontier, par exemple (cf. 8.2.2.3). Pour les plus grands secteurs, couvrant plusieurs dizaines de kilomètres carrés et où aucune autre installation contemporaine de l'activité sidérurgique n'est connue, comme la zone de production de Sillé, la question est plus complexe. Ces concentrations relèvent-elles d'une entreprise unique ou de la juxtaposition de plusieurs domaines tournés vers la production de fer ?

Si l'on admet la seconde possibilité, pourquoi alors les propriétaires fonciers auraient décidé de concentrer leur activité sidérurgique à cet endroit et non ailleurs (zones minières comparables non exploitées), au risque de se faire concurrence ? L'un des premiers arguments est, une fois de plus, la présence de combustible, mais il est également possible que ce choix relève de l'autorité publique. Celle-ci pourrait, dans une certaine mesure, autoriser ou contrôler, selon des procédés qui nous échappent, l'installation des ateliers de réduction et les cantonner dans des zones spécifiques. L'intervention de l'autorité publique dans l'installation des sites de réduction des domaines privés est toutefois difficile à étayer et elle paraît peu probable.

On a vu que la distribution des sites au sein de la forêt de Sillé pourrait être interprétée comme le signe de l'existence ici d'une zone dévolue à la production sidérurgique durant l'Antiquité (cf.

[140] *CIL*, XIII, 1811 = *ILS* 8641. Poids en marbre de forme tronconique trouvé à Lyon. *[Se]vero Ale[xa]ndro Pio [...] / et Aufidio Marcello II co(n)s(ulibus), ma[ncipes* ou *-gistri] / splendidissimi vectigalis massae ferrariarum / Memmia Sosandridis, c(larissimae) f(eminae), quod agitur sub cura / Aureli Nerei soc[ii] vectigalis*.

9.3.2.2). On ne peut pas repousser l'idée que ces sites puissent dépendre d'une initiative unique. Celle-ci, si elle existe, pourrait également contrôler les autres étapes de la chaîne opératoire, de l'extraction jusqu'à la réduction, et peut-être au-delà (épuration, forge, diffusion des produits finis ?), sur un très vaste territoire. Ceci pourrait expliquer la très forte structuration mise en évidence pour l'approvisionnement en minerai, mais également la dichotomie observée entre extraction et réduction. Se pose ici la question du statut juridique du domaine exploité par cette hypothétique entreprise. Sa surface, estimée à plus de 40 km^2, est trop importante pour être une seule propriété privée. La zone de production de Sillé pourrait-elle être alors un domaine public dédié à la production du fer ?

L'existence de ce type de domaines a déjà été proposée : H. Cleere suppose ainsi l'existence de domaines impériaux dévolus à la production du fer dans le Weald (sud-est de l'Angleterre) et peut-être pour la Forest of Dean (Kent, ouest de l'Angleterre) (CLEERE 1983). À sa suite, M. Mangin a proposé pour le Morvan Auxois (Côte d'Or) l'existence d'un domaine public voué à la sidérurgie et dépendant de la cité des Éduens (MANGIN *et al*. 1992). N. Dieudonné-Glad (1992) a envisagé que la zone de production d'Allogny (Cher), située au nord de Bourges, était, elle aussi, implantée sur un domaine public, contrôlé ici par le Conseil des Gaules. Enfin, C. Domergue a avancé l'hypothèse de l'exploitation des ateliers de la Montagne Noire (Aude) par une société de publicains dans une zone qui pourrait faire partie du domaine impérial (DOMERGUE *et al*. 1993).

La présence de tels domaines publics miniers et métallurgiques, connus en Espagne (DOMERGUE 1983) et dans les provinces danubiennes (Autriche : DUSANIČ 1977), n'est pas attestée en Gaule par les documents épigraphiques et ne peut être que très difficilement argumentée sur la base des données archéologiques, les seules disponibles pour les régions qui nous intéressent, pour l'Antiquité. Leur existence semble toutefois crédible et pourrait parfaitement justifier la concentration des sites mais aussi l'organisation très rationnelle exposée ci-dessus pour la forêt de Sillé (distance entre les sites, gestion des ressources en combustible, mutualisation de l'aire d'approvisionnement en minerai) (cf. 12.2.1 et 12.2.2). Cette hypothèse pourrait en outre s'accorder avec l'existence d'administrations publiques chargées de la collecte de l'impôt sur les mines de fer des Gaules à différents échelons (Empire, Conseil des Gaules, cité) (SABLAYROLLES 1989). La zone de production de Sillé pourrait donc relever d'un domaine public, même si l'hypothèse est encore fragile. On ne peut, en outre, statuer sur l'identité de son éventuel propriétaire (Empire, Conseil des Gaules, cité).

Se pose enfin le problème de l'identité et du statut juridique de cette entreprise et de ses intervenants. Ce domaine pourrait être exploité directement, l'ensemble des ateliers étant soumis à un unique administrateur, ou indirectement, par la mise en concession des installations de production et éventuellement des aires d'approvisionnement qui pouvaient y être attachées, notamment celle de combustible. Rien ne permet pour l'instant de trancher cette question.

Toutefois, le bâtiment de "Roullée", présenté ci-dessus (cf. 12.3.3), interprété de manière hypothétique comme la résidence d'un personnage tirant une partie de sa richesse de l'exploitation du fer, pourrait être la demeure d'un administrateur de l'éventuel domaine public de Sillé. Ceci reste encore à l'état de conjecture, mais ne peut être exclu.

La part prise par le statut juridique du terrain sur lequel est installé l'atelier, mais surtout celui de l'aire d'approvisionnement en minerai et en combustible, doivent donc sans doute constituer les principaux facteurs explicatifs de la concentration des sites, et pour toutes les périodes. La propriété foncière serait ainsi l'un des critères principaux de la concentration de sites de production, quel que soit le statut juridique du domaine. On peut en effet aussi bien envisager le cas d'un ensemble de sites contrôlés par un aristocrate de La Tène finale qu'un groupe de sites exploitant les ressources minières et forestières d'un ou plusieurs domaines ruraux gallo-romains ou d'une abbaye, ou encore la déduction par le pouvoir impérial romain ou celui du Conseil des Gaules d'un vaste domaine public dédié à l'exploitation métallurgique. Ces cas de figures ont le même résultat : la concentration des sites dans les limites du territoire détenu par le propriétaire foncier, qu'il soit public ou privé. En outre, quelle que soit la période, ce phénomène de concentration peut très bien coexister – parfois voisiner – avec des installations d'ateliers isolés, relevant d'une production à moindre échelle : c'est le cas probablement à l'époque romaine et on peut sans doute le percevoir à travers les ateliers des membres des métiers de férons en Normandie. Il apparaît donc que les critères socio-économiques, notamment la propriété des terres, mais aussi le statut de ces terrains (privé/public) soient des facteurs qui entrent, à toutes les périodes, en ligne de compte dans l'implantation d'un site de réduction directe du fer. Il semble même, au vu de la concentration et de l'exploitation sélective des ressources minières, que la création d'un tel atelier relève autant de facteurs techniques (présence de minerai et surtout de bois) que socio-économiques (essentiellement la propriété foncière).

*
* *

On peut conclure des exemples du Bas Maine que l'installation et la concentration des ateliers de réduction directe ne répondent pas seulement à des contraintes – déterminismes – techniques. S'ajoutent à celles-ci des facteurs sociaux et économiques qui interagissent de façon complexe. Une étude visant à faire le partage de chacune de ces raisons bute encore sur deux principaux écueils : l'un est dû à notre mauvaise connaissance des contextes archéologiques des ateliers et des zones de production sidérurgique ; l'autre, probablement le plus important, est la difficulté d'établir avec certitude la stricte contemporanéité de sites voisins. L'étude de la forêt de Sillé, qui devrait être poursuivie prochainement, pourrait être un premier terrain pour tester un certain nombre d'hypothèses proposées à l'issue de ce travail. Toutefois, ce type de recherche ne pourra se faire qu'au prix de la multiplication des sondages, des datations et des analyses d'autres sites à travers le territoire, mais aussi par l'étude comparative d'autres régions où la cartographie des sites de réduction reste à faire.

Conclusion

Le Maine, et plus particulièrement sa partie ouest, connue sous le nom de Bas Maine, est une province méconnue de la France. Contrairement à d'autres, comme le Berry ou l'Auvergne, cette région n'a pas encore fait l'objet de recherches archéologiques importantes. Le département de la Mayenne, reprenant pour une grande part les contours de la cité antique des Diablintes, constitue la partie occidentale du Maine médiéval. Il est enserré entre Anjou, Normandie et Bretagne et se trouve aux marges du Massif Armoricain, mais n'est que très rarement intégré dans les études régionales concernant ces secteurs. Pourtant, le potentiel archéologique de cette région est très important. On le soupçonne sur la base de quelques études anciennes et de recherches locales. C'était le cas de la sidérurgie : quelques découvertes ponctuelles et les vestiges laissés par la sidérurgie moderne et contemporaine laissaient présager l'existence de zones de production anciennes.

Cette étude le confirme. L'application systématique de différentes méthodes de recherche documentaire (bibliographie, toponymie, photographie aérienne) a permis de mieux cerner les indices de sites. Des prospections menées sur une zone d'étude incluant le département de la Mayenne et une centaine de communes des départements de l'Orne et de la Sarthe, soit environ 7 000 km², ont permis de vérifier l'existence des sites, de mieux les localiser, de les qualifier et, pour certains, de les dater. Parmi les 484 sites avérés, près de 90 % sont liés à la réduction directe du minerai de fer. 273 ferriers, correspondant à autant d'ateliers de réduction, ont été enregistrés, auxquels il faut ajouter l'existence probable d'ateliers associés aux blocs de scorie piégée découverts hors de tout contexte archéologique. Ce chiffre demeure relativement modeste par rapport à la superficie étudiée, d'autant plus si on le rapporte à la durée prise en compte, soit 23 siècles, entre le premier Âge du Fer et le Moyen Âge (VIIIe av. - XVe ap. J.-C.).

La chronologie des sites est encore mal assurée mais permet d'affirmer que la production de fer par la méthode directe apparaît ici dans le courant de la période de Hallstatt et perdure dans la région jusqu'au XVe s., peut-être avec un hiatus entre la fin du Haut-Empire et le Moyen Âge central. L'essentiel de la production semble ainsi dater de l'époque romaine, et plus spécifiquement du Haut-Empire, ainsi que, dans une moindre mesure, des XIe-XIIe s. et XIVe-XVe s.

La répartition des sites permet de cerner quinze zones de production (concentration de sites de réduction) dans le Bas Maine et à ses marges. Ces ensembles peuvent être partagés en trois catégories, en fonction de leur importance. Cinq zones de production de premier niveau pourraient diffuser leur production à l'échelle régionale ou supra-régionale. Les dix autres secteurs, plus petits (second et troisième niveaux), témoignent d'une production de fer modeste et étalée dans le temps.

L'analyse spatiale, angle d'approche de la problématique de ce travail, a permis de mettre en évidence certains phénomènes, et notamment d'exclure, pour la région étudiée ici, la présence d'un cours d'eau comme critère d'implantation des ateliers de réduction, et ce, semble-t-il, pour toutes les périodes. En fait, il apparaît que c'est bien, comme ailleurs, la présence de bois qui dicte, avant celle de minerai sur place, l'installation d'un atelier de réduction directe dans le Bas Maine. En outre, l'étude du contexte archéologique des zones de production a permis de mettre en évidence leur position particulière au sein du territoire. Ainsi, les deux tiers se trouvent à proximité ou sur une ancienne limite administrative et les autres voisinent avec une agglomération. Les données chronologiques manquent encore pour interpréter clairement cet état de fait, mais on peut sans doute envisager le rôle joué par les contraintes socio-économiques amenant à la concentration des sites de production à ces endroits (propriété des terres, distance aux agglomérations, ouverture sur le marché). L'analyse spatiale des sites de production sidérurgique à l'échelle du territoire bute toutefois encore sur de nombreux obstacles méthodologiques, mais aussi sur notre mauvaise connaissance des éléments structurants de la trame d'occupation du territoire aux périodes anciennes.

Une zone de production a fait l'objet d'une attention particulière : celle de Sillé, dans le département de la Sarthe. L'ensemble de ferriers conservés dans la partie orientale de la forêt domaniale de Sillé offre en effet la possibilité rare d'étudier des ateliers de réduction dans un état de préservation exceptionnel. Les prospections ont permis d'établir qu'il existe ici un groupe de ferriers peut-être contemporains et qui forme semble-t-il une zone dévolue à la production sidérurgique durant l'Antiquité. Dans ce cadre, on a proposé de voir dans un bâtiment, situé au nord de la forêt de Sillé, au lieu-dit "Roullée" à Mont-Saint-Jean (Sarthe), et présentant de nombreux caractères de luxe (mosaïque, enduits peints, hypocauste), la résidence d'un administrateur de la production, même si l'on ne peut encore en définir l'identité ou le statut juridique. La surface couverte par cette zone de production et l'absence d'occupation résidentielle contemporaine de l'activité métallurgique, en dehors de l'édifice qu'on vient d'évoquer, posent en effet la question de la présence ici d'un domaine public destiné à la production de fer, dont l'existence demeure difficile à argumenter sur la base des seules données archéologiques.

Une série de sondages a été menée, dans le cadre de cette étude, sur l'un des ferriers de la forêt de Sillé, celui de "Roche Brune". Cette opération a permis de mettre au jour un atelier de réduction d'époque romaine, parfaitement structuré et mettant en œuvre une batterie de deux fourneaux protégés par un bâtiment sur poteaux. Cet atelier aurait produit en un siècle environ – entre 70 et 170 ap. J.-C. – près de 1 000 t de fer travaillable et aurait consommé plus de 4 450 t de minerai, importé depuis au moins 4 km, et plus de 53 420 m^3 de bois, probablement prélevé dans un périmètre de quelques centaines de mètres autour de l'atelier. Les analyses chimiques réalisées sur les matières premières et les déchets permettent de souligner l'exceptionnelle qualité du processus de réduction réalisé sur ce site.

L'étude de l'approvisionnement du site de "Roche Brune" et les quelques données dont on dispose dans le reste de la zone d'étude ont permis de mettre en évidence une forte rationalisation de la production sidérurgique intervenue dans la région dans la seconde moitié du Ier s. ap. J.-C., qui se traduit par une gestion des boisements pour l'approvisionnement en combustible et le transport du

minerai sur des distances moyennes. Ce phénomène est contemporain d'autres mutations constatées à cette période dans le territoire des Trois Gaules (structuration des campagnes par un réseau d'installations agricoles de type *villa*, urbanisation et développement de la production artisanale), qu'on peut mettre en lien avec une acculturation progressive des populations de ces territoires au contact du monde méditerranéen.

Les vérifications de terrain ont permis de distinguer plusieurs faciès de scories de réduction coulées. Les analyses chimiques menées sur des scories de deux faciès différents, collectés sur seize sites de la zone d'étude, laissent présumer de l'existence de variations techniques au sein de la filière directe, et notamment d'un éventuel progrès technique intervenu durant le Haut-Empire, amenant à la production de résidus de morphologie distincte. Cette évolution, corrélée avec la rationalisation de la production évoquée ci-dessus, a semble-t-il entraîné une forte augmentation de la quantité de métal produite durant l'époque romaine. Dans ce cadre, les questions demeurent nombreuses. Il n'est pas encore possible d'élargir ces constatations aux autres faciès et se pose donc la question de l'existence d'autres variations techniques au sein de la filière directe d'obtention du fer, au cours du temps.

Malgré un corpus d'analyses encore restreint, on ne peut que souligner l'importance qu'ont prise ces données dans l'interprétation technique des vestiges rencontrés. Les questionnements actuels concernant la traçabilité des produits et déchets sidérurgiques a reçu des réponses contrastées : si l'on peut distinguer quelques rares sites – ou peut-être des zones de production ? – sur la base de différences de compositions chimiques de leurs déchets, il n'est pas encore possible de reconnaître des signatures spécifiques pour toutes les zones de production, et la possibilité de suivre dans les inclusions de scories des objets en fer les critères discriminants reconnus dans le Bas Maine n'a pas encore été testée et reste donc incertaine.

L'approche sociale des opérateurs des différentes phases de la chaîne opératoire sidérurgique n'en est qu'à ses débuts. Les quelques données acquises au cours de cette étude montrent qu'au moins durant l'époque romaine et le bas Moyen Âge, les officiants des ateliers de réduction ne vivaient pas dans la misère.

Face à ce corpus de sites liés à la réduction directe, ceux relevant des étapes postérieures à l'obtention du métal font encore largement défaut dans le Bas Maine. L'exemple des ateliers de forge de l'agglomération gallo-romaine de *Noviodunum*/Jublains, capitale de la cité diablinte, montre le rôle de relais qu'a pu jouer la ville dans le réseau d'échange local du fer. Toutefois, les données manquent encore pour élargir ces constatations à l'échelle du territoire.

*
* *

Les conclusions apportées à l'issue de cette étude sont, pour certaines, encore fragiles, voire largement hypothétiques. Ces pistes de recherche nécessiteront la poursuite des travaux de terrain et de laboratoire. Le corpus réuni ici pourra, à l'avenir, servir de base à leur vérification. Ainsi, la poursuite des sondages sur des ateliers de réduction directe et l'analyse de leurs matières premières, déchets et produits semblent indispensables à la meilleure compréhension de la structuration des zones de

production repérées dans le Bas Maine (contemporanéité des sites, durée d'occupation de chacun, rendement et production, présence de réoccupation/réutilisation). L'une des questions essentielles est de savoir si l'on peut percevoir une évolution dans les changements techniques soupçonnés au sein de la filière directe. Pour cela, la multiplication des analyses, associée à la datation la plus précise possible des sites, est nécessaire. Plus largement, il reste à mieux comprendre l'environnement archéologique des ateliers et zones de production sidérurgique, quelles que soient les périodes : peut-on mettre en évidence l'existence d'installations résidentielles strictement contemporaines des zones de production ? Peut-on les lier d'une manière ou d'une autre à l'activité sidérurgique ? La forêt de Sillé, dont l'étude a déjà été entreprise dans le cadre de cette recherche, semble être un bon terrain d'étude pour répondre à ces questions et donc valider ou non les hypothèses avancées ici.

Glossaire

N.B. : (DL) = DOMERGUE, LEROY 2001a : 148-149.
(M) = MANGIN 2004 : 215-233.
(DC) = DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995 : 174-176.

Abattage : action de détacher le minerai de la paroi d'une mine.

Acier : alliage de fer et de carbone contenant de 0,02 à 2 % de carbone. (M)

Aérage : circulation de l'air dans les ouvrages souterrains d'une mine par des moyens naturels (puits, faux plafonds) ou artificiels (ventilateurs).

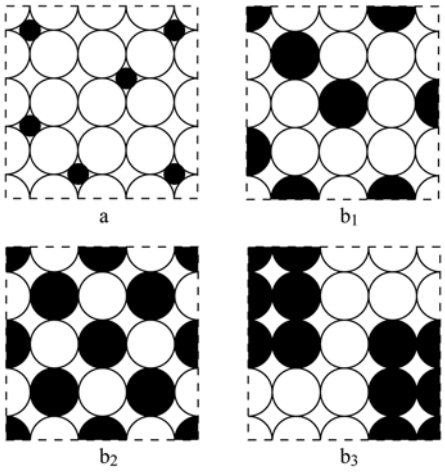
Affinage : procédé de transformation de la fonte en acier ou en fer par oxydation du carbone (décarburation). Ce terme est employé uniquement dans la filière indirecte.

Alliage : en fonction de la disposition atomique et de la température, des éléments autres que le fer peuvent prendre une place plus ou moins importante dans le réseau cristallin pour former des alliages (fig. 240). Si ces atomes sont de taille inférieure à celle des atomes de fer, ils peuvent se placer dans les espaces interstitiels laissés entre les atomes de fer (de tailles différentes en fonction de la structure cristalline). C'est le cas pour le carbone. Certains atomes, de diamètre proche de celui du fer, comme le chrome, le nickel et le manganèse, peuvent prendre la place des atomes de fer. Ces alliages se produisent à l'état solide. On parle de solution solide d'insertion (alliage Fe-C) ou de substitution (alliages Fe-Mn, Fe-Cr, Fe-Ni) (FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 120).

Allotropique (variété) : minéraux de même composition chimique mais de structure cristalline différente. Chacun d'eux est stable dans un domaine de températures et de pressions bien défini. Chaque variété allotropique possède des propriétés physiques spécifiques. (M) Pour le fer, et à la pression atmosphérique, on distingue :

- le fer alpha (α), de maille élémentaire cubique à faces centrées (C.F.C., fig. 241), stable en dessous de 912°C ;
- le fer gamma (γ), de maille élémentaire cubique centrée (C.C.), stable entre 910°C et 1394°C ;
- et le fer delta (δ), C.F.C., stable entre 1394 et 1538°C.

Anticlinal : Terme de géomorphologie désignant une zone où les couches géologiques s'inclinent en direction opposée, de part et d'autre de la partie médiane (DERRUAU 1969 : 58).



a : solution solide d'insertion (C dans Fe, par exemple)
b : solution solide de subsitution (Cr, Ni ou Mn dans Fe par exemple), désordonnée (b_1), ordonnée (b_2), ou en amas (b_3).

Fig. 240 : notion de solution solide, schémas interprétatifs de plan du réseau 3D avec les atomes en insertion ou en substitution en noir (d'après F. Dabosi dans FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 122).

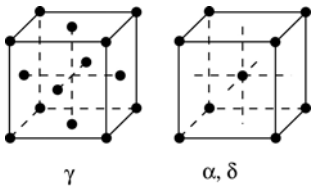


Fig. 241 : assemblages cubique faces centrées (fer gamma) et cubique centré (fer alpha et delta) (d'après SERNEELS 1993 : 20)

Arsénopyrite : sulfure de fer et d'arsenic (FeAsS) également appelé mispickel.

Austénite : une des formes du fer à l'état solide (fer gamma) pouvant contenir jusqu'à 2% de carbone en solution solide, qui n'est stable qu'à des températures supérieures à 730°C (ou 723°C). (M)

Bas fourneau : structure dévolue à la réduction du minerai dans la filière directe (voir 1.3.4.1).

Battitures : particules détachées de la surface du métal lors du martelage (opération de forge ou post-réduction).

Bavalite : type de chlorite riche en fer.

Boisage : système de consolidation (soutènement) des galeries de mines à l'aide de pièces de bois.

Calcination : opération de transformation du calcaire en chaux par cuisson à haute température. Entre dans les opérations de prétraitement du minerai ou minéralurgie.

Calotte : voir culot.

Carbonate : composé chimique contenant des groupes CO_3. Il existe une famille de minéraux qui sont des carbonates dont la sidérite. (M)

Cémentite : forme cristalline du carbure de fer (Fe_3C) contenant 6,67 % de carbone.

Chamosite : aluminosilicate de fer de formule (Fe^{2+}, Mg, Fe^{3+})$_5$Al(Si_3Al)O_{10}(OH, O)$_8$. Minéral de couleur verdâtre formant souvent des oolithes. En s'oxydant au contact de l'air la chamosite forme de l'hématite.

Chapeau de fer : formation superficielle d'oxydes et d'hydroxydes de fer résultant de l'altération par les agents atmosphériques (eau de pluie, *etc.*) d'un filon minéralisé en sulfures. Le phénomène est particulièrement important lorsque le minerai contient de la pyrite qui libère de l'acide sulfurique en s'oxydant. (M)

Chauffe : phase de chauffage d'une pièce de fer pour la rendre apte au travail de mise en forme.

Chlorite : nom donné à un groupe de silicates de fer, magnésium et aluminium hydratés, dont fait partie la bavalite.

Cinglage : opération qui consiste à battre à chaud la masse brute de réduction pour en extirper les impuretés (fragments de minerai, de charbon de bois, de scories *etc*.) et compacter le fer. Voir épuration. (M)

Corroyer, corroyage : opération de martelage du métal afin d'améliorer sa compacité et son homogénéité. Ces termes, empruntés au travail du cuir, sont particulièrement adaptés pour décrire le travail qui consiste à fabriquer une barre à partir de fragments épars. (M)

Corylaie : boisement de noisetiers.

Cristallin (réseau) : arrangement d'atomes dans l'espace, selon une disposition fondamentale (maille élémentaire) qui se répète (périodique). (M)

Culots (de post-réduction) : scorie de forme grossièrement hémisphérique (ou en forme de fond de sphère) correspondant à l'accumulation de déchets dans le fond du foyer. De telles scories se forment pendant le travail du fer (épuration et forge). Synonyme de calotte. (M)

Décapant : substance ajoutée sur la surface du métal chaud de manière à liquéfier la croûte d'oxydation et à nettoyer le métal. Il est particulièrement important de décaper la surface du métal pour pouvoir réaliser une soudure dans les meilleures conditions. (M)

Dendrite : forme de cristallisation arborescente régulière d'un minéral ou d'un métal qui se développe fréquemment lors d'une solidification rapide à partir de l'état liquide. (M)

District (minier et métallurgique ou de production) : espace géographique délimité dans lequel se concentre un nombre notable de sites miniers et/ou d'ateliers métallurgiques appartenant à une ou plusieurs périodes chronologiques, mais faisant de cette zone un secteur de production cohérent d'un point de vue spatial et métallifère. (DL) Cette définition ne me satisfait pas, voir 8.2.1.1.

Ductilité : capacité de déformation plastique permanente et homogène sans rupture d'un matériau soumis à une contrainte mécanique. Un métal ductile peut être allongé, étiré, étendu sans se rompre. (M)

Ellingham (diagramme d') : Les chimistes évaluent l'affinité entre un élément oxydé et l'oxygène à l'aide d'une grandeur $\Delta G°$, appelée variation d'enthalpie libre, qui correspond en fait à la chaleur de formation d'un oxyde à partir d'un élément constitutif (FLUZIN 1983 : 17). Pour chaque couple oxyde-métal, cette valeur diffère et varie en fonction de la température. La fonction mathématique $\Delta G°_T$ est représentée sous la forme d'une courbe. La représentation de l'ensemble des courbes des éléments constitue le diagramme d'Ellingham.

Éponge de fer : produit de la réduction du minerai dans le bas fourneau se présentant sous la forme d'un bloc de métal mélangé à des déchets de l'opération (scories, cendres morceaux de charbons de bois), qui doit être épuré avant d'être forgé (voir loupe). (DL)

Épuration : opération qui consiste à débarrasser la masse de fer sortie du bas fourneau des scories et du charbon qui l'entoure. L'épuration peut se faire par martelage à chaud ou à froid.

Eutectique : mélange hétérogène intime de deux ou plusieurs phases solides de composition définie dont la fusion ou la solidification intervient à une température minimale constante, pour une pression donnée. (M)

Eutectoïde : mélange hétérogène intime de deux ou plusieurs phases solides de composition définie et en proportions fixées, résultant, au refroidissement lent, de la décomposition d'une solution solide ; cette transformation intervient à une température constante. (M)

Exhaure : ensemble de procédés mis en œuvre pour évacuer l'eau d'une mine, principalement par écoulement dans des galeries débouchant à plus basse altitude ou par pompage.

Ferrier : amas de scories caractérisant la présence d'un atelier de réduction directe.

Ferrite : une des formes du fer à l'état solide (fer alpha) ne pouvant contenir qu'une très faible quantité de carbone en solution (moins de 0,02%). C'est la forme stable à basses températures. (M)

Ferrobactérie ou sidérobactériale : bactérie du sol et des eaux dites ferrugineuses qui utilisent l'énergie nécessaire à leur développement en oxydant le fer ferreux (Fe^{2+}) présent dans l'eau en fer ferrique (Fe^{3+}).

Ferruginisé : ce dit d'une roche ou d'un minéral enrichi en fer.

Fayalite : minéral de formule Fe_2SiO_4, groupes des olivines, classe des silicates. C'est le silicate de fer le plus fréquent dans les scories. (M)

Filière directe : filière technique permettant l'obtention de fer-métal à partir du minerai en une seule étape par l'utilisation de la réduction directe. Définie par opposition à la filière indirecte, dans laquelle le métal n'est obtenu qu'après retraitement de la fonte issue du haut fourneau.

Filière indirecte : filière technique amenant à la production de fonte par la fusion complète du minerai de fer et du combustible dans un haut fourneau. L'obtention d'acier ou de fer à partir de la fonte nécessite un traitement supplémentaire, appelé affinage, qui justifie le terme d'indirect par rapport à la filière directe.

Fonte : alliage à base de fer riche en carbone (de 2 à 6,7%). C'est un matériau très dur et très fragile en général, impossible à marteler et à souder. Le point de fusion est bas (1150°C pour 4,3% de carbone), d'où son aptitude pour le moulage.

Gangue : minéral ou roche qui est associé aux substances utiles dans le minerai. Les traitements préliminaires du minerai contribuent à séparer la gangue de la partie utile. (M)

Goethite : oxyde de fer hydraté, de formule générale FeO(OH). C'est l'un des principaux constituants des minerais de fer ; la goethite est également présente dans les produits de corrosion du fer (rouille). (M)

Grillage : opération métallurgique qui consiste, en métallurgie moderne, à chauffer un minerai sulfuré pour le transformer en oxyde, en le débarrassant du soufre. Par extension, le terme est souvent employé pour caractériser toute opération de cuisson du minerai (calcination), destinée à éliminer les matières hydratées et carbonatées, mais aussi à créer dans le matériau une certaine porosité pour en faciliter le concassage. (DL)

Gromps : terme polonais : déchets associés à la première épuration d'une masse brute de réduction. Les *gromps* sont principalement des scories informes plus ou moins riches en métal et de fragments métalliques. Ils sont caractéristiques de l'activité même de "compactage" et peuvent donc exister à proximité des sites de réduction et/ou d'épuration. (M)

Halde : mot d'origine allemande désignant les déblais produits par traitement (tri, concassage, broyage) des minerais et les stériles accumulés à proximité immédiate de la zone d'extraction. Ces déblais sont essentiellement constitués par les débris de la gangue. (M)

Haut fourneau : structure dévolue à la réduction dans la filière indirecte.

Hématite : minéral de formule générale Fe_2O_3, classe des oxydes (oxyde ferrique). C'est un constituant important dans certains minerais de fer. (M)

Hercynite : minéral, de formule générale (Mg, Fe) Al_2O_4, de la famille des spinelles, classe des oxydes. C'est un minéral assez fréquent dans les scories riches en aluminium.

Hydroxyde : oxyde hydraté. Il existe une famille de minéraux qui sont des hydroxydes dont la goethite. (M)

Hypereutectoïde (acier) : acier dont la proportion de carbone est supérieur à la composition de la perlite (de 0,8% à 2% de carbone).

Hypoeutectoïde (acier) : acier dont la proportion de carbone est inférieur à la composition de la perlite (de 0,02% à 2% de carbone).

ICP-AES : Inductively Coupled Plasma-Atomic Emission Spectroscopy: technique d'analyse de composition chimique par spétrométrie des émissions atomique couplé à une torche à plasma.

Laitier : déchet issu de la fusion du minerai de fer et de fondant souvent calcique dans un haut fourneau, donc caractéristique de la filière indirecte. Le laitier est le plus souvent vitreux et de couleur bleu, vert ou noir.

Lanthanides : La série chimique des **lanthanides** est composée des métaux de transition situés entre les éléments de numéros atomiques 57 (La) à 71 (Lu) inclus. Ils sont aussi appelés plus communément **Terres Rares**, même si ce terme n'est pas très approprié étant donné qu'en dehors du prométhium, ils sont relativement abondants. (Wikipédia)

Lavage du minerai : une des opération de prétraitement du minerai après son extraction ; elle concerne en général les minerais à gangue terreuse, le lavage à l'eau courante consistant à éliminer cette dernière. (DL)

Lépidocrocite : minéral qui correspond au polymorphe γ de FeO(OH). Les oxydes et les hydroxydes forment des couches dont l'empilement n'est pas compact contrairement à la goethite α-FeO(OH), pour laquelle l'empilement est hexagonal compact (d'après Wikipédia).

Limonite : hydroxydes de fer mal cristallisés, mêlés à des argiles, d'aspect terreux, poussière de couleur jaune rougeâtre ? Elle peut être concrétionnée. C'est un constituant important de nombreux minerais et l'un des produits de la corrosion du fer. (M)

Lithophile : se dit des éléments dont le comportement au cours des processus naturels ou industriels est similaire à celui de la silice (SiO_2).

Loupe de fer : produit de la réduction du minerai dans le bas fourneau, se présentant sous la forme d'un bloc de métal relativement compact et propre (voir éponge). (DL)

Magnétite : minéral de formule générale Fe_3O_4, classe des oxydes (oxyde ferreux). Il est noir, souvent brillant et magnétique. Il entre dans la composition de nombreux minerais de fer.

Malléable/malléabilité : propriété caractéristique des métaux de pouvoir être réduits en feuilles par martelage ou par laminage.

Massiot (ou massiau) : bloc de fer réduit, généralement enrobé de scorie, produit par l'opération de réduction du minerai (dans ce cas synonyme d'éponge ou de loupe) ou par une opération d'affinage de fonte. (DL)

Minéralurgie : ensemble des techniques d'enrichissement des minerais. (M)

Minière : anciennement, exploitation d'où l'on tirait de la mine (au sens de minerai). Actuellement souvent pris au sens d'exploitation d'un gisement métallifère à ciel ouvert. Ici, extraction à ciel ouvert, d'extension et de profondeur limitées, de forme généralement subcirculaire. (M)

Mole : La mole (symbole mol) est une unité de quantité de matière, utilisée depuis 1971 dans le système international. Elle correspond à la quantité de matière d'un système contenant autant de particules individuelles (atomes ou molécules) qu'il y a d'atomes dans 12 g de carbone 12. Cette valeur est estimée à $6{,}022 \times 10^{23}$, appelée constante ou nombre d'Avogadro. Le poids d'une mole d'un élément est appelé masse molaire, exprimée en g/mol. Celle-ci figure sous le symbole de l'élément dans le tableau des éléments fourni en annexe 5.

Néogène : de formation récente.

Nital : solution d'acide nitrique dans de l'alcool (généralement dosée à 5 %).

Oberhoffer (réactif d') : réactif utilisé pour les observations métallographiques.

Olivine : groupe de minéraux de composition (Fe, Mg)2SiO4, de la famille des silicates. (M)

Oolithe : concrétion de petite taille (inférieur à 2 mm) formée de couches concentriques précipitant autour d'un noyau.

Oxydes : classe de minéraux formés d'un ou plusieurs éléments chimiques combinés avec l'oxygène. (M)

Perlite : constituant eutectoïde des aciers. Structure formée d'un agrégat de ferrite et de cémentite* qui se présente le plus souvent sous forme de lamelles ou de globules. (M)

Placer : désigne un gisement de minéraux dans des sédiments alluviaux.

Post-réduction : qualifie, dans le domaine de la paléométallurgie, les opérations techniques de travail du métal qui suivent, dans la chaîne opératoire, la réduction du minerai de fer. Souvent employé comme synonyme de forge. (DL)

Pyrite : minéral de formule général FeS. Une des formes cristallisées des sulfures de fer. La pyrite est jaune dorée est forme souvent des cristaux cubiques. (M)

Réduction directe : procédé technique de transformation du minerai de fer en fer-métal, plus ou moins aciéré, dans un bas fourneau ; les oxydes de fer contenus dans le minerai sont réduits par le monoxyde de carbone produit par la combustion du charbon de bois. (DL)

Rubéfaction : altération par la chaleur du matériau argileux constituant les parois des fourneaux ; cette altération se caractérise par différents niveaux de coloration. (DL)

Scorie : résidu de la solidification d'une fusion au moins partielle de silicates et d'oxydes, non spécifique à la métallurgie du fer. (DL)

Sidérite : minéral de formule générale $FeCO_3$, appartenant à la famille des carbonates. La sidérite forme généralement des masses brunâtres informes. Les cristaux bien développés sont rhombohédriques. (M)

Sidérophile : s'applique aux éléments chimiques tendant à s'associer préférentiellement au fer.

Silicate : famille de minéraux qui contiennent de la silice (SiO_2). La fayalite (Fe_2SiO_4) est le silicate de fer le plus courant dans les scories.

Spinelle : minéral de formule Al_2MgO_4. Ce minéral donne son nom à une famille d'oxydes qui ont pour formule généralisée A_2BO_4, dans laquelle i y a trois atomes d'oxygène, deux cations trivalents (tels que AL^{3+}, Fe^{3+}, Cr^{3+} *etc*) et un cation bivalent (tel que Fe^{2+}, Ca^{2+}, Mn^{2+} *etc*). On observe des spinelles dans les scories. (M)

Stérile : désigne les roches dont le contenu en substance utile est jugé sans intérêt. Lors de l'extraction les stériles sont laissés en place ou rejetés immédiatement après abattage (haldes). Voir gangue. (M)

Sulfure : classe des minéraux contenant du soufre (S), mais pas d'oxygène.

Synclinal : Terme de géomorphologie désignant une zone où les couches géologiques pendent de chaque côté vers la partie médiane (DERRUAU 1969 : 58).

Ténacité : caractéristique mécanique correspondant à la capacité d'un métal à résister à la rupture par fissuration. Énergie nécessaire pour produire la rupture d'un matériau. La fragilité correspond à une valeur nulle de la ténacité. (M)

Terres Rares : voir lanthanides.

Traçabilité : capacité d'un produit à pouvoir être suivi depuis son origine, grâce à ses caractéristiques. (M)

Trace (élément en) : on regroupe sous ce terme tous les éléments chimiques qui sont présents à des teneurs inférieures à 0,1% dans les matériaux naturels courants. (M)

Trempe : traitement thermique des métaux consistant à les chauffer à une température élevée, puis à les refroidir plus ou moins rapidement dans un milieu déterminé de manière à obtenir des constituants hors d'équilibre. (M)

Tuyère : dispositif permettent de transmettre l'air jusque dans la zone de combustion du fourneau ou du foyer. Il peut s'agir d'un simple trou dans la paroi (on parlera plus volontiers de "trou à vent" ou encore de "conduit de ventilation") ou d'une pièce façonnée spécifiquement pour cet usage ("bloc-tuyère"). Les blocs-tuyères archéologiques associées à la métallurgie du fer sont généralement des conduits cylindriques en terre cuite destinés à être insérés dans la paroi. (M)

Wüstite : forme cristallisée de FeO, métastable à basse température (en dessous de 570°C).

Liste des figures

VOLUME 1

Fig. 1 : diagramme d'équilibre partiel du système fer-carbone (d'après SERNEELS 2004 : 26)..... 33
Fig. 2 : schéma technique de la chaîne opératoire de la métallurgie du fer par le procédé direct (d'après SERNEELS 1998a : 19). 35
Fig. 3 : classification simplifiée des bas fourneaux (d'après SERNEELS 1998a : 16)..... 42
Fig. 4 : principales zones de production du fer pour l'Âge du Fer, l'époque romaine et le haut Moyen Âge, entre Rhin, Alpes et Pyrénées (d'après M. Leroy et V. Serneels dans MANGIN 2004 : 12). L'emprise des ovales n'est pas proportionnelle à la taille réelle des zones de production. 53
Fig. 5 : contour de la cité diablinte avant son rattachement à la cité des Cénomans, d'après NAVEAU 1997 : 40. 89
Fig. 6 : contour de la zone d'étude, correspondant dans les grandes lignes à celui du Bas Maine (d'après NAVEAU 1995 et MUSSET 1917)..... 91
Fig. 7 : carte géologique simplifiée de la zone d'étude, d'après la carte du BRGM au 1/1 000 000. 95
Fig. 8 : carte des altitudes de la région. 99
Fig. 9 : localisation des lieux évoqués dans le paragraphe précédent 99
Fig. 10 : carte des principaux cours d'eau. 99
Fig. 11 : carte des principaux massifs forestiers d'après le fond Corine Land Cover de l'IFEN. 99
Fig. 12 : surface de la zone étudiée selon les différents type d'occupation du sol en l'an 2000 (d'après les données du fond Corine Land Cover de l'IFEN©). 101
Fig. 13 : couverture du territoire en l'an 2000 (d'après fonds CORINE Land Cover). 101
Fig. 14 : localisation de Jublains. 103
Fig. 15 : plan de la ville antique de Jublains (service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne). 104
Fig. 16 : plan général de la fouille de "La Grande Boissière", état de la première moitié du IIe s. ap. J.-C. (BOCQUET *et al*. 2004 : Fig. 13). 105
Fig. 17 : plan général de la fouille du "Taillis des Boissières, état des années 70-120/140 (service du patrimoine, Conseil Génréral de la Mayenne). 107
Fig. 18 : cartes archéologiques du département de la Mayenne pour différentes périodes anciennes (d'après NAVEAU 1997 : 36). 116
Fig. 19 : carte archéologique simplifiée de la cité diablinte pour l'époque romaine (d'après NAVEAU 2006 : 49)..... 119
Fig. 20 : carte des sites mérovingiens dans le département de la Mayenne (d'après PICHOT 1984 : 105)..... 122
Fig. 21 : carte archéologique de la Mayenne à l'époque mérovingienne (d'après NAVEAU 1987 : 88). 122
Fig. 22 : répartition géographique des indices et sites funéraires du haut Moyen âge sur la trame des voies antiques de la Mayenne (d'après COLLETER 2003 : 148). 123
Fig. 23 : histogramme représentant les résultats relatifs des différentes méthodes de recherches documentaires. 147
Fig. 24 : tableau comparatif des "rendements" de plusieurs racines toponymiques pour la découverte de site lié à la métallurgie du fer dans le Bas Maine. 148
Fig. 25 : carte postale datée de 1905 environ montrant la récupération d'un ferrier situé sur la commune de Lignières-Orgères (Mayenne) (ADM 5 Fi 123\23). 150
Fig. 26 : carte postale datant de mars 1907 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert). On remarque au premier plan l'utilisation de machines à vapeur. 150
Fig. 27 : carte postale datant de septembre 1906 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert)..... 151
Fig. 28 : carte postale datant de décembre 1907 montrant la récupération d'un ferrier à Glos-la-Ferrière (Orne) (communication personnelle M. Hubert). On remarque l'utilisation de machines à vapeur. 151

Fig. 29 : graphique montrant la répartition des sites sidérurgiques enregistrés en fonction du type d'occupation du sol (comparaison établie en fonction de la part de la surface de la zone d'étude occupée par les différentes catégories)..... 155
Fig. 30 : tableau des sites liés à la métallurgie du fer par la filière directe enregistrés dans le Bas Maine en fonction de leur conservation. 161
Fig. 31 : tableau des sites liés à la métallurgie du fer par la filière directe dans le Bas Maine en fonction de leur interprétation. 161
Fig. 32 : exemple de fiche de déclaration de site réalisée à partir de la base de données avec, dans la partie supérieure, les informations issues de la table "indices" et, dans la partie inférieure, celles provenant des champs de la table "sites"..... 164
Fig. 33 : diagramme d'équilibre du système ternaire SiO_2-Al_2O_3-FeO_n (d'après SERNEELS 1993 : 15). 171
Fig. 34 : diagramme d'équilibre du système ternaire SiO_2-FeO_n-CaO (d'après SERNEELS 1993 : 15). 171
Fig. 35 : graphique représentant le système Fe-Si-Al-Ca, permettant l'identification des domaines de composition chimique des matières premières et déchets rencontrés en métallurgie du fer (d'après FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2001 : 115). P : zone de composition des revêtements internes de parois ; M : minerais (les minerais calciques sont en 1 Ca, partie gauche) ; 1 : scories denses fayalitiques (les faciès riches en wüstite et ou en/fer métallique sont en bas) ; 1 Ca : scories denses calciques ; 2 : scories mi-lourdes ; 3 : quasi-laitiers ; 4 : laitiers siliceux et silico-calciques des hauts fourneaux archaïques et anciens (charbon de bois) ; 5 : laitiers hypercalciques des hauts fourneaux récents. 172
Fig. 36 diagramme de saturation en oxydes de fer pour les scories (d'après SERNEELS 1993 : 30). 175
Fig. 37 : carte des principales formations géologiques contenant du fer et des gîtes ferrifères (d'après les cartes du BRGM). 196
Fig. 38 : carte synthétisant les informations historiques et archéologiques concernant des données sur les minerais de fer et leur extraction dans la zone d'étude (d'après le tableau de synthèse fourni en annexe 4). 198
Fig. 39 : carte des secteurs miniers connus par les textes et les archives (sources : cf. tableau de l'annexe 4). 198
Fig. 40 : plan de la zone des Bercons (détails) datant probablement du XVIIIe s. (AN : N III Sarthe 33 et ADS E 21) (d'après BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 79)..... 200
Fig. 41 : carte superposant les informations concernant le minerai de fer issues des données historiques et géologiques. 204
Fig. 42 : plan des vestiges anciens repérés lors de l'exploitation de la mine d'or de Rouez (chapeau de fer) entre 1989 et 1992 ; les vestiges les plus anciens remontent à l'époque romaine (d'après GUIOLLARD 1993 : 31). 208
Fig. 43 : schéma interprétatif d'une partie des vestiges anciens découverts lors de l'exploitation de la mine de Rouez ; on peut voir un puits comblé et trois galeries en arc de cercle dont une est remplie (d'après GUIOLLARD 1993 : 32). 208
Fig. 44 : carte de localisation des lieux de ramassage des différents échantillons de minerai. 212
Fig. 45 : Changé (SAR 656), phase de goethite massive dans la moitié inférieure gauche et présence de trous et de grains de silice résiduels dans la partie supérieure droite dans une matrice de goethite : (microscope, lumière réfléchie polarisée). ... 216
Fig. 46 : Andouillé (SAR 664), petits grains de silice reliques dans une matrice massive de goethite (microscope, lumière transmise polarisée)..... 216
Fig. 47 : Changé (SAR 657), les cristaux au centre de ce rognon sont parfois de taille millimétrique (binoculaire, lumière transmise polarisée)..... 216
Fig. 48 : Changé (SAR 657), cristaux de silice avec veine d'oxyde de fer, ferruginisation en cours (microscope, lumière transmise polarisée)..... 216
Fig. 49 : SAR 657, cristaux de silice en cour d'oxydation (microscope, lumière réfléchie polarisée). 216
Fig. 50 : Le Bourgneuf-la-Forêt (SAR 663), gros grains de quartz explosés en cours de la ferruginisation dans la moitié supérieure gauche et croûte de goethite dans la partie inférieure droite (microscope, lumière transmise polarisée). 216
Fig. 51 : Sainte-Suzanne (SAR 664), gros grains de quartz explosés vue en lumière transmise polarisée (microscope). 217
Fig. 52 : Sainte-Suzanne (SAR 664), gros grains de quartz explosés vue en lumière transmise polarisée analysée (microscope)..... 217
Fig. 53 : Saint-Pierre-la-Cour (SAR 659), on voit dans la partie en cour de dégradation (à droite) on voit les petits cristaux de quartz hexagonaux intacts (lumière réfléchie polarisée)..... 217
Fig. 54 : Saint-Pierre-la-Cour (SAR 658), on voit sur cette micrographie la partie hydroxydée dans les deux tiers supérieurs et une phase de cristaux néoformés dans le tiers inférieur, probablement de l'apatite (microscope, lumière réfléchie polarisée). 217
Fig. 55 : teneurs en éléments majeurs des échantillons de minerais sidérolithiques..... 218
Fig. 56 : dispersion des teneurs en éléments majeurs des minerais sidérolithiques. 218
Fig. 57 : dispersion des teneurs en éléments en traces des minerais sidérolithiques..... 218
Fig. 58 : régression linéaire pour le couple d'éléments Al_2O_3/TiO_2. La droite de régression pleine correspond à la prise en compte de SAR 659, celle en pointillé non. On observe une forte corrélation. 219
Fig. 59 : régression linéaire pour le couple d'éléments Ce/La. La corrélation visible est artificielle. 219
Fig. 60 : régression linéaire pour le couple d'éléments Ce/La ne tenant pas compte de l'échantillon SAR 659. Il n'y a pas corrélation. 220
Fig. 61 : teneur en éléments majeurs de l'échantillon de grès cénomanien. 220

Fig. 62 : La Ferrière-Bochard (SAR 660), vue à la binoculaire de la lame mince d'un échantillon provenant des rejets de tri découvert à proximité de puits de mines. On voit dans la partie inférieure les petits grains de quartz roulés formant un grès fin lié par un ciment ferrugineux qui forme en surface une croûte de goethite (lumière transmise polarisée). 221
Fig. 63 : La Ferrière-Bochard (SAR 660), on voit en haut à droite les grains de quartz et de mica (au centre) en cours d'altération et en bas à droite la goethite massive (microscope, lumière transmise polarisée). 221
Fig. 64 : Lignières-Orgères (SAR 661), goethite avec quelques reliques de minéraux et des trous, on ne peut pas déterminer le mode de formation de cet échantillon (microscope, lumière réfléchie). 222
Fig. 65 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), on voit bien sur ce cliché les oolithes ferrugineuses prise dans une matrice de goethite ; on voit au centre des oolithes les vestiges de minéraux altérés (microscope, lumière réfléchie polarisée). 222
Fig. 66 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), vue d'une oolithe en cours de formation, avec au centre de la biotite en cours d'oxydation (microscope, lumière transmise polarisée). 222
Fig. 67 : La Chapelle-Anthenaise (SAR 662), du centre (à gauche) vers la périphérie (à droite) on voit la dégradation et la disparition des oolithes de chlorite au profit d'hydroxydes de fer (microscope, lumière réfléchie polarisée). 222
Fig. 68 : teneurs en éléments majeurs des échantillons supposés venir des grès oolithiques ordoviciens. 222
Fig. 69 : dispersion des teneurs en éléments en trace pour les deux échantillons pouvant provenir des formations de grès oolithique primaire. 223
Fig. 70 : teneur en éléments majeurs de cinq échantillons de minerai provenant du site de "Roche Brune". 226
Fig. 71 : teneur en Na_2O des minerais de la zone d'étude : les échantillons de minerais provenant de "Roche Brune" se distingue par des pourcentages très bas en sodium. 226
Fig. 72 : dispersion des teneurs en éléments majeurs des cinq échantillons de minerai du site de "Roche Brune". On note la très forte homogénéité. 227
Fig. 73 : dispersion des teneurs en éléments en trace de cinq échantillons de minerai provenant de l'atelier de réduction de "Roche Brune". 227
Fig. 74 : rapport Al_2O_3/SiO_2 pour les minerais de "Roche Brune". Les échantillons s'alignent le long d'une droite passant par l'origine, ce qui traduit l'existence d'un rapport constant proche de 1/3, probablement dû à une origine commune. 228
Fig. 75 : rapport Al_2O_3/TiO_2 pour les minerais de "Roche Brune". On remarque que la pente de la droite de régression linéaire est la même que celle observée pour les minerais sidérolithiques. 228
Fig. 76 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), vue à la binoculaire (lumière transmise polarisée) d'un échantillon de minerai. On distingue bien les trois phases avec dans l'angle en bas à droite le noyau argilo-gréseux (jaune), une bande orangée en cours de ferruginisation et, en haut et en bas, la goethite massive qui ne laisse pas passer la lumière. 225
Fig. 77 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), vue de l'agglomérat de petits nodules formant le noyau du bloc (microscope, lumière réfléchie polarisée). 225
Fig. 78 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 708), zoom sur les nodules (environ 50 µm) avec une matrice légèrement ferrugineuse (microscope, lumière réfléchie polarisée). 225
Fig. 79 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 712), matrice en cours d'altération avec présence de gains de quartz sur les bords de l'image et de deux petits amas de grains de pyrite (en blanc) au centre (microscope, lumière réfléchie polarisée). 225
Fig. 80 : Pezé-le-Robert – "Roche Brune" (SAR 709). Vue de la dégradation des nodules au profit des oxydes de fer (microscope, lumière réfléchie polarisée). 225
Fig. 81 : occupation du territoire dans le Maine d'après A. Bouton (1962 : 112). La restitution du boisement, fondée sur la toponymie et les textes anciens, ne peut être retenue. 231
Fig. 82 : répartition des zones forestières au Xe s. selon D. Pichot (d'après PICHOT 1995 : 41). 232
Fig. 83 : diagramme société-environnement établi à partir de l'étude palynologique du gisement de "Glatinié" (Changé, Mayenne) (d'après BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 138). 237
Fig. 84 : tableau des datations calibrées (d'après STUIVER, REIMER 1993) du diagramme société-environnement établi à partir de l'étude palynologique du gisement de "Glatinié" (Changé, Mayenne) (d'après BARBIER, BURNOUF, VISSET 2002 : 158). 237
Fig. 85 : bloc de scorie piégée provenant du site "Le Roc" à Saint-Pierre-la-Cour (cliché M. Hubert) (vu de profil). Échelle indicative. 240
Fig. 86 : spécimen de scorie en fond de four provenant du site de "Roche Brune 2" (72 234.09). 241
Fig. 87 : plaque de scories coulées en cordons fins en éventail provenant du site de la "Forêt des Chartreux 2" (Saint-Denis-d'Orques, Sarthe, sites 72278.15). On trouve le plus souvent des fragments que des plaques massives de ce genre, qui est en fait une exception. 244
Fig. 88 : Exemples de scories en plaquettes : 1 – surface supérieure ridée (au contact de l'air à la sortie du fourneau) ; 2 – surface interne supérieure de la bulle ; 3 – surface interne inférieure de la bulle ; 4 – surface inférieure de la coulée (moulant les aspérités du sol) ; 5 et 6 : vue de profil et de face de l'extrémité d'une bulle (clichés : M. Hubert). 244
Fig. 89 : exemple de scories à cordons vacuolaires provenant du site du "Bois d'Andigné" à Saint-Aignan-Sur-Roë (Mayenne, site 53197.01) (cliché M. Hubert). 246
Fig. 90 : répartition des faciès dominants sur les sites liés à la réduction directe du fer. 247

Fig. 91 : scories cylindriques de grand module provenant du site de "Roche Brune 1" (72 234.06). 248
Fig. 92 : bloc de scories cylindriques de grand module accolées provenant du site de "Roche Brune 1" (72 234.06). 248
Fig. 93 : deux blocs-tuyères découverts sur le ferrier de "La Guittière/Le Minerai" à Saint-Denis-d'Orques (Sarthe) (dessin : E. Roux). 250
Fig. 94 : carte de répartition des sites où les scories de réduction analysées ont été collectées. Les numéros renvoient au tableau de la figure suivante. 252
Fig. 95 : tableau donnant la liste des sites où les scories analysées ont été collectées avec leur numéro d'inventaire dans le catalogue (annexe 3.1), leur numéro sur la carte de la figure précédente ainsi que les références des échantillons dont les analyses complètes sont fournies en annexe 5. 253
Fig. 96 : diagramme paramétrique chimico-minéralogique permettant de définir les domaines d'existences de plusieurs produits de la filière sidérurgique. Les scories analysées s'inscrivent dans les domaines des scories denses fayalitiques et des scories mi-lourdes définis par A. Ploquin (voir fig. 35, p. 172). 253
Fig. 97 : rapport Al_2O_3/SiO_2 des scories et minerais de la zone d'étude. Les scories de réduction sont globalement très siliceuses. 254
Fig. 98 : projection de l'ensemble des scories dans un diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-SiO_2-CaO. Les scories analysées sont toutes très peu calciques et relativement riches en silice (diagramme d'après SERNEELS 1993 : 15). 254
Fig. 99 : projection de l'ensemble des scories dans un diagramme d'équilibre ternaire FeO_n-Al_2O_3-SiO_2. On voit que tous les échantillons sont compris dans le domaine de la wüstite hormis certains individus qui sont à la bordure de l'hercynite ou de la trydimite (diagramme d'après SERNEELS 1993 : 15). 254
Fig. 100 : diagramme de saturation en fer des scories de réduction de la zone d'étude. La majorité des scories sont nettement sous-saturé en fer, ce qui indique un rendement optimal de la réduction (éléments exprimés en mole dans 100 g d'échantillon puis convertis en %). 256
Fig. 101 : diagramme de répartition des indices de saturation en fer par sites. On distingue nettement les scories en plaquettes des scories en cordons. 256
Fig. 102 : diagramme de saturation pour les scories denses en cordons. 258
Fig. 103 : diagramme de saturation pour les scories en plaquettes. 258
Fig. 104 : graphique mettant en relation la surface et le volume estimé des ferriers pour quatre valeurs de hauteur. 259
Fig. 105 : répartition des surfaces estimées des ferriers du Bas Maine par classe de 5 000 m^2. On note la prépondérance des ferriers de moins de 5 000 m^2. 261
Fig. 106 : répartition des surfaces des ferriers du Bas Maine de moins de 5 000 m^2 par classe de 1000 m^2. On note que plus de la moitié des ferriers fait moins de 1 000 m^2. 261
Fig. 107 : répartition des surfaces estimées des ferriers de moins de 1 000 m^2 par classe de 100 m^2. On remarque que la distribution n'est pas homogène, deux pics sont visibles pour les classes 301 - 500 et pour 701 - 800 m^2. 262
Fig. 108 : répartition des volumes estimés pour 107 ferriers du Bas Maine par classe de 5 000 m^3. On remarque que près de 90 % des sites font moins de 5 000 m^3. 263
Fig. 109 : répartition des volumes estimés des ferriers du Bas Maine de moins de 5 000 m^3 par classe de 1 000 m^3. 264
Fig. 110 : répartition des volumes estimés des ferriers du Bas Maine inférieurs à 1 000 m^3 par classe de 100 m^3. 264
Fig. 111 : scorie avec départ de scorie coulée ou scorie piégée datée du IIIe s. av. J.-C. provenant du site de "La Glanerie" à Athée (Mayenne) (cliché J.-C. Meuret, d'après MEURET 2007 : 108, fig. 2). 270
Fig. 112 : tableau des ferriers datés grâce à la découverte de matériel céramique (prospection 2004-2007). 272
Fig. 113 : tableau récapitulatif des datations des sites liés à la métallurgie du fer dans la zone d'étude (sites à scorie piégée et coulée). 273
Fig. 114 : histogramme de la datation des sites liés à la réduction directe du fer (ferrier et scorie(s) isolées ou dispersées) par grande période chronologique. La prépondérance des sites de l'Antiquité est très nette. 274
Fig. 115 : localisation des ferriers à proximité de l'abbaye de Notre-Dame de la Roë. N. B. : aucun ferrier de ce secteur n'est daté avec certitude. 276
Fig. 116 : localisation des ferriers autour de la forêt de Halouze (Orne). N. B. : aucun ferrier de ce secteur n'est daté avec certitude. 278
Fig. 117 : tableau des faciès dominants des scories pour 324 sites liés à la réduction directe du fer dans la zone d'étude. On ne tient pas compte ici des sites à scories piégées. 280
Fig. 118 : tableau mettant en parallèle le faciès dominant des scories avec la datation pour 47 sites ayant livré des scories de réduction directe du fer dans la zone étudiée. On ne tient pas compte ici des sites à scories piégées. 280
Fig. 119 : tableau des surfaces moyennes des ferriers en fonction du faciès dominant des scories qu'ils contiennent. On remarque que les ferriers à scories en plaquettes sont beaucoup plus grands que la moyenne générale. 282
Fig. 120 : Surfaces moyennes des ferriers en fonction du faciès dominant des résidus qu'ils contiennent. 282
Fig. 121 : tableau des volumes moyens des ferriers en fonction du faciès dominant des scories qu'ils contiennent. On remarque que les ferriers à scories en plaquettes sont beaucoup plus grands que la moyenne générale. 282

Fig. 122 : histogramme représentant les volumes moyens des ferriers en fonction du faciès dominant des résidus qu'ils contiennent. 283
Fig. 123 : carte confrontant la distribution des sites de réduction directe du fer par rapport aux zones minières définies d'après la documentation historique. 287
Fig. 124 : carte confrontant la distribution des sites de réduction directe du fer aux zones minières définies d'après les données géologiques. 287
Fig. 125 : graphique confrontant la distribution des sites de réduction de la zone d'étude avec les formations pouvant contenir du minerai de fer. 288
Fig. 126 : tableau montrant les relations entre les sites de réduction directe du fer de la zone d'étude et les formations pouvant contenir du minerai de fer 288
Fig. 127 : localisation du sondage pollinique de "La Baforière" par rapport aux sites liés à la réduction directe. 290
Fig. 128 : diagramme "société-environnement" du sondage de "La Baforière" (Blandouet, Mayenne) (d'après BARBIER 1999). 291
Fig. 129 : diagramme représentant la distance des ferriers aux cours d'eau par classe de 200 m en fonction de la surface occupée par chacune de ces classes dans la zone d'étude. On voit que la courbe représentant les sites suit globalement la tendance générale des surfaces, si ce n'est la plus forte représentation des classes supérieures à 600 m. 295
Fig. 130 : histogramme comparatif de la distance des ferriers aux voies anciennes connues. 299
Fig. 131 : carte des ferriers de la zone détude par rapport au réseau des voies anciennes connues. 300
Fig. 132 : ferriers et voies romaines : l'alignement le long de la voie Le Mans-Corseul à l'ouest de Laval. 302
Fig. 133 : ferriers et voies romaines : alignement de sites le long d'un tracé hypothétique au sud du Bois des Vallons. 303
Fig. 134 : carte de répartition des sites liés à la réduction directe du fer dans la zone d'étude et à ses marges. 307
Fig. 135 : carte des zones de production par dessin subjectif. 308
Fig. 136 : carte de la densité pondérée des sites liés à la réduction directe du fer avec un rayon de recherche de 2 km. 311
Fig. 137 : carte de la densité pondérée des sites liés à la réduction directe du fer avec un rayon de recherche de 4 km. 311
Fig. 138 : carte des zones de production et des sites liés à la réduction directe (ferriers et sites à scories de réduction dispersées) avec les limites administratives contemporaines. 312
Fig. 139 : carte des zones de production et des pôles de densité avec leur numéro, les limites de cités antiques, la limite supposée du *pagus* d'Entrammes et les agglomérations antiques (les capitales ont leur nom en gras). 313
Fig. 140 : nombre de sites liés à la réduction directe du fer (ferriers et sites à scories dispersées) dans les zones de production. N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139.. 316
Fig. 141 : interprétation des sites en fonction des zones de production. N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139. 317
Fig. 142 : tableau de l'interprétation des sites dans chacune des zones de production et des pôles définis par les cartes ci-dessus. N. B. : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139. 318
Fig. 143 : tableau des datations des sites (ferriers et sites à scories dispersées) par zones de production. N. B. : les numéros de la première colonne renvoienttt à ceux de la carte de la figure 139. 319
Fig. 144 : tableau de répartition des faciès des scories en fonction des zones de production. N.B : les numéros entre parenthèses après le nom de la zone de production renvoient à ceux de la carte de la figure 139. 319
Fig. 145 : tableau présentant les pôles de concentrations définies dans la présentation des zones de production ci-dessous. N. B. : seuls les ferriers sont pris en compte dans ce tableau 320
Fig. 146 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Charnie avec fond hydrographique et orographique. 323
Fig. 147 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Charnie avec cartographie des forêts actuelles et des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer. 324
Fig. 148 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique du Sud Mayenne avec fond hydrographique et orographique. 325
Fig. 149 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Charnie avec cartographie des forêts actuelles et des formations géologiques pouvant contenir du minerai. 326
Fig. 150 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique de Lavardin/La Bazoge (hors zone d'étude). 327
Fig. 151 : répartition des sites de la zone de production sidérurgique Pail 329
Fig. 152 : répartition des sites liés à la réduction directe du fer datés. 335
Fig. 153 : ensemble de cartes montrant la répartition des sites enregistrés par le SRA par rapport aux pôles de concentration de sites de réduction directe du fer. 337
Fig. 154 : courbes cumulées des teneurs moyennes en éléments majeurs des scories de réduction de 14 ferriers de la zone d'étude. On constate la forte homogénéité de composition de ces déchets. 347
Fig. 155 : agrandissement du graphique précédent pour les teneurs inférieures à 5 %. Les scories du site du "Minerai" à Aron contiennent beaucoup plus de MnO que les autres. La légende est la même que celle de la figure précédente. 347

Fig. 156 : courbes des teneurs moyennes en éléments traces (sélection) pour quatorze ferriers de la zone d'étude. On constate que les sites d'Aron présentent des teneurs anormalement élevées en baryum. La légende est la même que celle de la figure 154..... 348
Fig. 157 : agrandissement du graphique précédent pour les teneurs inférieures à 300 ppm. On constate une relative homogénéité. La légende est la même que celle de la figure 154..... 348
Fig. 158 : couples d'éléments majeurs pour lesquels une corrélation linéaire a été mise en évidence. Les chiffres indiqués correspondent au coefficient de détermination en %..... 349
Fig. 159 : tableau indiquant les couples d'éléments en trace pour lesquels on observe une corrélation constante et égale dans toutes les scories analysées pour la présente étude. Seule la partie inférieure du tableau est remplie..... 350
Fig. 160 : graphique mettant en évidence l'existence d'une forte corrélation entre les teneurs en rubidium et en césium pour deux sites de la zone d'étude. La pente des deux droites de régressions linéaires permet en outre de les distinguer clairement..... 351
Fig. 161 : graphique mettant en évidence l'existence d'une forte corrélation entre les teneurs en rubidium et en gallium pour deux sites de la zone d'étude. La pente des deux droites de régressions linéaires permet en outre de les distinguer clairement..... 351
Fig. 162 : localisation des principales formations pouvant contenir du minerai de fer autour de la forêt de Sillé..... 357
Fig. 163 : deux extraits de plan de la forêt des Bercons et de la Lande des Bercons indiquant le même ferrier, celui du "Chêne Morand" à Montreuil-le-Chétif (72 209.09) (plan ADS 1 Fi 393 à gauche et ADS 1 Fi 827 à droite)..... 357
Fig. 164 : distribution des indices de sites sidérurgiques anciens recueillis par l'étude documentaire..... 361
Fig. 165 : répartition des indices prospectés autour de la forêt de Sillé..... 362
Fig. 166 : distribution des sites enregistrés autour de la forêt de Sillé grâce aux recherches documentaires..... 363
Fig. 167 : carte des zones prospectées en forêt de Sillé avec la distribution des sites découverts grâce à ces travaux et aux indications de B. Mege et M. Hubert..... 365
Fig. 168 : carte de la zone de production sidérurgique de Sillé..... 366
Fig. 169 : distribution des volumes estimés des ferriers de la zone de production de Sillé par classe de 1 000 m^3..... 369
Fig. 170 : distribution des ferriers la zone de production de Sillé dont le volume estimé est inférieur à 1 000 m^3 par classe de 100 m^3..... 370
Fig. 171 : répartition des ferriers du pôle a de la zone de production de Sillé en fonction de leur volume. N. B : les seuils choisis sont ceux définis par l'étude de l'ensemble des ferriers du Bas Maine..... 370
Fig. 172 : plan sommaire du bâtiment (à gauche) et de la mosaïque (à droite) mis au jour en 1844 à "Roullée" (Mont-Saint-Jean, Sarthe) (d'après DROUET, HUCHER 1856)..... 373
Fig. 173 : statuette en calcaire de "Roullée" (cliché MAN, d'après BOUVET 2001a : 367, fig. 350)..... 374
Fig. 174 : planche comparative des trois balnéaires découverts dans des centres de production sidérurgique romains..... 376
Fig. 175 : plan restitué du *balneum* de Macquenoise (Belgique) (d'après BRULET 1985 : 54, fig. 19)..... 377
Fig. 176 : plan de la "*villa*" du "Co d'Espérou" (Saint-Denis, Aude) (plan H. Abrial et R. Sablayrolles, d'après SABLAYROLLES 1989 : 79, fig. 2)..... 378
Fig. 177 : ensemble de plan de bâtiments découverts à proximité de site de réduction. N. B. : par défaut le nord est vers le haut de la page..... 380
Fig. 178 : plan des sondages ouverts durant les campagnes de sondages 2006 et 2007 sur le site de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe)..... 385
Fig. 179 : plan masse des structures découvertes sur le site de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe)..... 386
Fig. 180 : vue de l'atelier d'époque romaine à la fin de la campagne de fouille 2006..... 387
Fig. 181 : photographies des deux bas fourneaux : 4, à gauche, et 5, à droite..... 387
Fig. 182 : plans et coupes des bas fourneaux du site de "Roche Brune"..... 388
Fig. 183 : photographies des évents du bas fourneau 4 : vue de l'extérieur de l'évent est, à gauche, et vue de l'intérieur de l'évent ouest, à droite..... 389
Fig. 184 : photographies de traces de doigts dans l'argile d'un bloc de la paroi du four 4 : à gauche, vue générale de la position du bloc de paroi effondré et, à droite, vue de détail des marques..... 390
Fig. 185 : plan masse du secteur de l'atelier romain du site de "Roche Brune"..... 393
Fig. 186 : restitution schématique de la toiture du bâtiment de l'atelier gallo-romain de "Roche Brune", tenant compte de la pente du terrain et supposant un toit à une pente..... 395
Fig. 187 : proposition de restitution de l'atelier de réduction directe gallo-romain de "Roche Brune" (aquarelle A. Sarreste)..... 396
Fig. 188 : proposition de restitution de l'appentis de la batterie de fours du Grand Ferrier des Martys (Aude, dessin C. Rico, d'après DOMERGUE 1993 : fig. 198b). N.B. : les fouilles ont démontré par la suite que les soufflets étaient placés à l'arrière et non à l'avant comme ils sont représentés ici..... 398
Fig. 189 : plan de l'atelier des Ferrys dans sa première phase (à gauche) puis dans sa seconde phase (à droite) (d'après REBISCOUL 1999 : fig. 51)..... 398

Fig. 190 : plan du bâtiment d'atelier du site du Buisson à Saint-Evroult-de-Montfort (Orne) (d'après LANGLOIS 2005 : fig. 13). 399
Fig. 191 : coupes stratigraphiques du ferrier 1. 400
Fig. 192 : localisation des ensembles céramiques. 405
Fig. 193 : comparaison de l'objet n°56 de la sépulture aristocratique de Dun-sur-Auron (Cher), à gauche, et de l'outil 5020.1 de l'atelier de réduction romain de "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe), à droite (dessin E. Roux). On peut interpréter ces deux objets comme des ringards, servant à briser la porte du bas fourneau et à extraire le massiot. 407
Fig. 194 : critères chronologiques pour l'établissement d'une durée d'occupation de la phase romaine du site de "Roche Brune". 409
Fig. 195 : tableau comparatif des ensembles céramiques de l''US 2035-5006 de "La Grande Boissière" à Jublains (d'après CHUNIAUD, MORTREAU 2002 : 160) et de l'ensemble 1 (niveau de rejet et trous de poteaux de l'atelier romain) du site de "Roche Brune". 412
Fig. 196 : localisation des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer dans un rayon de 7 km autour du site de "Roche Brune". 415
Fig. 197 : tableau simplifié des analyses chimiques des échantillons d'argile cuite des fourneaux de l'atelier romain de "Roche Brune". 415
Fig. 198 : rapport SiO_2/Al_2O_3 des minerais, scories et parois provenant des niveaux romains du site de "Roche Brune". Les analyses montrent un enrichissement de la scorie en ces deux éléments par contamination de la paroi. 416
Fig. 199 : rapport Rb/Cs des minerais et scories du site de "Roche Brune". 416
Fig. 200 : rapport Rb/Cs pour les minerais et scories de "Roche Brune" et des scories du ferrier de la "Fontaine d'Enfer" à Mont-Saint-Jean, situé lui aussi dans la forêt de Sillé. 417
Fig. 201 : comparaison des rapports Rb/Cs entre trois zones ou sites de production sidérurgique antiques : "Roche Brune" (Pezé-le-Robert, Sarthe), Les Martys (Aude) et les "Ferrys" (La Bussière, Loiret) (données pour ces deux derniers sites d'après COUSTURES *et al*. 2003 : 605). 418
Fig. 202 : fréquence et masse des taxons de ligneux observés dans les US 4042 et 5042 (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 6, Tableau 1). 419
Fig. 203 : types de calibres observés pour le charbons de hêtre de deux lots de charbons du site de "Roche Brune" (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 9, Tableau 2). 420
Fig. 204 : évaluation de l'âge de mort des arbres pour sept charbons conservant moelle et écorce (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 9, Tableau 3). 420
Fig. 205 : histogrammes des moyennes des largeurs de cerne par charbon de hêtre (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 8). 421
Fig. 206 : observations des aspects fendu et fendu/luisant pour le hêtre et le chêne (d'après MARCOUX, MARGUERIE 2008 : 10). 422
Fig. 207 : charbon de hêtre présentant une zone de stress de croissance, US 5042 (MARCOUX ; MARGUERIE : 12, fig. 6). 423
Fig. 208 : charbon de hêtre présentant une trace de coupe à droite, US 5042 (MARCOUX ; MARGUERIE : 12, fig. 5). 423
Fig. 209 : résultats du sondage volumétrique, par passes de 10 cm. 429
Fig. 210 : tableau des analyses à disposition pour le site de Roche Brune en base anhydre normé à 100. 430
Fig. 211 : tableau des moyennes d'analyses pour minerai, scorie et paroi issus du site de Roche Brune. 430
Fig. 212 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons. 432
Fig. 213 : tableau des moyennes calculées à partir des coefficients M et P et de celles observées. 432
Fig. 214 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons, ne tenant pas compte de l'échantillon de minerai SAR 711. 432
Fig. 215 : tableau des moyennes des poids d'éléments pour 100 g d'échantillons, ne tenant pas compte de SAR 711. 432
Fig. 216 : tableau des moyennes calculées à partir des coefficients M et P et de celles observées, ne tenant pas compte de SAR 711. 432
Fig. 217 : tableau non exhaustif des rendements et productions pour quelques sites de réduction directe. 434
Fig. 218 : tableau (non exhaustif) des chiffres obtenus par expérimentation pour l'épuration d'un massiot issu de la réduction directe. 435
Fig. 219 : graphique des chiffres obtenus par expérimentation pour l'épuration d'un massiot issu de la réduction directe, montrant la corrélation entre le poids du massiot brut et de la loupe compactée. 436
Fig. 220 : partie gauche du diagramme d'équilibre fer-phosphore (d'après BUCHWALD 205 : 171, fig. 171). 440
Fig. 221 : vue au microscope métallographique de la section polie de 2038.1 après attaque au nital : on remarque la présence de taches, appelées en anglais *ghost structures* qui traduisent des anomalies de teneurs en phosphore dans le métal. 440
Fig. 222 : plan des découvertes de scories de fer dans l'agglomération antique de *Noviodunum*/Jublains (chaque cercle représente une mention ou un site). 446

Fig. 223 : tableau synthétisant les comptages et pesages des résidus sidérurgiques mis au jour lors de la fouille du "Taillis des Boissières" (d'après données du service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne)..... 447
Fig. 224 : tableau synthétique des données issues du réexamen des résidus sidérurgiques conservés provenant de la fouille du "Taillis des Boissières"..... 448
Fig. 225 : tableau des compositions en éléments majeurs de dix scories de réduction provenant des remblais romains de Jublains (tableau complet en annexe 5). 451
Fig. 226 : rapport MnO/Ba pour les scories de Jublains et d'Aron. On voit que trois des scories de Jublains se détachent nettement et se rapprochent du groupe d'Aron. 451
Fig. 227 : couples d'éléments en trace pour lesquels on constate une forte corrélation pour les sept scories ne provenant pas d'Aron. 452
Fig. 228 : plan comparatif des bâtiments de forge de "La Grande Boissière" (Service du patrimoine, Conseil Général de la Mayenne). 456
Fig. 229 : coupe de la fosse de la pièce carrée du bâtiment 10 de "La Grande Boissière". La lacune au centre est interprétée comme la place d'un billot d'enclume (BOCQUET *et al*. 2004 : 151, fig. 18). 456
Fig. 230 : plan du bâtiment 4 (ici uniquement les solins) et schémas montrant la répartition des densités d'éléments magnétiques (essentiellement des battitures) issus du tamisage à l'eau des prélèvement par maille de l'US 7211. On voit assez nettement une concentration de battitures dans l'angle sud-est de la pièce indiquant la place de l'enclume. N. B. : les cases restées blanches correspondent aux prélèvements perdus. 459
Fig. 231 : proposition de modélisation des unités artisanales alliant habitat et ateliers de post-réduction de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains (d'après BOCQUET 2002 : pl. 6). 459
Fig. 232 : histogramme des poids des culots de forge complets répartis par classe de 100 g. 462
Fig. 233 : tableau récapitulatif du pesage systématique des battitures et autres micro-déchets supérieurs à 2 mm provenant de sept échantillons du sol de la forge du bâtiment 4 du "Taillis des Boissières" à Jublains (US 7211). 465
Fig. 234 : tableau confrontant la morphologie avec le faciès micrographique définie à la suite de l'étude de l'atelier de Nailly (Yonne). 468
Fig. 235 : objet 78.10.45 issu des fouilles anciennes du temple de Jublains interprété probablement à tort comme un "lingot" de fer (d'après T. Lejars *in* NAVEAU 1997 : 211). 471
Fig. 236 : tuyère à 4 canaux provenant de la fouille du "Lotissement de La Poste" à Jublains, datée de la période romaine (n° inventaire du dépôt J92 101.6.1). 472
Fig. 237 : deux exemples de tuyère à 2 trous : à gauche une vue de face d'un spécimen provenant de la fouille de "La Grande Boissière" à Jublains (n° inventaire dépôt J96 113.209.001), à droite la partie arrière fracturée d'une tuyère mise au jour à Jublains (N° J95 073.33.1). 473
Fig. 238 : enclume en fer découverte dans un niveau de remblai du sanctuaire de Jublains. 474
Fig. 239 : boutissoir en fer servant à la fabrication de tige creuse ou de barre de section ronde provenant peut-être de Jublains (photographie © Arc'Antique Aubert). 476
Fig. 240 : notion de solution solide, schémas interprétatifs de plan du réseau 3D avec les atomes en insertion ou en substitution en noir (d'après F. Dabosi dans FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004 : 122). 531
Fig. 241 : assemblages cubique faces centrées (fer gamma) et cubique centré (fer alpha et delta) (d'après SERNEELS 1993 : 20) 531

VOLUME 2

Fig. 242 et 243 : tableau d'équivalence des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer. 593
Fig. 244 à 248 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie. 595
Fig. 249 à 264 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes. 719
Fig. 265 à 280 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production. 735
Fig. 281 : tableau de classification des éléments. 759
Fig. 282 : tableau des analyses du CRPG, éléments majeurs. 760
Fig. 283 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments majeurs. 761
Fig. 284 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de As à Hf. 762
Fig. 285 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de Ag à Ho. 763
Fig. 286 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de Ho à Tb. 764
Fig. 287 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de La à Te. 765
Fig. 288 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de Th à Zr et total. 766
Fig. 289 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de Th à Zr et total. 767

Fig. 290 : moyennes des teneurs en éléments majeurs de scories de réduction par site de prélèvement. 768
Fig. 291 : écarts-types des moyennes du tableau précédent. 768
Fig. 292 : moyennes des teneurs en éléments en trace de scories de réduction par site de prélèvement (d'As à Nb)..... 769
Fig. 293 : écarts-types des moyennes du tableau précédent. 769
Fig. 294 : moyenne des teneurs en éléments en trace de scories de réduction par site de prélèvement (de Nd à Zr). 770
Fig. 295 : écarts-types des moyennes du tableau précédent. 770
Fig. 296 et 297 : tableau des couples de corrélation entre les éléments traces par site. 771
Fig. 298 et 299 : tableau de calcul des indices de saturation en fer. 773
Fig. 300 à 302 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques avant rejet du "Taillis des Boissières" (données SDPM). . 785
Fig. 303 à 311 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains. 788
Fig. 312 : tableau synthétisant les informations issues du tamisage et du pesage des échantillons de sol de la pièce carrée du bâtiment 4 (US 72 11). Les cases remplies par "/" signifie que le prélèvement a été perdu. 797
Fig. 313 : culot 8082.1 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci. 802
Fig. 314 : vue au microscope du culot 8082.1 de dendrites de wüstite (blanc) et de lattes de fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé). 802
Fig. 315 : vue au microscope du culot 8082.1 : un fragment de fer oxydé. On voit le fantôme des grains du métal par une oxydation différentielle aux joints des grains. 802
Fig. 316 : vue microscopique du culot 8082.1 : en haut une inclusions d'argile, en bas des dendrites de wüstite (blanc). 802
Fig. 317 : culot 8082.3 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci. 803
Fig. 318 : vue microscopique du culot 8082.3 : partie homogène de lattes de fayalite (gris clair) et d'une matrice vitreuse (gris foncé). Les lignes blanches pourraient être des battitures lamellaires fondues (au moins celle rectiligne au centre du cliché). À gauche, la partie noire est un trou. 803
Fig. 319 : vue microscopique du culot 8082.3 : lattes de fayalite (gris clair) et dendrites de wüstite (blanc) dans une matrice vitreuse (gris foncé). 804
Fig. 320 : vue microscopique du culot 8083.3 : lattes massives de fayalite (gris clair) dans uen amtrice vitreuse (gris foncé) et des globules de métal (ferrite, en blanc). 804
Fig. 321 : vue microscopique du culot 8082.3 : fragment de métal entièrement oxydé. 804
Fig. 322 : vue microscopique du culot 8082.3 : battiture globulaire (en clair) présente dans la partie droite de la section, fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé). 804
Fig. 323 : culot 8082.4 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci. 806

Abréviations courantes

Utilisées dans le texte et la bibliographie

ACI : Action Concertée Incitative.
ADM : Archives départementales de la Mayenne.
ADO : Archives départementales de l'Orne.
ADS : Archives départementales de la Sarthe.
AE : *Année Épigraphique*.
AFAM : Association Française d'Archéologie Mérovingienne.
AFEAF : Association Française pour l'Étude de l'Âge du Fer.
ALUB : Annales Littéraires de l'Université de Besançon.
AN : Archives Nationales.
ANRW : Temporini H., Haase W. (dir.) - *Austieg und Niedergang der Römischen Welt. Geschichte und Kultur Roms im Spiegel der neuren Forschung*, Berlin, New York, 1972ss.
BCHAM : Bulletin de la Commission Historique et Archéologique de la Mayenne.
BRGM : Bureau de Recherche Géologique et Minière.
BSASAS : *Bulletin de la Société d'Agriculture, Sciences et Arts de la Sarthe*.
BSR : *Bilan Scientifique Régional*.
CAJ : Cahiers d'Archéologie Jurassienne.
CAPRA : Centre Allonnais de Prosepction et de Recherches Archéologiques.
CAR : Cahiers d'Archéologie Romande.
CIL : *Corpus Inscriptionum Latinarum*.
CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique.
CRHA : Centre de Recherches d'Histoire Ancienne (Université de Franche-Comté).
CUF : Collection des Universités de France.
DAF : Document d'Archéologie Française.
DHA : *Dialogues d'Histoire Ancienne*.
DRAC : Direction Régionale des Affaires Culturelles.
EDS : Energy Dispersive Spectrometry.
ENSMA : École Nationale Supérieure de Mécaniques et d'Aérotechniques (Futuroscope, Poitiers).
ILS : *Inscriptiones Latinae Selectae*
INRAP : Institut National de Recherches Archéologiques Préventives.
LMPM : Laboratoire de Mécaniques et de Physiques des Matériaux (CNRS-ENSMA, Futuroscope).
LMTG : Laboratoire des Mécanismes et Transferts en Géologie (CNRS, Toulouse).
MAH : *La Mayenne : Archéologie, Histoire*.
MEB : Microscope Éléctronique à Balayage.
MNT : Modèle Numérique de Terrain.
MSH : Maison des Sciences de l'Homme.
NMI : Nombre Minimum d'Individus.
np : non paginé.
NR : Nombre de restes.
PAC : Politique Agricole Commune.
PCR : Programme collectif de recherche.
PM : *Province du Maine*.
ppm : partie par million (1% = 10 000 ppm).
PR : Poids des restes.
PUR : Presses Universitaires de Rennes.
RA : *Revue Archéologique*.
RACF : *Revue Archéologique du Centre de la France*.
RAHM : *Revue Archéologique et Historique du Maine*.
RAO : *Revue Archéologique de l'Ouest*.
RAP : *Revue Archéologique de Picardie.*
RAE : *Revue Archéologique de l'Est (et du Centre-Est)*.
REA : *Revue des Études Anciennes.*
SHAO : Société Historique et Archéologique de l'Orne.
SRA : Service Régional de l'Archéologie.
US : Unité Stratigraphique.

Sources

Archives départementales de la Mayenne

Dicuments anciens

ADM H 154 - Cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de la Roë, 201 feuillets (244 actes datés de 1096 à 1198). Consultable sur Internet : http://www.archinoe.fr/cg53v4/cartulaire_visuimg.php

Documents iconographiques

ADM 5 Fi 123\23 : environs de Pré-en-Pail : Lignières-la-Doucelle, carrière de minerai de fer. Davoust Phot. 1907 (avant).

Archives minières

ADM S 758 Mines. Redevances.
ADM S 761 Mines, demandes de concessions 1903-1921
ADM S 762 Mines. Recherches minières, découvertes, déclarations, utilisation des produits 1898-1918.
ADM S 763 Mines et forges 1811-1848
ADM S 764 Mines et industrie minérale 1851-1862
ADM S 765 Mines et industrie minérale 1868-1875
ADM S 766 Mines et industrie minérale 1877-1910
ADM S 767 Mines et industrie minérale 1911-1928
ADM S 768-769 Mines, visites annuelles 1833-1914
ADM S 778-779 Mines ; Dossiers communaux 1822-1927
ADM S 780 Mines de Saint-Pierre-la-Cour et Port-Brillet 1901-1924
ADM S 824 Essai d'une statistique minéralogique et géologique du déprtement par M. Blavier, ingénieur des mines
ADM S 90233 Mines. Recherches de mines de charbon
ADM S 90242 Mines. Divers (plans)
ADM S 90357 Mines. Divers.
ADM S 90363 Mines : plans.

État de section du cadastre napoléonien

ADM 3 P 757 (1838) : Assé-le-Bérenger
ADM 3 P 1001 (1834) : Saint-Martin-de-Conéee
ADM 3 P 1002 (1842 : Saint-Martin-du-Limet
ADM 3 P 1004 (1842) : Saint-Michel-de-la-Roë
ADM 3 P 1005 (1834) : Saint-Ouën-des-Toits
ADM 3 P 1006 (1831) : Saint-Ouën-des-Vallons
ADM 3 P 1007 (1812) : Saint-Pierre-des-Landes
ADM 3 P 1008 (1834) : Saint-Pierre-la-Cour
ADM 3 P 1010 (1834) : Saint-Pierre-sur-Orthe
ADM 3 P 1013 (1839) : Saint-Samson
ADM 3 P 1016 (1843) : Sainte-Suzanne
ADM 3 P 1017 (1833) : Saint-Thomas-de-Courceriers
ADM 3 P 1018 (1839) : Saulges
ADM 3 P 1019 (1841) : Selle-Craonnaise (La)
ADM 3 P 1020 (1842) : Senonnes
ADM 3 P 1021 (s. d.) : Simplé
ADM 3 P 1025 (1843) : Thorigné-en-Charnie
ADM 3 P 1027 (1834) : Trans
ADM 3 P 1028 (1843 Vaiges
ADM 3 P 1032 (1843) : Villaines-la-Juhel
ADM 3 P 1034 (1830) : Villiers-Charlemagne
ADM 3 P 1036 (1843) : Torcé-Viviers-en-Charnie
ADM 3 P 753 (1812) : Andouillé
ADM 3 P 755 (1830) : Argentré
ADM 3 P 759 (1842) : Athée
ADM 3 P 760 (1843) : Averton
ADM 3 P 761 (1835) : Azé
ADM 3 P 762 (1812) : Baconnière (La)
ADM 3 P 763 (1833) : Bais
ADM 3 P 769 (1836) : Bazouge-de-Chéméré (La)
ADM 3 P 771 (1829) : Aron
ADM 3 P 772 (1835) : Bazouges
ADM 3 P 773 (1836) : Bazougers
ADM 3 P 776 (1829) : Belgeard
ADM 3 P 780 (1843) : Blandouet
ADM 3 P 784 (1830) : Bouère
ADM 3 P 785 (1830) : Bouessay
ADM 3 P 787 (1835) : Bourgneuf-la-Forêt (Le)
ADM 3 P 788 (1834) : Bourgon
ADM 3 P 791 (1830) : Brée
ADM 3 P 796-797 (1813) : Chailland
ADM 3 P 798 (1830) : Châlons-du-Maine
ADM 3 P 799 (1843) : Chammes
ADM 3 P 800 (1840) : Champéon
ADM 3 P 801 (1839) : Champfrémont
ADM 3 P 802 (1834) : Champgenéteux
ADM 3 P 803 (1837) : Changé
ADM 3 P 808 (s. d.) : Chapelle-Craonnaise (La)
ADM 3 P 815 (1837) : Châtres-la-Forêt
ADM 3 P 818 (1842) : Chérancé
ADM 3 P 822 (1829) : Commer
ADM 3 P 824 (s. d.) : Contest
ADM 3 P 826 (1836) : Cossé-en-Champagne
ADM 3 P 827 (s. d.) : Cossé-le-Vivien
ADM 3 P 829 (1840) : Couesmes-Vaucé
ADM 3 P 834 (1842) : Craon
ADM 3 P 835 (1843) : Crennes-sur-Fraubée
ADM 3 P 837 (1836) : Cropte (La)
ADM 3 P 838 (s. d.) : Cuillé
ADM 3 P 842 (1841) : Deux-Évailles
ADM 3 P 843 (1838) : Dorée (La)
ADM 3 P 845 (1836) : Epineux-le-Seguin
ADM 3 P 847 : Évron
ADM 3 P 850 (1839) : Fougerolles-du-Plessis
ADM 3 P 851 (1836) : Fromentières
ADM 3 P 854 (1810) : Gennes-sur-Glaize
ADM 3 P 855 (1831) : Gesnes

ADM 3 P 856 (1843) : Gesvres
ADM 3 P 859 (1835) : Gravelle (La)
ADM 3 P 860 (1830) : Grez-en-Bouère
ADM 3 P 863 : Hambers
ADM 3 P 864 : Hardanges
ADM 3 P 865 (1834) : Hercé
ADM 3 P 866 : Horps (Le)
ADM 3 P 867 (1835) : Houssay
ADM 3 P 871 : Izé
ADM 3 P 872 (s. d.) : Javron-les-Chapelles
ADM 3 P 873 : Jublains
ADM 3 P 874-875 (1817) : Juvigné
ADM 3 P 878 (1811) : Larchamp
ADM 3 P 879 (1825) : Lassay-les-Châteaux
ADM 3 P 881 (1833) : Launay-Villiers
ADM 3 P 889 (s. d.) : Lignières-Orgères
ADM 3 P 893 (1834) : Loiron
ADM 3 P 896 (1830) : Louverné
ADM 3 P 896 (1836) Loigné-sur-Mayenne
ADM 3 P 900 (1829) : Marcillé-la-Ville
ADM 3 P 902 (1829) : Martigné-sur-Mayenne
ADM 3 P 906 (1835) : Ménil
ADM 3 P 907 (s. d.) : Méral
ADM 3 P 908 (1836) : Meslay-du-Maine
ADM 3 P 909 (1837) : Mézangers
ADM 3 P 910 (1839) : Montaudin
ADM 3 P 915 (1832) : Montourtier
ADM 3 P 916-942 (1840) : Montreuil-Poulay
ADM 3 P 917 (1830) : Montsûrs
ADM 3 P 927 (s. d.) : Oisseau
ADM 3 P 931 : Parigné-sur-Braye
ADM 3 P 935 (s. d.) : Peuton
ADM 3 P 936 (s. d.) : Placé
ADM 3 P 939-940 (1839) : Saint-Pierre-des-Nids
ADM 3 P 944-945 (1839) : Pré-en-Pail
ADM 3 P 946 (s. d.) : Quelaines-Saint-Gault
ADM 3 P 947 (1839) : Ravigny
ADM 3 P 955 (1829) : Sacé
ADM 3 P 957 (1842) : Saint-Aignan-sur-Roë
ADM 3 P 961 (1810) : Saint-Berthevin
ADM 3 P 962 (1839) : Saint-Berthevin-la-Tannière
ADM 3 P 964 (s. d.) : Saint-Calais-du-Désert
ADM 3 P 966 (1830) : Saint-Charles-la-Forêt
ADM 3 P 967 (1838) : Saint-Christophe-du-Luat
ADM 3 P 968 (1839) : Saint-Cyr-en-Pail
ADM 3 P 972 (1836) : Saint-Denis-du-Maine
ADM 3 P 978 (1837) : Sainte-Gemmes-le-Robert
ADM 3 P 979 (s. d.) : Saint-Georges-Buttavent
ADM 3 P 981 (1838) : Saint-Georges-sur-Erve
ADM 3 P 983 (1843) : Saint-Germain-de-Coulamer
ADM 3 P 985 (1810) : Saint-Germain-le-Fouilloux
ADM 3 P 987 (1812) : Saint-Hilaire-du-Maine
ADM 3 P 989 (1843) : Saint-Jean-sur-Erve
ADM 3 P 993 (1843) : Saint-Léger
ADM 3 P 994 (1830) : Saint-Loup-du-Dorat
ADM 3 P 999 (1836) : Saint-Mars-sur-Colmont
ADM 3P 758 (1810) : Astillé
ADM 3P 777 (1812) : Bierné
ADM 3P 970 (s. d.) : Saint-Denis-d'Anjou
ADM 3P 970 (s. d.) : Saint-Denis-d'Anjou

Archives départementales de l'Orne

Archives minières

ADO S 1125 Archives minières
ADO S 1834 Redevances
ADO S 1874

État de section du cadastre napoléonien

ADO 3P3-075/1 : Céaucé
ADO 3P3-091/1 : Champsecret
ADO 3P3-096/1 : Chapelle-d'Andaine (La)
ADO 3P3-107/1 : Ciral
ADO 3P3-145/2 : Domfront
ADO 3P3-146/1 : Dompierre
ADO 3P3-155/1 : Epinay-le-Compte
ADO 3P3-163/1 : Ferrière-aux-Étangs (La)
ADO 3P3-165/1 : Ferrière-Bochard (La)
ADO 3P3-168/1 : Ferté-Macé (La)
ADO 3P3-182/1 : Gandelain
ADO 3P3-186/1 : Geneslay
ADO 3P3-201/1 : Haute-Chapelle (La)
ADO 3P3-211/1 : Juvigny-sous-Andaine
ADO 3P3-232/1 : Lonlay-l'Abbaye
ADO 3P3-279/1 : Mieuxcé
ADO 3P3-324/1 : Passais
ADO 3P3-369/1 : Saint-Bômer-les-Forges
ADO 3P3-372/1 : Saint-Céneri-le-Gerei
ADO 3P3-382/1 : Saint-Denis-sur-Sarthon
ADO 3P3-387/1 : Saint-Fraimbault
ADO 3P3-401/1 : Saint-Gilles-des-Marais
ADO 3P3-421/1 : Saint-Mars-d'Egrenne
ADO 3P3-442/1 : Saint-Patrice-du-Désert

Archives départementales de la Sarthe

Documents iconographiques

1 Fi 393
Plan de coupes de bois dans la forêt de Sillé comprise entre le bordage de la Mileterie à Mont-Saint-Jean, le bordage de la Gournelerie, le bois de l'Hopiteau, le bois de Pezé[le Robert], les Bercons à Crissé, le village du coin du Bois, XVIIIe siècle. Plan manuscrit, encre et lavis. 160X126 cm.
A noter : carryage et numérotation à l'encre rouge. Entrée 3263. DON A.D. Orne

1 Fi 824-830
Plan de coupes dans la forêt de Sillé, appartenant à la duchesse de Châtillon. - Plans manuscrits, levés et dessinés par Ducreux de Launay, après 1782.
Don A.D. Orne, documents provenant probablement de l'administration des Eaux et Forêts, 2001, Entrée 3718.

1 Fi 825
Plan de coupes depuis la Chassée jusqu'au bois de Cordé. Plan aquarellé. Echelle de 200 perches de 22 pieds (1cm = 10 Perches) 193x65 cm.

1 Fi 827 : plan usuel des landes des Grand et Petit Bercons, avec indication des lieux habités. Encre. 101 x 66,5cm.

1 Fi 828 : plan minute des coupes des landes du Grand Bercon, avec indication des coupes et des lieux. Encre. 113x137 cm, 1789.

Microfilms

ADS Mi 440 : *Minérolgie du département de la Sarthe* (manuscrit) par Roger-François-Fidèle Marchant de Burbure, v. 1790-1800, 2 vol. (321 f. ; 129 f.) (copie d'un manuscrit conservé à la bibliothèque municipale de Châlons-en-Champagne : Ms 447).

Archives de l'abbaye de Champagne

ADS H830 Registre in folio 104 feuillets papiers. XVIIIe s. Inventaire des titres de l'abbaye de Champagne se rapportant à Tennie.

Archives minières

ADS 8S4 Archives minières
ADS 8S5 Archives minières
ADS 8S6 Autorisation d'exploitation minière
ADS 8S7 Archives minières
ADS 8S23 Archives minières
ADS 8S28 Archives minières
ADS 8S29 Archives minières
ADS 8S30 Archives minières

État de section du cadastre napoléonien

ADS 3 P 11/104 (1850) : Assé-le-Boisne
ADS 3 P 110/32 (1832) : Crissé
ADS 3 P 122/101 : Douillet
ADS 3 P 127/14 (1834) : Epineu-le-Chevreuil
ADS 3 P 152/31 (1834) : Joué-en-Charnie
ADS 3 P 17/116 : Auvers-le-Hamon
ADS 3 P 170/28 (1833) : Loué
ADS 3 P 186/21 (1829) : Mareil-en-Champagne
ADS 3 P 20/52 : Avessé
ADS 3 P 211/71 (1848) : Montreuil-le-Chétif
ADS 3 P 214/51 (1834) : Mont-Saint-Jean
ADS 3 P 214/51 (1834) : Mont-Saint-Jean
ADS 3 P 219/32 (1833) : Neuvillalais
ADS 3 P 237/13 (1837) : Pezé-le-Robert
ADS 3 P 242/50 (1829) : Poillé-sur-Vègre
ADS 3 P 259/20 (1834) : Rouessé-Vassé
ADS 3 P 260/45 (1833) : Rouez
ADS 3 P 270/69 (1848) : Saint-Aubin-de-Locquenay
ADS 3 P 276/19 (1839) : Saint-Christophe-du-Jambet
ADS 3 P 281/43 (1833) : Saint-Denis-d'Orques
ADS 3 P 297/89 (1849) : Saint-Léonard-des-Bois
ADS 3 P 309/34 (1828) : Saint-Ouen-en-Champagne
ADS 3 P 311/70 (1848) : Saint-Paul-le-Gaultier
ADS 3 P 323/16 (1831) : Saint-Symphorien
ADS 3 P 339/18 (1836) : Ségrie
ADS 3 P 339/18 (1836) : Ségrie
ADS 3 P 34/26 : Bernay
ADS 3 P 344/96 (1849) : Sougé-le-Ganelon
ADS 3 P 350/27 (1829) : Souvigné-sur-Sarthe
ADS 3 P 358/19 (1832) : Tennie
ADS 3 P 386/20 (1833) : Viré-en-Champagne
ADS 3 P 51/53 : Brûlon
ADS 3 P 75/22 : Chemiré-en-Charnie
ADS 3 P 84/27 (1828-1837) : Chevillé
ADS 3P 10/14 : Asnières-sur-Vègre

Sources textuelles

Actus…
Actus pontificum Cenomannis in urbe degenitum, Archives historiques du Maine, 2, Le Mans, G. Busson et A. Ledru, 1901 (diablinte : 33, 36, 40, 126, 139, 140, 159, 225-226, 284, 285).

APULÉE, *Métamorphoses*
Apulée - *Métamoprhoses*, livres VII-XI, texte établi par D. S. Robertson et trduit par P. Valette, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1965, 170 p. (livre XXIV-XXV : 83-85)

Cartulaire…
Cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de la Roë, ADM H 154. voir : HAMON-JUIGNET 1972 ; FARCY, ANGOT 1904-1908 ; PLANTÉ 1888.

CICÉRON, *De Officiis*
Cicéron - *Les devoirs*, Introduction et livre I, texte établit et traduit par M. Testard, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 294 p. (3e édition 2002).

CICÉRON, *Pro Flacco*
Cicéron - *Discours*, vol. XII, Pour le Poète Archias, Pour L. Flaccus, texte établi et traduit par F. gaffiot, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1938, 140 p.

CIL X
Corpus Inscriptionum Latinarum - Inscriptiones Bruttiorum, Lucaniae, Campaniae, Sicilae, Sardiniae latinae, X, T. Mommsen, Berlin, 1883, 2 vol.

CIL XIII
Corpus Inscriptionum Latinarum - Inscriptiones trium Galliarum et Germaniae latinae, XIII, O. Hirshfeld et C. Zangemeister, Berlin, 1899, 6 vol.

CÉSAR, *Guerre des Gaules*
César C. J. - *Guerre des Gaules*, trad. franç. par L.-A. Constans, Paris, Les Belles Lettres, 1950, rééd. Folio classique, 1981, 461 p. + cartes hors texte. Les numéros de pages ci-dessous ce réfèrent à cette dernière édition (Aulerques : II, 34, p. 122 ; VII, 57, p. 297 ; VIII, 7, p. 331 ; cité diablinte : III, 9, p. 131).

GAIUS, *Institutes*
Gaius - *Institutes*, trad. franç. établie par J. Reinach, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1951 (4e éd. corrigée par Ducos M., 1991).

Gesta Aldrici…
Gesta domini Aldrici cenomanensis urbis episcopi a discupulis suis, Charles et Froger, Mamers, 1889.

Histoire Auguste
Histoire Auguste, Vies d'Aurélien et de Tacite, texte établi, traduit et commenté par F. Paschoud, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1996, 348 p. (Vie de Tacite, XI, 3 : 242)

ILS
Inscriptiones latinae selectae, H. Dessau, Berlin, 1892 à 1906, 5 vol.

LUCIEN, *Le songe*
Lucien - *Œuvres*, tome I : introduction générale et opuscules 1-10, texte établi et traduit par J. Bompaire, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 2003, 270 P.

Notitia dignitatum
Notitia dignitatum, accedunt notitia urbis constantinopolitanae et laterculi provinciarum, Berlin, éd. Otto Seek, 1876.

OROSE, *Histoire*
Pauli Orosii Historiarum adversum paganos libri VII, accedit eider liber apologétiques, C. Zangemeister, 1882 (diablinte : VI, VIII, 8).

PLINE L'ANCIEN, *Histoire Naturelle*
Pline l'Ancien - *Histoire Naturelle*, trad. franç. sous la direction de Nisard, Paris, Littré, 1860 (cité diablinte : IV, 32).

POLYBE, *Histoires*
Polybe - *Histoires, livre II*, texte traduit et établi par P. Pédech, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1970, 123 p. (Cénomans : II, 17, 4 : p. 57)

PTOLÉMÉE, *Géographie*
Ptolémée - *Claudii Ptolemai geographica*, Paris, Müller, 1883 (cité diablinte : II, 8).

SÉNÈQUE, *Lettres à Lucilius*
Sénèque - *Lettres à Lucilius*, livre VIII-XI, texte établi par F. Préchac et traduit par H. Noblot, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 5e éd. 2003, 172 p.

Table de Peutinger voir DESJARDINS 1869

TACITE, *Annales*
Tacite - *Annales*, livres IV à XII, texte établi et traduit par H. Goelzer, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1959, 352 p.

THUCYDIDE, *La guerre du Péloponnèse*
Thucydide - *La guerre du Péloponnèse*, tome I : livre I-III, traduction C. Zevrot, Paleo, Clermont-Ferrand, 2005, 230 p.

TITE-LIVE, *Histoire romaine*
Tite-Live - *Histoire romaine, livre V*, texte établi par J. Bayet et traduit par G. Baillet, CUF, Les Belles Lettres, Paris, 1969, 174 p. (Aulerques : V, 34 : p. 56)

Bibliographie

ABETEL 1992
Abetel E. - *L'établissement sidérurgique de Montcherand*, CAR, 54, 112 p.

AEBERHARDT 1987
Aeberhardt A. - Mines et métallurgie du fer en Angoumois étude toponymique, *in* : *Mines*… 1987 : 11-32.

ADAM 1995
Adam R. - Prospection inventaire en haut Nivernais – Vaux d'Yonne, *BSR Bourgogne* : 52.

Agriculteurs… 1993
Collectif - *Agriculteurs et métallurgistes, l'espace rural antique autour d'*Argentomagus, catalogue d'exposition 19 juin - 17 octobre 1993, Saint-Marcel, Musée Archéologique d'*Argentomagus*, 111 p.

ANDERSON *et al.* 2004
Anderson T. J., Agustoni C., Duvauchelle A., Serneels V., Castella D. - *Des artisans à la campagne. Carrière de meules, forges et voie gallo-romaine à Châbles (FR)*, Archéologie fribourgeoise, 19, 392 p.

ANDREAU 1988
Andreau J. - Introduction, *in* : Rostovtzeff M. I. - *Histoire économique et Sociale de l'Empire romain*, trad. Française par Odile Demande, Coll. Bouquins, Robert Laffont, Paris : I-LXXI.

ANDREAU 1989
Andreau J. - Recherches récentes sur les mines à l'époque romaine, I. Propriété et mode d'exploitation, *Revue numismatique,* 31 : 86-112.

ANDREAU 1990
Andreau J. - Recherches récentes sur les mines à l'époque romaine, II. Nature de la main d'œuvre ; Histoire des techniques et de la Production, *Revue numismatique,* 32 : 88-113.

ANDRÉE 2000
Andrée L. - Les mines d'anthracite du Maine au XIXe s., *MAH*, 23 : 173-214.

ANDRIEUX *et al*. 1993
Andrieux J-Y., Brulé A., Coignard J., Fontugne M., Herbaut C., Larcher G., Loyer S., Moinerais M. et Plaine J. - Fouille d'un bas fourneau et de ses structures annexes à l'étang du Perray, en Plélan-le-Grand (Ille-et-Vilaine), *RAO*, 10 : 101-114.

ANGOT 1909
Angot A. (abbé) - *La station romaine de Rubricaire. Le camp, la voie, les bains, les villas*, Laval, Goupil, 1909, 16 p.

ANGOT 1910
Angot A. (abbé) - *Dictionnaire historique, topographique et biographique de la Mayenne*, Laval, Goupil, 1900-1910, 4 vol.

Annuaire… 1987
Annuaire des opérations de terrain en milieu urbain, Tours, CNAU.

Archaeometallurgy… 2004
Archaeometallurgy in Europe, Proceedings of International Conference of Milan, 24-26 september 2003, 2 vol.

ARNAUD 1987
Arnaud J.-P. - Mines de fer et sidérurgie ancienne dans le Maine-et-Loire bilan historique et apports de la toponymie, *in* : *Mines*… 1987 : 33-58.

ARNOUX 1991
Arnoux M. - Le cas normand : établissements religieux et sidérurgie dans le pays d'Ouche, *in* : BENOÎT, CAILLEAUX 1991 : 13-44.

ARNOUX 1993
Arnoux M. - *Mineurs, férons et maîtres de forges, étude sur la production du fer dans la Normandie du Moyen Âge, XIe-XIVe siècles*, Paris, CTHS, 646 p.

ARNOUX 2001
Arnoux M. - Le fer dans les campagnes médiévales (XIe-XVe s.), *in* : MOUSNIER 2001 : 187-202.

Les arts du feu… 2005
Les arts du feu en Normandie, Actes du 39e Congrès des Sociétés Historiques et Archéologiques de Normandie Eu (Seine-maritime) 21-24 octobre 2004, 351 p.

AUBIN 1981
Aubin G. - Aspects de la circulation monétaire en Mayenne dans l'Antiquité, *MAH*, 3 : 99-146.

AZÉMA 1911
Azéma M. - Notes sur quelques minerais de fer et scories ferrugineuses du Finistère, *Bulletin de la société française de minéralogie*, Paris.

BACHMANN 1982
Bachmann H.G. - *The identification of slags from archaeological sites*, University of London, Institute of Archaeology, Londres, Occasional Publication, 6, 37 p.

BADEL, LORIOT 1993
Badel C., Loriot X. - *Source d'histoire romaine – Ier siècle av. J.-C. – début du Ve siècle ap. J.-C.*, coll. "Textes essentiels", Larousse, Paris, 856 p.

BARBE 1865
Barbe H. - *Jublains (Mayenne). Notes sur ses antiquités, époque gallo-romaine pour servir à l'histoire et à la géographie de la ville et de la cité des Aulerques diablintes*, Le Mans, Monnayer, et atlas, Mayenne, Derenne.

BARBÉ *et al.* 1987
Barbé H., Dunikowski K., Ferdière A., Lacoste E., Rialland Y. - Quelques éléments de la connaissance sur la métallurgie du fer en Berry au travers des données archéologiques de l'autoroute A71, *in* : *Mines…* 1987 : 226-251.

BARBIER 1999
Barbier D. - *Histoire de la végétation du nord mayennais de la fin du Weichselien à l'aube du XXIe siècle : mise en évidence d'un Tardiglaciaire armoricain. Interactions hommes-milieu*, Nantes, Groupe d'Étude des Milieux Naturels (GEMINA), 283 p.

BARBIER, VISSET, BURNOUF 2002
Barbier D., Visset L., Burnouf J. - Une source pollinique et son exploitation. À propos de la tourbière de Glatinié (Mayenne), *Histoire et Sociétés rurales*, 18 : 141-158.

BATAILLE, GUILLAUMET 2006
Bataille G., Guillaumet J.-P. (dir.) - *Les dépôts métalliques au second âge du Fer en Europe tempérée*, Glux-en-Glenne : Bibracte, Centre archéologique européen, Bibracte, 11, 336 p.

BAUVAIS 2007
Bauvais S. - *Évolution de l'organisation des activités de forge dans le nord du Bassin parisien au second Âge du fer. Études pluridisciplinaires de la chaîne opératoire en métallurgie du fer*, Thèse de doctorat de l'université de Franche-Comté, 3 vol.

BAUVAIS, FLUZIN 2006
Bauvais S., Fluzin P. - Réflexions sur l'organisation technico-sociale des activités de forge à La Tène finale dans l'Aisne, *Revue d'Archéométrie*, 30 : 25-43.

BAUVAIS, FLUZIN 2007
Bauvais S., Fluzin P. - Acquisition and Circulation of the Raw Material during the Second Iron-Age in the North of the Paris Basin (France), *in* : CREW, CREW 2007 : 18.

BÉAL 1996
Béal J.-C. - *Pistor* et *materiarus* : à propos d'une stèle funéraire de Metz antique, *RAE*, 47 : 79-95.

BÉAL 1999
Béal J.-C. - Remarques sur l'imagerie du pilier funéraire d'Igel, *in* : *Imago antiquitatis : religions et iconographie du monde romain : mélanges offerts à Robert Turcan*, De Boccard, Paris : 95-104.

BÉAL 2000
Béal J.-C. - La dignité des artisans : l'image des artisans sur les monuments funéraires de Gaule romaine, *DHA*, 26, 2 : 149-182.

BÉAL 2002
Béal J.-C. - L'artisanat et la ville : relecture de quelques textes, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 5-14.

BÉAL, GOYON 2002
Béal J.-Cl., Goyon J.-Cl. (dir.) - *Les artisans dans la ville antique*, Actes de la table ronde de Lyon, 16 et 17 novembre 2000, coll. archéologie et histoire de l'Antiquité, 6, université Lumière Lyon-2, Paris, De Boccard, 252 p.

BECK 1998
Beck P. (dir.) - *L'innovation technique au Moyen Age*, Actes du VIe colloque International d'archéologie médiévale, 1-5 octobre 1996, Dijon, Mont Beuvray, Chenôve, Le Creusot, Montbard, coll. Archéologie Aujourd'hui, Paris, Errance, 317 p.

BECK, BRAUNSTEIN, PHILIPPE 1992
Beck P., Braunstein P., Philippe M. - Le bois, le fer en forêt d'Othe à la fin du Moyen Âge. Bilan et perspectives, *Cahiers du Centre de Recherches Historiques*, 9 : 1-13.

BECK *et al.* 1992
Beck P., Braunstein P., Dunikowski C., Philippe M. - La sidérurgie ancienne en forêt d'Othe, *in* : *Proto-industries et histoire des forêts*, Les Cahiers de l'ISARD, 3 : 301-316.

BELHOSTE, BOUVET 2003
Belhoste J.-F., Bouvet J.-P. - Des origines à l'an Mil, *in* : BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 29-44.

BELHOSTE, ROBINEAU 2003
Belhoste J.-F., Robineau E. (dir) - *La métallurgie du Maine de l'Âge du Fer au milieu du XXe siècle*, Cahiers du Patrimoine, 64, Paris, Service de l'Inventaire, Ministère de la Culture et de la Communication, 404 p.

BELLET *et al*. 1999
Bellet M.-E., Cribellier C., Ferdière A., Krausz S. (dir.) - *Agglomérations secondaires antiques en Région Centre*, 17e suppl. RACF, Tours.

BENOÎT, BRAUNSTEIN 1983
Benoît P., Braunstein P. - *Mines et carrières et métallurgie dans la France médiévale*, Actes du colloque de Paris, 19 au 21 juin 1980, Paris, CNRS, 415 p.

BENOÎT, CAILLEAUX 1991
Benoît P., Cailleaux D. - *Moines et métallurgie dans la France médiévale*, AEDEH, Paris, 365 p.

BENOÎT, FLUZIN 1995
Benoît P., Fluzin P. (dir.) - *Paléométallurgie du fer et cultures*, Actes du Symposium international du comité pour la sidérurgie ancienne de l'UISPP, Belfort-Sevenans, 1-2-3 novembre 1990, Paris, Vulcain, 542 p.

BERNARD 1998
Bernard V. - *L'homme, le bois et la forêt dans la France du nord entre le Mésolithique et le Haut Moyen Âge*, BAR International Series, 733, Oxford, 190 p.

BERNOUIS 1991
Bernouis P. - La sidérurgie médiévale dans la région d'Aunay-sur-Odon et Bény-Bocage (Calvados), *Archéologie Médiévale*, 21 : 179-208.

BERNOUIS 1999
Bernouis P. - *L'Orne*, coll. CAG, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Conseil Général de l'Orne, Ministère de la Culture et de la Communication, DRAC de Basse-Normandie, Ministère de l'Éducation Nationale, de la Recherche et de la Technologie, Paris, MSH, 249 p.

BERRANGER en cours
Berranger M. - *Le fer entre loupe et objets dans l'Europe du VIIIe au Ier s. av. J.-C.*, Thèse de doctorat en cours, Université Paris I sous la direction de P. Brun.

BERRANGER, FLUZIN 2007
Berranger M., Fluzin P. - First results of a study of bloomsmithing activities on oppida sites at the end of the Iron Age (France: II-Ist Century BC), *in* : CREW, CREW 2007 : 19-20.

BERTHIER 1822
Berthier P. - Sur la nature des scories des forges catalanes et des forges d'affineries, *Annales des Mines*, 7 : 377-402.

BESOMBES 2004
Besombes P.-A., avec la collaboration de Barrandon J.-N. et Martini R. - *Le dépôt de 22 438 monnaies du gué de Saint-Léonard (Mayenne)*, Trésors Monétaires, XXI (2003-2004), 192 p. + 41 pl.

BET, DELOR 2000
Bet P., Delor A. - La typologie de la sigillée lisse de Lezoux et de la Gaule centrale du Haut Empire. Révision Décennale, Actes du congrès de Libourne, SFECAG, Marseille : 461-483.

BEYRIE, FABRE, SABLAYROLLES 2000
Beyrie A., Fabre J.-M., Sablayrolles R. - Les hommes de fer du dieu *Ageio*. Exploitation antique du fer dans les Hautes Baronnies (Haute-Pyrénées), *Gallia*, 57 : 37-52.

BEYRIE *et al*. 2003
Beyrie A., Galop D., Monna F., Mougin V. - La métallurgie du fer au Pays Basque durant l'Antiquité. État des connaissances dans la vallée de Baiggori (Pyrénées-Atlantique), *Aquitania*, 19 : 49-66.

BIELENIN 1974
Bielenin K. - *Starozytne górnictwo i hutnicwo zelaza w Górach Swietokryzskich. Ancient Mining and Metallurgy int the Góry Swietokrrziskie (Holy Cross Montains)*, Warszawa, Cracovie.

BIELENIN 1991
Bielenin K. (dir.) - *From Bloom to Knife*, Actes du Symposium international du comité pour la sidérurgie ancienne de l'UISPP, Kielce-Ameliowka, 18-22 sept. 1989, Krakow, *Materiały Archeologiczne*, 26.

BIELENIN 1992
Bielenin K. - Le combustible de la sidérurgie antique des Monts Sainte Croix en Pologne, *in* : *Protoindustries*… 1992 : 317-329.

BIELENIN 1994
Bielenin K. - Der Rennofen vom typ Burgenland in der frügeschichtlichen eisenverhüttung in Miteleuropa, *in*: MANGIN 1994 : 255-267.

BIELENIN 1999
Bielenin K. - Geordnete Rennofenschlackenfundstellen in Mitell- und Nordeuropa auβerhalb des römischen Limes, *Pallas*, 50 : 297-312.

BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1995
Bielenin K., Mangin M., Orzechowski S. - La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les Montagnes Sainte-Croix (Petite Pologne) I - Bilan des recherches 1955-1990, *DHA*, 21,1 : 203-224.

BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1996
Bielenin K., Mangin M., Orzechowski S. - La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les Montagnes Sainte-Croix (Petite Pologne) II - Bilan des recherches 1955-1990, *DHA*, 22, 1 : 327-373.

BIELENIN, MANGIN, ORZECHOWSKI 1998
Bielenin K., Mangin M., Orzechowski S. - La sidérurgie ancienne et l'exploitation minière dans les Montagnes Sainte-Croix (Petite Pologne) III – Archéométrie et histoire : les montagnes Sainte-Croix et les régions productives européennes (fin de l'Age du fer – début du Moyen Age), *DHA*, 24,1 : 139-193.

BIENFAIT 2002
Bienfait M. - La sidérurgie en milieu urbain dans la Gaule de l'Est : réflexions sur les types d'activités pratiqués, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 69-76 + 9 pl.

BIGEARD 1996
Bigeard H. - *La Nièvre*, coll. CAG, Les Belles Lettres, Paris, 226 p.

BIGOT *et al.* 1981
Bigot B., Bigot J.-Y., Guéguen A., Guéguen M. - *Prospections archéologiques en Mayenne, 1981. Constatations faites sur des coupes de terrain lors de l'implantation du gazoduc Auvers-le-Hamon/Mayenne*, Nantes, SRA Pays de la Loire.

BLANCHARD-LEMÉE 1991
Blanchard-Lemée M. - *Recueil général des mosaïques de la Gaule, II. Province de Lyonnaise, 4. Partie occidentale, cités des Carnutes, Turons, Andécaves, Cénomans, Diablintes, Namnètes*, Paris, C.N.R.S., 10e supplément à *Gallia* : 149 p.

BLAVIER 1837
Blavier E. - *Essai statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne*, Paris, Carillan-Goeury, Le Mans, Deneau-Lagrais, 196 p. + carte hors texte.

BLEICHER, BEAUPRÉ 1896
Bleicher M. G., Beaupré J. - Matériaux pour l'histoire de la métallurgie en Lorraine, *Mémoires de la Société d'Archéologie de Lorraine*, XLVI : 5-17.

BLEICHER, BEAUPRÉ 1901
Bleicher M. G., Beaupré J. - Note sur l'exploitation du minerai de fer fort et oolithique en Lorraine dans l'Antiquité, *Bulletin de la Commissions pour les Travaux Historiques et Scientifiques* : 204-207.

BOCOUM, FLUZIN 2000
Bocoum H., Fluzin P. - La chaîne opératoire de réduction directe à Juude-Jaabe (Sénégal), *in* : PÉTREQUIN *et al*. 2000 : 107-122.

BOCQUET 1998
Bocquet A. - *Jublains Le Taillis des Boissières, rapport de fouille programmée*, Nantes, SRA Pays de la Loire, 47 p.

BOCQUET 1999a
Bocquet A. - Jublains, la Grande Boissière, *BSR Pays de la Loire* : 48.

BOCQUET 1999b
Bocquet A. - Un quartier d'artisans mis au jour à Jublains (site de la Grande Boissière), *MAH*, 22 : 265-266.

BOCQUET 2001
Bocquet A. - *Jublains Le Taillis des Boissières, rapport de synthèse 1998-2001*, Nantes, SRA Pays de la Loire.

BOCQUET 2002a
Bocquet A. - Un quartier artisanal dans la cité antique de *Noviodunum* (Jublains, Mayenne), *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 165-177.

BOCQUET 2002b
Bocquet A. - *Jublains Le Taillis des Boissières, campagne de fouilles programmées 2002*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

BOCQUET, MADIGAND, NAVEAU 2002
Bocquet A., Madigand E., Naveau J. - Dix ans d'archéologie en Mayenne (1992-2001), *MAH*, 25 : 161-196.

BOCQUET, NAVEAU 2004
Bocquet A., Naveau J. - Jublains (Mayenne), capitale d'une cité éphémère, *in* : FERDIÈRE 2004 : 173-182.

BOCQUET *et al*. 2004
Bocquet A., Chuniaud K., Naveau J., avec la collaboration de Dieudionné-Glad N., Forest V., Morin S. et Mortreau M. - Le quartier de la Grande Boissière à Jublains (Mayenne), *RAO*, 21 : 131-174.

BOCQUET *et al*. 2007
Bocquet A., Bouvet J.-P., Levillayer A., avec la collaboration de Aubin G., Egloff F., Robin B. - Un dépôt à caractère rituel de l'Âge du Fer à Sainte-Suzanne, *MAH*, 30 : 191-199.

BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869
Bodard de La Jacopière D. de - *Chroniques craonnaises*, Laval, Mary-Beauchêne, 1869 ; 2e édition, Le Mans, 1871.

BOISSEL 1973
Boissel R. - *Fouille de sauvetage à l'emplacement du terrain de sport, premier compte-rendu*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

BORDELOUP 1994
Bordeloup J.-M. - Observations récentes sur la métallurgie ancienne en forêt d'Allogny (Cher), *in* : MANGIN 1994 : 207-209.

BORDELOUP 1995
Bordeloup J.-M. - Nouvelles observations sur la métallurgie ancienne du fer à Allogny (Cher), *Bulletin du Groupe de Recherches Archéologiques et Historiques de Sologne*, 17, 3 : 143-158.

BOUET 1999
Bouet A. - *Les matériaux de construction en terre cuite dans les thermes de la Gaule Narbonnaise*, Scripta Antiqua, 1, Ausonius, De Boccard, Bordeaux, 207 p.

BOUILLON 1984
Bouillon R. - Les temps préhistoriques, *in* : SALBERT 1984 : 17-43.

BOUKEZZOULA *et al.* 1990
Boukezzoula M., Laurent H., Mangin M., Raïssouni B., Ploquin A. - Le fer en Franche-Comté aux époques romaine et médiévale : État des recherches archéologiques 1983-87, *in* : JACOB, MANGIN 1990 : 51-84.

BOUSQUET 1963
Bousquet J. - Informations archéologiques, *Gallia*, 21, 2 : 425-426.

BOUTON 1947
Bouton A. - *Les voies antiques, les grands chemins médiévaux et les routes royales du Haut-Maine, département de la Sarthe*, M. Vilaine, Le Mans, 226 p.

BOUTON 1962
Bouton A. - *Le Maine : histoire économique et sociale des origines au XVIe siècle*, Monnoyer, Le Mans, 830 p.

BOUTHIER 1982
Bouthier A. - Données nouvelles sur l'utilisation du minerai de fer dans le nord-ouest de la Nièvre à l'époque gallo-romaine, *in* : *Mines*… 1982 : 139-156.

BOUTHIER, DUPERON, VELDE 1987
Bouthier A., Duperon J., Velde B. - La métallurgie du fer à l'époque gallo-romaine dans le nord-ouest de la Nièvre et le nord du Berry, *in* : *Mines*… 1987 : 252-270.

BOUVET 2001a
Bouvet J.-P. (dir.) - *La Sarthe*, coll. CAG, Académie des Inscriptions et Belles Lettres, Paris, MSH, 518 p.

BOUVET 2001b
Bouvet J.-P. - Une sidérurgie très précoce, *in* : BOUVET 2001a : 72-79.

BRODRIBB, CLEERE 1988
Brodribb G., Cleere H. - The *Classis Britannica* Bath-House at Beauport Park, East Sussex, *Britannia*, XIX : 217-274.

BROSSÉ *et al*. 1988
Brossé R., Guérangé B., Guérangé-Lozes J., Herrouin Y., Houlgatte E., Moguedet G., Pelhâte A. avec la collaboration de Etienne H., Lutzler J.-M., Vautrelle C. - *Carte géologique de la France (1/50000), feuille Château-Gontier* et *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50000), feuille Château-Gontier*, Orléans, BRGM, 48 p.

BRUHNS 1985
Bruhns H. - De Werner Sombart à Max Weber et Moses I. Finley : la typologie de la ville antique et la question de la ville de consommation, *in* : LEVEAU 1985 : 255-273.

BRULET 1985
Brulet R. - Établissement gallo-romain à Macquenoise : thermes et centre sidérurgique, *Documents et rapports de la Société Royale d'Archéologie et de Paléontologie de Charleroi*, 49 (1982-1985) : 27-55.

BRUN 1987
Brun P. - *Princes et princesses de la Celtique. Le premier Âge du Fer (850-450 av. J.-C.)*, coll. des Hespérides, Errance, Paris, 219 p.

BRUNEAU 1914
Bruneau L. - *L'Allemagne en France. Enquêtes économiques. I. Mines, métallurgie, produits chimiques, colles, gélatines et engrais*, Plon-Nourrit et Cie, Paris, 343 p.

BUBENICEK 1965
Bubenicek L. - Les paragénèses des minerais de fer oolithiques des terrains primaires de l'Ouest de la France, *Revue de l'Industrie Minérale*, 47 : 490-512.

BÜCHER 1893
Bücher K. - *Die Entstehung der Volkswirtschaft*, Tübingen. La troisième édition allemande a été traduite en anglais : Morley Wickett S. - *Industrial Evolution*, New york, 1901 (réédité en 1968)
http://socserv.mcmaster.ca/econ/ugcm/3ll3/bucher/IndustrialEvolution.pdf

BÜCHER 1922
Bücher K. - Zur griechischen Wirtschaftsgeschichte, *in*: Bücher K. - *Beiträge zur Wirtschaftsgeschihte*, Laupp, Tübingen : 1-97.

BUCHSENSCHUTZ 2004
Buchsenschutz O. - Les Celtes et la formation de l'Empire romain, *Annales HSS*, 59/2 : 337-361.

BUCHWALD 1997
Buchwald V. - On a Method to Determine the Provenance and Charachter of Ancient Iron Objects, *in* : CREW, CREW 1997 : 92-95.

BUCHWALD 2005
Buchwald V. F. - *Iron and steel in ancient times*, Historik-Filosofiske Skrifter, 29, Det Kongelige Danske Videskabernes Selskab (The Royal Danish Academy of Sciences and Letters), Flemming Lundgreen-Nielsen, Copenhagen, 372 p.

BUCHWALD, WIVEL 1998
Buchwald V. F., Wivel H. - Slag Analysis as a Method for Charachterization and Provenancing of Ancient Iron Objects, *Materials Charachterization*, 40 : 73-96.

BUFFON 1774-1782
Buffon G.-L. Leclerc comte de - *Histoire naturelle générale et particulière servant de suite à la théorie de la terre et d'introduction à l'histoire des minéraux,* Imprimerie Nationale, Paris, 12 vol, in 12°.

CABBOÏ 1999
Cabboï S. (dir.) - *Rapport de fouille. Commune de La Bazoge (72). « L'Aunay Truchet »*, A28 Section Alençon – le Mans – Tours, série fouille, 5, Ministère de la Culture, AFAN, 117 p., 39 fig., 29 pl., annexes.

CABBOÏ *et al.* 2007
Cabboï S., Dunikowski C., Leroy M., Merluzzo P. - Les systèmes de production sidérurgique chez les Celtes du Nord de la France, *in* : MILCENT 2007 : 35-62.

CARPENTIER, DUNIKOWSKI, ZAOUR 2005
Carpentier V., Dunikowski C., Zaour N. - La métallurgie au haut Moyen Âge : l'exemple de l'atelier métallurgique du site de la ZAC du Long Buisson à Guichainville, du VIe au VIIIe s., *in* : *Les arts du feu*… 2005 : 285-299.

CAUMONT 1830
Caumon A. de - *Cours d'Antiquités monumentales*, t.2 : 60-63 et 94-95.

CAUUET 2005
Cauuet B. - Les mines d'or antiques d'Europe hors péninsule ibérique. État des connaissances et travaux récents, *Pallas*, 67 : 241-291.

CAUVIN 1834
Cauvin T. - *Essai sur la statistique du département de la Sarthe*, Le Mans, Monnoyer. Rééd. Paris, Res Universis, 1993, 377 p.

CAUVIN 1845
Cauvin T. - *Géographie ancienne du diocèse du Mans*, Institut des Provinces de France, Mémoires, 2e série, 1, Derache Paris ; Gallienne, Le Mans, 678 p.

CAYEUX 1909
Cayeux L. - *Les minerais de fer oolithiques de la France*, tome 1 : *Minerai de fer primaire*, Paris, Imprimerie Nationale.

CAYEUX 1931
Cayeux L. - Les minerais de fer de l'Ouest de la France (Constitution, mode de formation, origine du fer), *Revue universelle des Mines*, 8e série, 5, 11 : 297-306.

CHABAL 2001
Chabal L. - Les potiers, le bois et la forêt à l'époque romaine à Sallèles d'Aude (Ier-IIIe s. ap. J.-C.), *in* : Laubenheimer F. (dir.) - *20 ans de recherches à Sallèles d'Aude*, Institut des sciences et techniques de l'Antiquité, série Amphore, Presses Universitaires Franc-Comtoises, Les Belles Lettres, Paris : 93-110.

CHAPAT 1981
Chapat F.-P. - *La Puysaie au temps des ferriers*, coll. Pierre Écrite, Dijon, de Civry, 142 p.

CHARDRON-PICAULT 2002
Chardron-Picault P. - Les ilôts artisanaux d'*Augustodunum*, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 209-219.

CHARDRON-PICAULT, PERNOT 1999
Chardron-Picault P., Pernot M. - *Un quartier antique d'artisanat métallurgique à Autun, le site du lycée militaire*, DAF, 76, Paris, MSH, 316 p.

CHASTAGNOL 1974
Chastagnol A. - Hypothèses sur la localisation de *Vagoritum* et sur la diablintie méridionale, *in* : Chevallier R. (dir.) - *Littérature et géographie historique, mélanges offerts à Roger Dion*, *Caesarodunum*, IX bis : 367-378.

CHASTAGNOL 1995
Chastagnol A. - *La Gaule romaine et le droit latin*, collection du Centre d'études romaines et gallo-romaines, 14, Scripta varia, 3, De Boccard, Paris, 347 p.

Les châteaux… 2004
Collectif - Les châteaux du Moyen Âge en Mayenne, *MAH*, 27 : 20-275.

CHATELLIER 1953
Chatellier P. - Les minerais de fer de Normandie et du Maine, *Bulletin Mayenne-Science*, 1953 : 48-54.

CHAUVEL 1971
Chauvel J.-J. - Contribution à l'étude des minerais de fer de l'Ordovicien de Bretagne, Thèse de l'université de Rennes et *Mémoires de la société géologique et minéralogique de Bretagne*, 16, 243 p.

CHENORKIAN 1996
Chenorkian R. - *Pratique archéologique, statistique et graphique*, coll. Méthodes et pratiques, Errance, Paris, 162 p.

CHIMIER 2002
Chimier J.-P. - Les productions artisanales de Tours-*Caesarodunum* au sein des réseaux économiques de la cité des Turons durant le Haut-Empire, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 181-200.

CHUNIAUD, NAVEAU 1996
Chuniaud K., Naveau J. - *Jublains (Mayenne) Fouilles de la Grande Boissière*, rapport de fouille programmée, Nantes, SRA Pays de la Loire.

CHUNIAUD, NAVEAU 1998
Chuniaud K., Naveau J. - Jublains la Grande Boissière, *BSR Pays de la Loire* : 53-54.

CHUNIAUD, MORTREAU 2002
Chuniaud K., Mortreau M. - Un ensemble de céramique de la première moitié du IIe siècle sur le site de La Grande Boissière à Jublains (Mayenne), SFECAG, Actes du Congrès de Bayeux : 159-175.

CLEERE 1963
Cleere H. - A note on Roman bloomery tuyeres, *Sussex Archaeological Collections*, 101 : 48-53.

CLEERE 1971
Cleere H. - Iron Making in a Roman furnace, *Britannia*, 2 : 203-217.

CLEERE 1974
Cleere H. - The Roman Iron Industry of the Weald and its Connections with the « Classis Britannica », *The Archaeological Journal*, 131 : 171-183.

CLEERE 1976
Cleere H. - Some operating parameters for Roman ironworks, *Institute of archaeological Bulletin*, 13 : 233-246.

CLEERE 1983
Cleere H. - The Organisation of the Iron Industry in the Western Roman Provinces in the Early Empire with Special reference to Britain, *OFFA*, 40 : 103-113.

CLEERE, CROSSLEY 1995
Cleere H., Crossley D. - *The Iron Industry of the Weald*, 2e éd. revue, Cardiff, Merton Priory Press, 425 p.

CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987
Clément J.-P., Chantraine J., Limasset J.-C. - *Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 n°357, feuille de Loué*, Orléans, BRGM, 35 p.

COLLETER 2003
Colleter R. - *Les cimetières mérovingiens en Mayenne*, supll. 11 à la *MAH*, 208 p.

CORDIER 1957
Cordier G. - Sur les traces des premiers métallurgistes aux confins de la Touraine et du Berry (Découvertes aérophotographiques), *Bulletin des Amis du musée préhistorique du Grand-Pressigny*, 6 : 58-66.

CORDIER 1974
Cordier G. - Prospection archéologique aérienne et métallurgie antique en Touraine, *Mémoires de la Société Archéologique de Touraine*, série in-4°, 8 : 17-31.

CORDIER 1983
Cordier G. - Toponyme paléosidérurgique de la Touraine, *Norois*, 119, juillet-septembre : 421-433.

COULIBALY, BENOÎT, FLUZIN 2000
Coulibaly H., Benoît P., Fluzin P. - Approche techniques des traitements thermomécaniques et thermochimiques dans la mise en forme des objets en fer chez les forgerons du Bwamu (Mali – Burkina Faso), *in* : PÉTREQUIN *et al*. 2000 : 143-158.

COUSTURES *et al.* 2003
Coustures M.-P., Béziat D., Tollon F., Domergue C., Long L., Rebiscoul A. - The use of trace element analysis of entrapped slag inclusions to establish ore - bar iron links : examples from two gallo-roman iron-making sites in France (les Martys, montagne Noire, and les Ferrys, Loiret), *Archaeometry*, 45, 4 : 599-613.

COUSTURES, BÉZIAT, TOLLON 2004
Coustures M.-P., Béziat D., Tollon F. - Des inclusions de scorie dans les fers anciens : pour quoi faire ?, *in* : MANGIN 2004 : 146-148.

COUSTURES *et al*. 2006
Coustures M.-P., Rico C., Béziat D., Djaoui D., Long L. Domergue C., Tollon F. - La provenance des barres de fer romaines des Saintes-Maries-de-la-Mer (Bouches-du-Rhône), *Gallia*, 63 : 243-261.

COUSTURES *et al*. 2007
Coustures M.-P., Renoux G., Scaon C., Béziat D., Rico C., Dabosi F., Long L., Domergue C., Tollon F. - Le point sur une méthode de détermination des objets en fer de la sidérurgie ancienne, *in* : MILCENT 2007 : 145-150.

CRADDOCK 1995
Craddock P. T. - *Early metal mining and production*, Edinburgh University Press, 363 p.

CRENN 1988
Crenn B. - Les fours à chaux de Saint-Pierre-la-Cour (1880-1914), *MAH*, 11 : 165-208.

CREW 1991a
Crew P. - The Experimental Production of Prehistoric Bar Iron, *Historical Metallurgy*, 25/1 : 21-36.

CREW 1991b
Crew P. - The iron and copper slags at Baratti, Populonia, Italy, *Historical Metallurgy*, 25/2 : 109.

CREW 1994
Crew P. - Currency Bars in Great-Britain, *in* : MANGIN 1994 : 345-350.

CREW 2000
Crew P. - The influence of clay and charcoal ash on bloomery slags, *in* : CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 2000 : 38-48.

CREW, CREW 1994
Crew P., Crew S. - The experimental production of bar iron, *in* : MANGIN 1994 : 175-176.

CREW, CREW 1997
Crew P., Crew S. (dir.) - *Early Iron in Europe*, Conférence internationale tenue à Plas Tan y Bwlch, sept. 1997.

CREW, CREW 2007
Crew P., Crew S. (dir) - *Early Ironworking in Europe II, archaeology, technology and experiment*, Second International Conference, Plas Tan y Bwlch, 17th-21st Spetember 2007, Abstacts, 89 p.

CRIBELLIER *et al*. 2005
Cribellier C., Ferdière A., Sellès H., Tuffreau-Libre M. - Éléments pour une synthèse sur les spécificités et la diffusion de la céramique gallo-romaine en région Centre, *in* : Actes du colloque de la SFECAG de Blois, 2005 : 383-388.

CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 1999
Cuccini-Tizzoni C., Tizzoni M. (dir.) - *La mineria perduta. Cinque anni di recerche archeometallurgishe nel territorio di Bienno*, Breno, 247 p.

CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 2000
Cuccini-Tizzini C., Tizzoni M. (dir.) - *Il ferro nelle Alpi* / *Iron in the Alps*, Proceeding of the conference of Bienno (BS), Italy, 2nd - 4th oct 1998 ; Breno, Comité pour la sidérurgie Ancienne de l'UISPP, 167 p.

CUNLIFFE 2001
Cunliffe B. - *Les Celtes*, traduit de l'anglais par P. Galliou, Errance, Paris, 336 p.

DABAS, DIEUDONNÉ-GLAD, POIRIER 2002
Dabas M., Dieudonné-Glad N., Poirier P. - Caractérisation des structures d'une forge antique : approche archéologique, géophysique et anthracologique, *Revue d'Archéométrie*, 26 : 141-154.

DAGNET 1907
Dagnet A. - *À travers les Coëvrons : description, légendes, coutumes, croyances populaires, floklores, etc recueillis dans le pays d'Evron et de Sainte-Suzanne*, Imprimerie mayennaise, Laval, 197 p.

DAIN 1968
Dain Ph. - Les frontières de la cité des Andes, *Annales de Bretagne*, 75 : 175-201.

D'ANVILLE 1760
D'Anville J.-B. - *Notice de l'ancienne Gaule, tirée des monuments romains*, Desaint et Saillant, Paris.

D'ANVILLE 1761
D'Anville J.-B. - Découverte d'une cité jusqu'à présent inconnue dans l'ancienne Gaule, *Histoire de l'Académie royale des Inscriptions et Belles Lettres*, 27 : 108-114.

DARCET 1801
Darcet Cen - Rapport fait à l'institut national sur un mémoire du Cen Baillet, inspecteur des mines, relatif à l'exploitation des mines en masses ou en amas, *Journal des mines*, 8, 43 : 487-506.

DASSIBAT *et al*. 1982
Dassibat C., Doré F., Kuntz G., Le Gall J., Rioult M., Verron G. - *Carte géologique de la France (1/50000), feuille Alençon* et *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50000), feuille Alençon*, Orléans, BRGM, 70 p.

DAUBRÉE 1868
Daubrée A. - Aperçu historique sur l'exploitation des métaux dans la Gaule, *Revue Archéologique*, 17 : 298-313.

DAUBRÉE 1881
Daubrée A. - Aperçu historique sur l'exploitation des mines métalliques dans la Gaule, *Revue Archéologique*, 41 : 201-221, 261-283, 326-353.

DAUFFY 1996
Dauffy P. - Rapport de prospection thématique, commune de La Jaille-Yvon, Bourg l'Évêque, Grugé l'Hôpital, Noyant-la-Gravoyère, S.RA. Nantes, 38 p. + annexes.

DAUFFY 1997
Dauffy P. - Rapport de prospection thématique, commune de Bouillé-Ménard, Châtelais, Combrée, Grugé-l'Hôpital, La Ferrière-de-Flée, L'Hôtellerie-de-Flée, Noyant-la-Gravoyère, Saint-Michel-et-Chaveaux, S.RA. Nantes, 78 p.

DAUFFY 1998
Dauffy P. - *Les Ferriers du ségréen*, rapport de prospection thématique, S.RA. Nantes, 44 p.

DAUFFY 2005
Dauffy P. - *Le Haut-Anjou industriel. Le fer, l'ardoise et la chaux. Un siècle d'histoire 1875-1975*, Chez l'auteur, Noyant-la-Gravoyère, 285 p.

DAVEAU, GOUSTARD 2000a
Daveau I., Goustard V. - Un complexe métallurgique et minier du haut Moyen Âge. Le site des Fourneaux à Vert-Sint-Denis (Seine-et-Marne), *Gallia*, 57 : 77-99.

DAVEAU, GOUSTARD 2000b
Daveau I., Goustard V. - L'extraction du minerai de fer à Vert-Saint-Denis (Seine-et-Marne) durant le haut Moyen-Âge : l'émergence d'une « industrie lourde » au sein d'un habitat à vocation agricole, *in* : PÉTREQUIN *et al*. 2000 : 15-36.

DAVY 1880
Davy L. - Étude géologique de l'arrondissement de Segré (Maine-et-Loire) et particulièrement des gisements des minerais de fer de ce pays, *Bulletin de l'Industrie minérale*, 2e série, 9, 3 : 537-633.

DAVY 1913
Davy L. - Étude des scories de forges anciennes éparses sur le sol de l'Anjou, de la Bretagne et de la Mayenne, pour servir à l'histoire de la métallurgie, *Bulletin de la Société de l'Industrie Minérale*, 5e série, 3, 7 : 397-469 et 551-579.

DEBIEN 1988
Debien B. - *Le théâtre-amphithéâtre gallo-romain Jublains (53), rapport de fouilles année 1988*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

DEBORD, DIEUDONNÉ-GLAD 1993
Debord A., Dieudonné-Glad N. - Andone (Charentes) : Étude structurale d'outils et d'armes du Xe siècle. Apports à la connaissance de l'artisanat du fer, *Archéologie Médiévale*, 23 : 107-129.

DECOMBEIX 2004
Decombeix P.-M. - Évaluer la quantité de scories que contient un ferrier : pourquoi et comment faire ? L'exemple de la haute vallée de la Dure (région des Martys, Aude), *in* : MANGIN 2004 : 192-198.

DECOMBEIX 2005
Decombeix P.-M. - Dernières nouvelles des expérimentations de sidérurgie antique dans la Montagne Noire, *Pallas*, 67 : 359-364.

DECOMBEIX *et al.* 1998
Decombeix P.-M., Fabre J.-M., Tollon F., Domergue C. - Évaluation du volume des ferriers romains du Domaine des Forges (Les Martys, Aude), de la masse de scories qu'ils enferment et de la production de fer correspondante, *Revue d'Archéométrie*, 22 : 77-90.

DECOMBEIX *et al*. 2000
Decombeix P.-M., Domergue C., Fabre J.-M., Gorgues A., Rico C., Tollon F., Tournier B. - Réflexions sur l'organisation de la production du fer à l'époque romaine dans le bassin supérieur de la Dure, au voisinage des Martys (Aude), *Gallia*, 57 : 23-36.

DECOMBEIX, FABRE, RICO 2001
Decombeix P.-M., Fabre J.-M., Rico C. - La sidérurgie dans la Montagne Noire à l'époque romaine. Aspects méthodologiques de la recherche, *in* : *L'obtencio*… 2001 : 161-175.

DEGRYSE *et al*. 2007
Degryse P., Schneider J., Kellens N., Waelkens M., Muchez P. - Tracing the resources of iron working at ancient Sagalassos (South-West Turkey): a combined lead and strontium isotope study on iron artefacts and ores, *Archaeometry*, 49, 1 : 75-86.

DELAMARRE 2001
Delamarre X. - *Dictionnaire de la langue gauloise. Une approche linguistique du vieux-celtique continental*, coll. des Hespérides, Errance, Paris, 352 p.

DE LAUNAY 1803
De Launay L. - *Minéralogie des Anciens*, Bruxelles, in 8°, 2 vol.

DELOR 2002
Delor J.-P. (dir.) - *L'Yonne* (89), CAG, Les Belles Lettres, Paris, 2 vol.

DELOZE 2001
Deloze V. - Cadre géographique, hydrographique et géologique. Ressources en minerai de fer, *in* : BOUVET 2001a : 45-51.

DENÈGRE, SALGÉ 1996
Denègre J., Salgé F. - *Les systèmes d'information géographique*, coll. Que sais-je ? n°3122, Paris, PUF.

DERRÉ 1929
Derré J. - Fouilles et découvertes, *PM*, 31 (2e série, 9) : 235-237.

DERRUAU 1969
Derruau M. - *Les formes du relief terrestre. Notions de géomorphologie*, Armand Colin, Paris (7e édition, 1996), 118 p.

DERU 2002
Deru X. - L'artisanat à Reims à l'époque gallo-romaine. Analyse topographique, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 131-140.

DESAULTY en cours
Desaulty A.-M. - *Apport des analyses chimiques macroscopiques et microscopiques à l'étude de la signature chimique du minerai et de la répartition des éléments traces dans la chaîne opératoire indirecte ancienne*, thèse en cours IRAMAT, CEA , Groupe Archéomatériaux et prévision de l'Altération.

DESCOEURDES *et al*. 2001
Descoeudres J.-P., Huysecom E., Serneels V., Zimmermann J.-L. (dir.) - *The Origins of Iron Metallurgy*, Proceedings of the First International Colloquium on: The Archaeology of Africa and the Mediterranean Basin, *Mediterranean archaeology*, 14, 309 pp., 16 pl.

DESJARDINS 1869
Desjardins E. - *Géographie de la Gaule d'après la table de Peutinger*, Hachette, Paris.

DEVOS *et al*. 2000
Devos W., Senn-Luder M., Moor C., Salter C. - Laser ablation inductively coupled plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS) for specially resolved trace analysis of early-medieval archaeological iron finds, *Fresenius Journal of Analytical Chemestry*, 366 : 873-880.

DIDEROT, D'ALEMBERT 1751-1772
Diderot D., D'Alembert J. - *Encyclopédie*. *Recueil des planches sur les sciences, les arts libéraux et les arts mécaniques avec leur explication*, rééd. Henri Veyrier, Genève, 1985.

DIEUDONNÉ-GLAD 1991
Dieudonné-Glad N. - *La métallurgie du fer chez les Bituriges à l'époque gallo-romaine*, thèse de l'Université de Paris I, 2 vol.

DIEUDONNÉ-GLAD 1992
Dieudonné-Glad N. - La métallurgie du fer autour d'*Avaricum* (Bourges) dans l'Antiquité, *RACF*, 31 : 57-74.

DIEUDONNÉ-GLAD 1994
Dieudonné-Glad N. - Minerai de fer disponible et minerai de fer exploité Exemple de choix à l'époque romaine chez les *Bituriges Cubi*, *in* : MANGIN 1994 : 323-329.

DIEUDONNÉ-GLAD 1996
Dieudonné-Glad N. - Exploitation minière et forestière : artisanat du fer et nature dans l'antiquité chez les *Bituriges*, *in* : Colardelle M. (dir.) - *L'homme et la nature au Moyen Age, paléoenvironnement des sociétés occidentales*, Actes du Ve colloque international d'archéologie médiévale tenu à Grenoble, 6-9 octobre 1993, Paris, Errance : 222-227.

DIEUDONNÉ-GLAD 1999
Dieudonné-Glad N. - Métallurgie du fer et habitat rural : comment reconnaître les vestiges archéologiques ?, *in* : POLFER 1999 : 39-43.

DIEUDONNÉ-GLAD 2000
Dieudonné-Glad N. - L'atelier sidérurgique gallo-romain du Latté à Oulches (Indre), *Gallia*, 57 : 63-75.

DIEUDONNÉ-GLAD 2001
Dieudonné-Glad N. - Continuité et ruptures dans les activités artisanales d'une agglomération secondaire d'Aquitaine : *Rauranum* (Rom, Deux-Sèvres) entre le Ier et Ve siècle ap. J.-C., *in* : POLFER 2001a : 243-248.

DIEUDONNÉ-GALD, DUMASY 1995
Dieudonné-Glad N., Dumasy F. - La métallurgie du fer dans le Berry avant la réduction indirecte, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 229-249.

DIEUDONNÉ-GLAD *et al.* 1995
Dieudonné-Glad N., Fluzin P., Benoît P., Béranger G. - Étude de la réduction directe à l'aide d'une plate-forme expérimentale, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 13-20.

DIEUDONNÉ-GALD, LAÜT 2001
Dieudonné-Gald N., Laüt L. - Les activités sidérurgiques, *in* : Batardy C., Buchsenschutz O., Dumasy F. - *Le Berry antique. Milieu, homes, espaces. Atlas 2000*, 21e suppl. À la *RACF* : 146-153.

DILLMANN, FLUZIN, CHEVALLIER 2002
Dillmann P., Fluzin P., Chevallier P. - Determination of ironmaking process using synchrotron microprobe, *British Archaeological Reports*, *International Reports*, 1043 : 324-344.

DILLMAN, L'HÉRITIER 2007
Dillmann P., L'Héritier M. - Slag inclusion analyses studying ferrous alloys employed in French medieval buildings: supply of materials and diffusion of smelting process, *Journal of Archaeological Science*, 34 : 1810-1823.

DJINDJIAN 1991
Djindjian F. - *Méthodes pour l'archéologie*, coll. U Archéologie, A. Colin, Paris, 401 p.

DOMERGUE 1983
Domergue C. - *La mine antique d'Aljustrel (Portugal) et les tables de bronze de Vispasca*, Collection de la maison des pays ibériques, Paris, de Boccard, 205 p.

DOMERGUE 1989a
Domergue C. (dir.) - *Mines et métallurgie antiques et médiévales de la France méridionale : recherches récentes*, Journées de Perpignan, 20-22 février 1987, Perpignan, 134 p.

DOMERGUE 1989b
Domergue C. (dir.) - *Mineria y metalurgia en las antiguas civilizaciones mediterraneas y europeas*, Coloquio international asociado, Madrid, 24-28 oct. 1985, Madrid, 2 vol.

DOMERGUE 1990
Domergue C. - *Les mines de la péninsule ibérique dans l'Antiquité romaine*, coll. École Française de Rome, 127, Rome, De Boccard, Paris, 625 p.

DOMERGUE 2004a
Domergue C. - Fer et société, *in* : MANGIN 2004 : 175-213.

DOMERGUE 2004b
Domergue C. - Les mines et la production des métaux dans le monde méditerranéen au Ier millénaire avant notre ère, *in* : Lehoërff A. (dir.) - *L'artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale. Techniques, lieux et formes de production*, Collection de l'École Française de Rome, 332 : 129-159.

DOMERGUE 2007
Domergue C. - La sidérurgie extractive en Transalpine et dans la Gaule indépendante à la fin de l'Âge du Fer. Essai de mise en parallèle, *in* : MILCENT 2007 : 17-34.

DOMERGUE 2008
Domergue C. - *Les Mines Antiques. La production des métaux aux époques grecque et romaine*, coll. Antiqua, Picard, Paris : 240 p.

DOMERGUE, HÉRAIL 1978
Domergue C., Hérail G. - *Mines d'or d'Espagne, le district de la Verduerna*, Toulouse, 2 vol.

DOMERGUE, REBISCOUL, TOLLON 1982
Domergue C., Rebiscoul A., Tollon F. - Les fours de réduction du fer dans la Montagne Noire (Aude) à l'époque gallo-romaine et leur production, *in* : *Mines*… 1982 : 215-230.

DOMERGUE *et al*. 1993
Domergue C., Cauuet B., Lavielle E., Pailler J.-M., Sablayrolles R., Sillières P. - *Un centre sidérurgique romain de la Montagne Noire. Le domaine des Forges (Les Martys, Aude)*, 27e supplément à la *RAN*, Paris, CNRS, 477 p.

DOMERGUE *et al.* 1997
Domergue C., Béziat D., Cauuet B., Jarrier C., Lande C., Morasz J.-G., Oliva P., Pulou R., Tollon F. - Les Moulins rotatifs dans les mines et les centres métallurgiques antiques, *in* : GARCIA, MEEKS 1997 : 48-61.

DOMERGUE, JARRIER, TOLLON 1999
Domergue C., Jarrier C., Tollon F. - La métallurgie extractive du fer dans la Montagne Noire (France) à l'époque romaine. Nouveaux documents, *RAN*, 32 : 147-156.

DOMERGUE, LEROY 2000a
Domergue C., Leroy M. (dir.) - Dossier mines et métallurgie antiques*, Gallia*, 57 : 1-158.

DOMERGUE, LEROY 2000b
Domergue C., Leroy M. - L'état de la recherche sur les mines et les métallurgies en Gaule, de l'époque gauloise au haut Moyen Âge, *Gallia*, 57 : 3-10.

DOMERGUE *et al*. 2003
Domergue C., Benquet L., Decombeix P.-M., Fabre J.-M., Gorgues A., Rico C., Tollon F. - La Guerre des Gaules et les débuts de la sidérurgie romaine en Montagne Noire, *Pallas*, 63 : 241-247.

DOMERGUE *et al*. 2006
Domergue C., Serneels V., Cauuet B., Pailler J.-M., Orzechowski S. - Mines et métallurgie en Gaule à la fin de l'Âge du Fer et à l'époque romaine, *in* : PAUNIER 2006 : 131-162.

DONDIN-PAYRE 1999
Dondin-Payre M. - Magistratures et administration municipale dans les Trois Gaules, *in* : DONDIN-PAYRE, RAEPSAET-CHARLIER 1999 : 127-230.

DONDIN-PAYRE, RAEPSAET-CHARLIER 1999
Dondin-Payre M., Raepsaet-Charlier M.-T. - *Cités, Municipes, Colonies, Les processus de municipalisation en Gaule et en Germanie sous le Haut Empire romain*, Histoire Ancienne et Médiévale, 53, publication de la Sorbonne, Paris, 483 p.

DORÉ *et al*. 1977
Doré F., Dupret L., Le Gall J., Chalot-Prat F. - *Carte géologique de la France, feuille La Ferté-Macé* et *Notice explicative de la feuille de La Ferté-Macé*, Orléans, BRGM, 31 p.

DORÉ *et al*. 1987
Doré F., Dupret L., Le Gall J., Lebert A. avec la collaboration de Lutzler J.-M. - *Carte géologique de la France, feuille Villaines-la-Juhel* et *Notice explicative, Carte géologique de la France, feuille Villaines-la-Juhel*, Orléans, BRGM, 54 p.

DORNIC 1984
Dornic F. - *Le fer contre la forêt*, coll. De Mémoire d'homme : l'histoire, Rennes, Ouest-France, 255 p.

DROUET, HUCHER 1845
Drouet C., Hucher E. - Mosaïque de Mont-Saint-Jean, *Bulletin Monumental.*, 11, 2e série, 1 : 47-51.

DROUET, HUCHER 1856
Drouet C., Hucher E. - Notice sur la mosaïque de Roullé, à Mont-Saint-Jean (Sarthe), *in* : Hucher E. (dir.) - *Études sur l'histoire et les monuments du département de la Sarthe*, Le Mans : Monnoyer ; Paris : Didron, Dumoulin ; Oxford : Parker (rééd. 1896) : 239-243.

DUBOIS 2000
Dubois Cl. - Lercoul (Pyrénées ariégeoises). Un site sidérurgique du IIIe siècle de notre ère, *Gallia*, 57 : 53-62.

DUBOIS 2001
Dubois C. - L'impact métallurgique sur la forêt pyrénéenne : l'archéologie des charbonnières, *in* : *L'obtencio*… 2001 : 257-267.

DUBY 1969
Duby G. - *Guerriers et Paysans. VIIe-XIIe siècles. Premier essor de l'économie européenne*, Bibliothèques des histoires, Gallimard, Paris, 308 p.

DUFAŸ 1999
Dufaÿ B. - Les potiers, la terre et le terroir, *in* : Actes du Congrès de Fribourg, SFECAG, Marseille : 261-278.

DUFOUR 1990
Dufour J. - Un pays forestier : La Charnie, *BSASAS*, 657 : 135-149.

DUFOURNIER *et al.* 1984
Dufournier D., Bucur I., Goulpeau L., Langouët L., Naveau J. - La céramique à "œil de perdrix" et la production de la Hardelière à Laval (Mayenne), *Archéologie médiévale*, XIV : 169-179.

DUMASY 1994
Dumasy F. - La métallurgie du fer dans la cité des *Bituriges Cubi*, *in* : MANGIN 1994 : 213-222.

DUNIKOWSKI 1994
Dunikowski C. - Sénonais : entre l'Yonne, la Seine et la Vanne, *BSR Bourgogne* : 108.

DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1994
Dunikowski K., Cabboï S. - Les ateliers des Clérimois (Yonne) typologie des bas fourneaux et évolution, *in* : MANGIN 1994 : 101-112.

DUNIKOWSKI, CABBOÏ 1995
Dunikowski C., Cabboï S. - *La sidérurgie chez les Sénons : les ateliers celtiques et gallo-romains des Clérimois (Yonne)*, DAF, 51, Paris, MSH, 186 p.

DUNIKOWSKI *et al.* 1996
Dunikowski C., Leroy M., Merluzzo P., Ploquin A. - L'atelier de forge gallo-romain de Nailly (Yonne) : contribution à l'étude des déchets de production, *RAE*, 47 : 97-121

DUNIKOWSKI *et al*. 1998
Dunikowski C., Leroy M., Merluzzo P., Ploquin A. - Des déchets paléométallurgiques : quel indices pour une forge ?, *in* : NICOLINI, DIEUDONNÉ-GLAD 1998 : 145-152.

DUNIKOWSKI, CABBOÏ 2001
Dunikowski C., Cabboï S. - L'extraction du minerai de fer, la production du charbon de bois et la réduction du minerai de l'Âge du Fer, de la période romaine et du haut Moyen Âge dans les nord de la France (les exemples du site des Clérimois, département de l'Yonne et ensemble des sites de la Sarthe), *in* : *L'obtentiò*… 2001 : 189-210.

DUNIKOWSKI, SÉGUIER, CABBOÏ 2007
Dunikowski C., Séguier J.-M., Cabboï S. - La production du fer protohistorique au sud-est du Bassin Parisien, *in* : MILCENT : 279-289.

DUSANIČ 1977
Dusanič S. - Aspects of Roman mining in *Noricum*, *Pannonia*, *Dalmatia* and *Moesia Superior*, *ANRW*, 2, Principat, 6 : 52-93.

DUSANIČ 1989
Dusanič S. - The Roman mines of *Ylliricum* : organisation and impact on provincial life, *in* : DOMERGUE 1989 : 2, 148-156.

DUVAL 1990
Duval A. - L'Armorique du continent, *in* : *La Bretagne et l'Europe préhistoriques*, mémoire en hommage à P.-R. Giot, *RAO*, suppl. 2 : 279-286.

DUVAUCHELLE 2005
Duvauchelle A. - *Les outils en fer du Musée Romain d'Avenches*, Documents du Musée Romain d'Avenches, 11, 232 p.

DUVAUCHELLE, AGUSTONI 2002
Duvauchelle A., Agustoni C. - Coupe du fer : outils et gestes des forgerons d'hier et d'aujourd'hui, *Annuaire de la Société Suisse de Préhistoire et d'Archéologie*, 85 : 261-266.

DUVAUCHELLE, AGUSTONI 2004
Duvauchelle A., Agustoni C. - The contribution of modern blacksmiths to the study of roman iron working metal debris. The example of Châbles (Switzerland), *in* : *Archeaometallurgy*… 2004 vol. 1 : 119-130.

EARLY 2001
Early R. - Les origines du château de Mayenne. Apports archéologiques, *in* : Renoux A. (dir.) - *« Aux marches du palais ». Qu'est-ce qu'un palais médiéval*, actes du 7e congrès international d'archéologie médiévale, Le Mans-Mayenne, sept. 1999, Le Mans, LHAM, Université du Maine : 273-287.

ÉLIADE 1977
Éliade M. - *Forgerons et alchimistes*, coll. Idées et recherches, Flammarion, Paris, 188 p.

ÉRAUD *et al*. 1986
Éraud D., Guéguen A., Lambert C., Mare É., Naveau J., Pincemin J.-P., Rioufreyt J. - La voie romaine de Corseul au Mans et l'origine de Laval, *MAH*, 9 : 3-52.

ESCHENLOHR 2001
Eschenlohr L. - *Recherches archéologiques sur le district sidérurgique du Jura central suisse*, CAR, 88, Lausanne, 388 p.

ESCHENLOHR, SERNEELS 1991
Eschenlohr L., Serneels V. - *Les bas fourneaux mérovingiens de Boécourt, les Boulies (JU/Suisse)*, CAJ, 3, Porrentruy, 143 p.

ESCHENLOHR *et al*. 2007
Eschenlohr L. Friedli V., Robert-Charrue Linder C., Senn M. - *develier-courtételle, un habitat rural mérovingien, métallurgie du fer et mobilier métallique*, CAJ, 14, 355 p.

ESPELUND 1993
Espelund A. (dir.) - *Bloomery ironmaking during 2000 years*, Seminar in Budalen, 1991, 3 vol., NTH, Trondheim (Norvège).

ESPERANDIEU 1911
Espérandieu E. - *Recueil général des bas-reliefs, statues et bustes de la Gaule romaine*, Paris, Imprimerie Nationale, IV : 139, n°3001.

FABRE 2004
Fabre J.-M. - La forge d'épuration des Martys, *in* : MANGIN 2004 : 90-91.

FABRE, SABLAYROLLES, TOLLON 2001
Fabre J.-M., Sablayrolles R., Tollon F. - L'exploitation antique du fer dans le haut bassin de l'Arros (Hautes-Pyrénées). Données techniques, *in* : SABLAYROLLES 2001 : 119-139.

FABRE, COUSTURES 2005
Fabre J.-M., Coustures M.-P. - La recherche sur la sidérurgie antique en France. Chronique bibliographique 1985-2004, *Pallas*, 67 : 293-325.

FABRE, RIGAL 2007
Fabre J.-M., Rigal D. - Les vestiges d'ateliers sidérurgiques de l'âge du Fer sur les sites de l'autoroute A20 : Courcan (Cours, Lot), *in* : MILCENT 2007 : 125-132.

FAIVRE *et al.* 1995
Faivre A., Mangin M., Petit J.-P., Brunella P. et coll. - Recherches sur la carte de la sidérurgie ancienne du centre-est et du nord-est de la France, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 229-249.

FARCY, ANGOT 1904-1908
Farcy A. de., Angot A. - *Cartularium Sanctae Mariae de Rota (Notre-Dame de la Roë) Andegavensis diocesis… Tabulaque onomastica donatum a D. P. de Farcy*, Laval, 2 vol.

FELLMANN 1991
Fellmann R. - Die Zinktafel von Bern-Thormebodenwald und ihre Inschrift, *Archéologie Suisse*, 14, 4 : 270-273.

FERDIÈRE 1988
Ferdière A. - *Les campagnes en Gaule romaine*, Paris, Errance, 2 vol.

FERDIÈRE 1999
Ferdière A. - L'artisanat gallo-romain entre ville et campagne (histoire et archéologie) : position historique du problème, méthodologie, historiographie, *in* : POLFER 1999 : 9-24.

FERDIÈRE 2001
Ferdière A. - La "distance critique" : artisans et artisanat dans l'Antiquité romaine et en particulier en Gaule, *Les petits cahiers d'Anatole*, 1, 99130 signes, 07/02/2001, http://www.univ-tours.fr/lat/Pages/F2_1.pdf

FERDIÈRE 2003
Ferdière A. - La place du domaine foncier dans la production artisanale destinée au marché, *in* : LEPETZ, MATTERNE 2003 : 263-279.

FERDIÈRE 2004
Ferdière A. (dir.) - *Capitales éphémères*, Actes du colloque de Tours, 6-8 mars 2003, 25e supplément à la *RACF*, 500 p.

FERDIÈRE 2005a
Ferdière A. - *Les Gaules, IIe s. av. J.-C. – Ve s. ap. J.-C.*, coll. U, Armand Colin, Paris, 447 p.

FERDIÈRE 2005b
Ferdière A. - L'artisanat en Gaule romaine, *in* : Actes du Congrès de la SFECAG de Blois, 2005 : 7-14.

FERDIÈRE 2006
Ferdière A. - Les prospection au sol, *in* : Ferdière A. (dir.) - *La prospection*, coll. « Archéologiques », Errance, Paris, 2e éd. revue et augmentée : 21-96.

FERDIÈRE 2007/08
Ferdière A. - La place de l'artisanat en Gaule romaine du Centre, Nord-Ouest et Centre-Ouest (provinces de Lyonnaise et cités d'Aquitiane septentrionale), *RACF*, 45/46 (en ligne : http://racf.revues.org/index758.html)

FERDIÈRE 2008
Ferdière A. - Des maîtres de domaines investissent dans la manufacture : fundus et production artisanale en Gaule romaine, *Bulletin de liaison de l'association AGER*, 17 : 9-18.

FERDIÈRE à paraître
Ferdière A. - L'artisanat en Gaule romaine : organisation et place, *in* : *L'artisanat grec. Approchs méthodologiques et perspectives* (Athènes, 5-6 oct. 2007), Actes du Colloque HALMA/École Française d'Athènes, à paraître 2008.

FERDIÈRE, ZADORA-RIO 1986
Ferdière A., Zadora-Rio E. (dir.) - *La prospection archéologique, paysage et peuplement*, DAF, 3, Paris, MSH, 178 p.

FERDIÈRE, VILLARD 1993
Ferdière A., Villard A. - *La tombe augustéenne de Fléré-la-Rivière (Indre) et les sépultures aristocratiques de la cité des Bituriges*, , 7e supplément à la *RACF*, Saint-Marcel, Mémoire du Musée d'*Argentomagus*, 2, 316 p.

FEUGÈRE, SERNEELS 1998
Feugère M., Serneels V. (dir.) - *Recherches sur l'économie du fer en Méditerranée nord-occidentale*, Monographie *Instrumentum*, 4, Montagnac, Monique Mergoil, 216 p.

FEUGÈRE, GUSTIN 2000
Feugère M., Gustin M. (dir.) - *Iron, Blacksmiths and Tools. Ancient European Crafts*, Actes de la conférence *Instumentum* à Podsreda (Slovénie) en avril 1999, Monographie *Instrumentum*, 12, Montagnac, Monique Mergoil, 248 p.

FICHTL 2004
Fichtl S. - *Les peuples gaulois IIIe-Ier siècles av. J.-C.*, Errance, Paris, 180 p.

FINLEY 1973
Finley M. I. - *The Ancient Economy*, trad. franç. *L'économie antique*, Le Sens Commun, Paris, De Minuit, 1975, 242 p.

FINLEY 1979
Finley M. I. (dir.) - *The Bücher-Meyer Controversy*, Arno Press, New York, 97 p.

FLORANCE 1913
Florance E.-C. - Scories ferrugineuses très anciennes du Loir-et-Cher et particulièrement de la forêt de Boulogne, *Congrès Préhistorique de France*, 8 : 722-729.

FLOUEST 1995
Flouest J.-L. - Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire) centre d'activités métallurgiques du Ve siècle avant J.-C., *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 302-311.

FLOUEST 2007
Flouest J.-L. - Approches quantitatives de la production de fer sur le site hallstattien de Bragny-sur-Saône (Saône-et-Loire), *in* : MILCENT 2007 : 265-270.

FLUZIN 1983
Fluzin P. - Notions élémentaires de sidérurgie, *in* : Échard N. (dir.) - *Métallurgies Africaines. Nouvelles contributions*, Mémoires de la Société des Africanistes, 9 : 13-44.

FLUZIN 1994
Fluzin P. - Interprétation des études métallographiques des scories, *in* : MANGIN 1994 : 24-30.

FLUZIN 1999
Fluzin P. - Il processo siderurgico : evoluzione storica e indiza archeometrica, *in* : CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 1999 : 61-71.

FLUZIN 2001
Fluzin P. - Apport de l'archéométrie à la restitution de la chaîne opératoire en sidérurgie ; matériaux archéologiques et procédés. Études métallographiques, *in* : *L'obtentiò*… 2001 : 335-365.

FLUZIN *et al.* 1995
Fluzin P., Benoît P., Kiénon H.-T., Kiéthéga J.-B., El Kédim O. - Apports de l'archéométrie à la restitution de la chaîne opératoire des procédés directs à partir des vestiges archéologiques : intérêts des comparaisons éthnoarchéologiques, *in* : MAGNUSSON 1995 : 56-64.

FLUZIN, LECLÈRE 1998
Fluzin P., Leclère D. - Étude de l'interprétation des scories sidérurgiques à partir d'investigations métallographiques, *in* : NICOLINI, DIEUDONNÉ-GLAD 1998 : 135-144.

FLUZIN, PLOQUIN, SERNEELS 2000
Fluzin Ph., Ploquin A., Serneels V. - Archéométrie des déchets de production sidérurgique, Moyens et méthodes d'identification des différents éléments de la chaîne opératoire directe, *Gallia*, 57 : 101-121.

FLUZIN *et al*. 2001
Fluzin P., Serneels V., Huysecom É., Benoît P., Kienon H.T. - Reconstitution of operating chain in Paleo-iron and steels metallurgy from the archaeological remains : comparative studies with the African ethnoarchaology, *in* : Beyries S., Pétrequin P. (dir.) - *Ethnoarchaeology and its transfer*, Bournemouth, BAR International series, 983 : 113-122.

FLUZIN, PLOQUIN, DABOSI 2004
Fluzin P., Ploquin A., Dabosi F. - Approches métallurgiques et archéométriques, *in* : MANGIN 2004 : 113-174.

FORRIÈRES, PETIT, SCHAUB 1987
Forrières C., Petit J.-P., Schaub J. - *Étude de la métallurgie du fer du vicus gallo-romain de Bliesbruck (Moselle)*, Notes et monographies techniques, 22, Paris, CNRS, 125 p.

FORRIÈRES, PETIT, SCHAUB 1989
Forrières C., Petit J.-P., Schaub J. - Une métallurgie artisanale dans le *vicus* gallo-romain de Bliesbruck (Moselle), *Archéologia Mosellana*, 1 : 67-87.

FOURNIER, MILCENT 2007
Fournier L., Milcent P.-Y. - Actualité des recherches sur l'économie du fer protohistorique dans la Région Centre, *in* : MILCENT 2007 : 85-105.

FREI-STOLBA 2004
Frei-Stolba R. - Nyon / *Colonia Iulia Equestris* - *Nouiodunum* (Suisse), *in* : FERDIÈRE 2004 : 463-466.

GALINIÉ 2000
Galinié H. - *Ville, espace urbain et archéologie*, Tours, Maison des Sciences de la Ville, de l'Urbanisme et des Paysages, Université de Tours.

GALINIÉ 2007
Galinié H. (dir.) - *Tours antique et médiéval, lieux de vie, temps de la ville, 40 ans d'archéologie urbaine*, 30e suppl. à la *RACF*, n° spéciale de la collection *recheches sur Tours*, 440 p. + 1 CD-Rom.

GALLIEN, LANGLOIS 2001
Gallien V., Langlois J.-Y. - Les mines de fer du nord de la Sarthe, bilan des fouilles sur l'A28, *Archéopages*, 5 : 12-19.

GARCÍA-BELLIDO 2000
García-Bellido M. P. - Lingots estampillés en Espagne avec des marques de légions et d'Agrippa, *in* : Le Bohec Y., Wolff C. (dir.) - *Les légions de Rome sous le Haut-Empire*, Actes du congrès de Lyon, 17-19 septembre 1998, Collection du Centre d'Études Romaines et Gallo-Romaines, 20, Université Jean-Moulin Lyon 3, De Boccard, Paris, vol. 2 : 685-698.

GARCÍA-BELLIDO, PETAC 1998
García-Bellido M. P., Petac E. - Contramarcas y sellos de la legio X en Hispania y en Moesia o Renania, *Archivo español de arqueologia*, 71, n° 177-178 : 257-284.

GARCIA, MEEKS 1997
Garcia D. et Meeks D. (dir.) - *Techniques et économie antique et médiévale. Le temps de l'innovation*, Actes du colloque international du CNRS, Aix-en-Provence, 21-23 mai 1996, Paris, CNRS, 239 p.

GIAZZON, LEPAUMIER 2006
Giazzon D., Lepaumier H. - Orval, Les pleines, BSR Basse Normandie : 99-102.

GILLE 1968
Gille B. - L'organisation de la production du fer au Moyen Âge, *Revue d'histoire de la sidérurgie*, IX : 92-121.

GOMER 1935
Gomer V. - *Historique de St. Denis d'Orques*, manuscrit, inédit.

GOUDARD 1936
Goudard A. - Note sur l'exploitation des gisements de scories de fer dans le département de l'Yonne, *Bulletin de la Société Archéologique de Sens*, 38 : 151-182.

GOUDINEAU 2000
Goudineau C. - Gaul, *in* : Bowman A. K., Garnsey P., Rathbone D. - *The Cambridge Ancient History, vol. XI, The High Empire A.D. 70-192*, second edition, Cambridge Univesity Press, Cambridge : 462-495.

GOUIN 1966
Gouin ?. - *Synthèse des connaissances sur les minerais de fer des régions économiques de Bretagne et Pays de la Loire*, Bain-de-Bretagne, BRGM, 12 p.

GOUSTARD *et al*. 1998
Goustard V., Leroy M., Serneels V., Daveau I. - "Saint-Maurice Moncouronne, Le Marais (Essonne, France)", la production sidérurgiques en contexte d'habitat au VIIIe-XIIe s., l'apport des fouilles récentes en France et en Suisse, *in* : BECK 1998 : 139-143.

GRANCIÈRE 1913
Grandière A. de la - Les « Ferriers » ou amas anciens de scories de fer dans le Morbihan, extrait de la *Revue Morbihannaise*, mai 1913, 7 p.

GRENIER 1934
Grenier A. - La vie industrielle dans la Gaule romaine : les ouvriers et les mines, *in* : Grenier A. - *Manuel d'archéologie gallo-romaine*, tome V, 2e partie, fasc. 2, chap XXII : 942-1024.

GRENIER 1937
Grenier A. - La Gaule romaine, *in* : Franck T. (dir.) - *An Economic Survey of Ancient Rome,* Pageant Books, Patterson, New Jersey (édition 1959), vol. 3 : 379-664.

GUÉGUEN 1985
Guéguen A. - Erve et Treulon. Chemins et naissances paysagères en Mayenne, *MAH*, 8 : 31-50.

GUÉGUEN 1986
Guéguen A. - Approches du paysage antique, première partie : voies et anthroponymie de l'époque gallo-romaine, *MAH*, 9 : 53-99.

GUILLER 1882
Guiller L. M. F. - *Recherches sur Changé-lès-Laval*, Laval, S. Chailland, 2 vol. 664 et 454 p.

GUILLIER 1886
Guillier A. - *Géologie du département de la Sarthe*, E. Monnoyer, Le Mans, Comptoir géologique, Paris, 430 p.

GUILLIER 1995
Guillier G. - Un aspect méconnu de la céramique du Haut-Empire : la vaiselle modelée, l'exemple du Mans (Sarthe), SFECAG, Actes du Congrès de Rouen : 217-234.

GUILLIER 1997
Guillier G. - La production céramique du Haut-Empire de l'officine rurale de la Bosse (Sarthe), SFECAG, Actes du congrès du Mans : 239-254.

GUILLIER *et al*. 2003
Guillier G., Thooris C., Cantin N., Huet N. - Un atelier de potiers des XI-XIIe s. : le site de Fyé « Les Grands Prés » (Sarthe), *RAO*, 20 : 191-210.

GUILLAUMET 1996
Guillaumet J.-P. - *L'artisanat chez les Gaulois*, coll. Des hespérides, Errance, Paris, 127 p.

GUILLAUMET 2003
Guillaumet J.-P. - *Paléomanufacture métallique. Méthodes d'étude*, coll. Vestigia, 160 p.

GUIOLLARD 1993
Guiollard P.-C. - *Les mines d'or et d'argent de Rouez,* Fichous, Arzacq, 125 p.

GUYARD 1991
Guyard G. - *Rapport de prospections concernant les communes de Saint-Pierre-sur-Erve, Saulges et Thorigné*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

HALLÉGUEN 1861
Halléguen M. - Note sur les scories de fer de forges gauloises des environs de Châteaulin (Finistère), *Académie des sciences (France). Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, 53 : 913.

HAMON-JUIGNET 1972
Hamon-Juignet M. - *Le cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de la Roë, édition critique*, Thèse Ecole des chartes, Paris, 1972.

HAUSTEIN *et al*. 2003
Haustein M., Roewer G., Krbetschek M.R., Pernicka E. - Dating archaeometallurgical slags using thermoluminescence, *Archaeometry*, 45, 3 : 519-530.

HEDGES, SALTER 1979
Hedges R.E.M., Salter C. - Source determination of iron currency bars through analysis of the slag inclusions, *Archaeometry*, 21, 2 : 161-175.

HÉDIN 1882
Hédin M. - *Fresnay et ses environs. Statistique géologique et minéralogique du canton*, Pellechat et Drouin, Le Mans.

HÉDIN 1913-1914
Hédin M. - Les vieilles forges de la Sarthe, *BSASAS*, 1913-1914 : 281-328.

HERBAUT 1991
Herbaut C. - À propos de certaines dotations de monastères, aux XIIe et XIIIe siècles, par les seigneurs de la région de Châteaubriant (Loire-Atlantique), *in* : BENOÎT, CAILLEAUX 1991 : 59-71.

HERRENSCHMIDT 1900
Herrenschmidt H. - *Sur l'existence de quelques minerais dans le département de la Mayenne*, Laval, A. Goupil, 15 p.

HEURTEAU 1907
Heurteau C.-E. - Note sur le minerai de fer silurien de Basse-Normandie, *Annales des Mines*, 10e série, 11 : 613-668.

HILLAIRET 1998
Hillairet J.-L. - *L'artisanat antique à Saintes*, Recherches archéologiques en Saintonge, Société d'Archéologie et d'Historie de la Charente-Maritime, Saintes, 175 p.

HODGKINSON 1999
Hodgkinson J. S. - Romano-British iron production in the Sussex and Kent Weald: a review of current data, *Historical Metallurgy*, 33/2 : 68-72.

HONORÉ, LÉON, ROUDIÉ 2007
Honoré D., Léon G., Roudié N. - Deux sites de réduction et de forge de l'âge du Fer en Normandie, *in* : MILCENT 2007 : 117-124.

HØST-MADSEN, BUCWALD 1999
Høst-Madsen L., Buchwald V. F. - The charachterization and provenancing of ore, slag and iron from Iron Age settlement at Snorup, *Historical Metallurgy*, 33/2 : 57-66.

HUA JUE-MING 1993
Hua Jue-Ming - Les Moulages à métaux ferreux dans l'ancienne Chine, *Pour la Science*, mars 1993 : 66-73.

HUBERT 1956
Hubert G. - Le livre de Marie d'Espagne (recherches sur l'habitat rural à partir d'un recueil de droits seigneuriaux, Domfrontais), *Le Pays bas-normand*, 49e année : 2-124.

HUBERT 1960
Hubert G. - Voies antiques. Les relations entre Jublains et Vieux, *Annales de Normandie*, 10e année, 1 : 3-24 ; 3 : 171-190. + notes de G. Grandin (191-196).

HUBERT 2000
Hubert M. - *Activités artisanales anciennes aux Oyères et ses environs, à Aron*, dactylographié, inédit.

HUBERT 2005
Hubert M. - La métallurgie ancienne en Mayenne : recherche autour de La Gravelle, *MAH*, 28 : 290-311.

HUCHER 1873-1874
Hucher E. - Statuette gauloise découverte à Roullé, commune de Mont-Saint-Jean (Sarthe), *B.S.A.S.A.S.*, 22 (2e série, 14) : 755-763.

HURE 1919
Hure A. - Origine et formation du fer dans le sénonais, ses exploitations et ses fonderies dans l'Yonne, *Bulletin de la Société des Sciences Historiques et Naturelles de l'Yonne*, 72 : 33-106 (réédité sous forme d'un tiré à part en 1933 et paginé 1 à 74).

HUYSECOM, AGUSTONI, GODEL 1996
Huysecom E., Agustoni B., Godel A. - *Inagina : l'utlime maison du fer*, vidéo, Télévision Suisse Romande, 52 min.

HYVERT 1911
Hyvert G. - *Notules sur le district cupro-argentifère et les mines d'or de Missegre (dans les Corbières)*, E. de Roudière, Carcassonne, 26 p.

JACOB 1984
Jacob J.-P. - Réflexion sur le choix du lieu d'implantation des ateliers de potiers gallo-romains, *in* : Walter H. (dir.) - *Hommages à L. Lerat*, ALUB, 294, CRHA, 55, Les Belles Lettres, Paris : I, 349-360.

JACOB, MANGIN 1990
Jacob J.-P., Mangin M. (dir.) - *De la mine à la forge en Franche-Comté des origines au XIXe siècle*, ALUB, 410, Les Belles Lettres, Paris, 313 p.

JACQUES, SCHEID 1990
Jacques F., Scheid J. - *Rome et l'intégration de l'Empire 44 av. J.-C.-260 ap. J.-C., tome 1 : les structures de l'Empire romain*, Nouvelle Clio, PUF, Paris, 6e éd. 2002, 412 p.

JAMES 1988
James S. - The *fabricae* : state arms factories of the Later Roman Empire, *in* : Coulston J. C. (dir.) - *Military Equipment and the Identity of Roman Soldiers*, proceedings of the Fourth Roman Military Equipment Conference, BAR, International Series, 394 : 257-331.

JANIN, CHARDENON 1998
Jantin T., Chardenon N. - Les premiers objets en fer en Languedoc ocidental et en Roussillon (VIIIe-VIe s. av. n. ère) : types, chronologie, origine, *in* : FEUGÈRE, SERNEELS 1998 : 56-64.

JARRIER *et al.* 1997
Jarrier C., Andrieux P., Domergue C., Pieraggi B., Ploquin A., Tollon F. - Élaboration du fer par réduction directe : essais de reproduction des procédés antiques, *Revue de métallurgie. CIT/Science et génie des matériaux*, 5 : 691-704.

JOLY 1954
Joly V. - Le minerai de fer au pays d'Ouches. La récupération des scories, *Le Pays d'Argentan*, 92 : 88-89.

JOSEPH 1982
Joseph P. - *Le minerai de fer oolithique ordovicien du massif Armoricain : sédimentologie et pléogéographie*, thèse de doctorat de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris, 325 p.

JOUBERT 1883
Joubert A. - Histoire de Saint-Denis-d'Anjou (première partie), *BCHAM*, 1ère série, 3, 1882-1883 : 201-280.

JOUBERT 1900
Joubert A. - *Histoire de Ménil*, Laval, rééd. Siloë, Laval, 1999.

JUIGNET, LEBERT, LE GALL 1984
Juignet P., Lebert A., Le Gall J. - *Notie explicative de la feuille Fresany-sur-Sarthe à 1/50 000 (287)*, BRGM, Orléans, 56 p.

JUIGNET *et al*. 1989
Juignet P., Lebert A., Le Gall J., Mary G. - *Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Beaumont-sur-Sarthe (287)* et *Notice explicative, Carte géologique de la France (1/50 000), feuille Beaumont-sur-Sarthe (287)*, Orléans, BRGM, 63 p.

JULLIAN 1920-1926
Jullian C. - *Histoire de la Gaule*, Hachette, Paris, 5 tomes.

KERLEROUX 1956
Kerleroux A - Ancienne exploitation du fer dans le Berry, *Techniques et Civilisations*, 5 : 68-76.

KNAU, HORSTMANN, SÖNNECKEN 1998
Knau L., Horstmann D., Sönnecken M. - La production de fonte dans la haute vallée de la Volme : contribution à l'histoire de la sidérurgie, *in* : BECK 1998 : 152-159.

KNAU, BEIER, SÖNNECKEN 2000
Knau L., Beier T., Sönnecken M. - Iron and steel in Siegerland and Sauerland. From the direct to the indirect process, *in* : CUCINI-TIZZONI, TIZZONI 2000 : 133-137.

LACROIX 1957
Lacroix B. Abbé - *Les thermes d'un centre sidérurgique du IIe siècle à "Haut-le-Pied", lieu-dit de la commune de Joigny – Yonne, Essai de solution de quelques problèmes archéologiques*, chez l'auteur, Domecy-sur-Cure, 37 p.

LAMBERT 1865
Lambert E. - Recherches de voies romaines autour de Jublains, *Bulletin de la Société d'Archéologie, Sciences, Arts et Belles-Lettres de la Mayenne* : 117-130 + 9 pl.

LAMBERT, RIOUFREYT 1976
Lambert C., Rioufreyt J. - Des enceintes protohistoriques aux sanctuaires gallo-romains, *BCHAM*, 41-42 : 3-60.

LAMBERT, RIOUFREYT 1981a
Lambert C., Rioufreyt J. - Jalons pour une frontière des Cénomans et des Diablintes, *Caesarodunum*, 16 : 123-173.

LAMBERT, RIOUFREYT 1981b
Lambert C., Rioufreyt J. - L'habitat rural antique dans le Maine et la photographie aérienne, *MAH*, 3 : 33-98.

LAMBERT, RIOUFREYT 1981c
Lambert C., Rioufreyt J. - Habitats indigènes, *villas* gallo-romaines et structures agraires antique dans le Maine, *in* : Chevallier R. (dir.) - *La* villa *gallo-romaine dans les provinces du nord-ouest*, Actes du colloque tenu à Paris 23-24 mai 1984, *Caesarodunum*, 17 : 148-152.

LAMBERT, RIOUFREYT 1985
Lambert C., Rioufreyt J. - Les frontières des Cénomans et des Diablintes, *BSASAS*, 608 : 13-58.

LAMBERT, RIOUFREYT 1986
Lambert C., Rioufreyt J. - Villas et sanctuaire du Maine, *Dossiers Histoire et Archéologie*, 106 : 46-53.

LANDES, BORDELOUP 1985
Landes C., Bordeloup J.-M. - Recherches récentes sur la métallurgie antique de la forêt d'Allogny (Cher), *Bulletin du Groupe de Recherches Archéologiques et Historiques de Sologne*, 7, 2-3 : 41-52.

LANGLOIS 2005
Langlois J.-Y. - *St-Evroult-de-Monfort (Orne), « Le Buisson »*, Rapport final d'opération, DRAC/SRA de Basse-Normandie, INRAP Grand-Ouest, Caen, np.

LANGLOIS, GUILLIER 1998
Langlois J.-Y., Guillier G. - Mines de fer, *L'Archéologue, archéologie nouvelle*, 36 : 26-27.

LARCHER 1994
Larcher G. - La zone sidérurgique de la forêt de Paimpont, Ille-et-Vilaine, *in* : MANGIN 1994 : 113-120.

LAROCHE 1972
Laroche H. de - Revue sommaire de quelques diagrammes chimico-minéralogiques pour l'étude des associations ignées ou sédimentaires et de leurs dérivés métamorphiques, *Sciences de la Terre*, 17, 162 : 31-46.

LA SICOTIÈRE 1841
La Sicotière L. de - *Excursions dans le Maine*, Richelet, Le Mans, 120 p.

LAURAIN 1926-1927
Laurain E. - Notes pour servir à l'histoire de l'exploitation du Minerai de fer dans le Bas-Maine, *Bulletin de Mayenne-Science*, 1926-1927 : 107-143.

LAURAIN 1938
Laurain E. - Nouveaux documents pour servir à l'histoire de l'exploitation du Minerai de fer dans le Bas-Maine, *Bulletin de Mayenne-Science*, 1938 : 77-86.

LAURENT 1993
Laurent H. - Recherches récentes sur la sidérurgie en Franche-Comté (France), avant l'avénement du haut fourneau : la zone de Berthelange, *Minaria Helvetica*, 13b : 91-99.

LAÜT 1994
Laût L. - *L'espace rural antique autour d'*Argentomagus *(Indre). Approches d'une région agricole et métallurgique*, Thèse de doctorat de l'université de Paris I-Panthéon-Sorbonne, vol. 1, 371 p., vol. 2, np.

LAÜT 2007
Laüt L. - Caractérisation des sites antiques dans les forêts du Berry et du Bourbonnais, *in* : Dupouey J.-J., Dambrine E., Dardignac C., Georges-Leroy M. - *Mémoire des forêts*, actes du colloque « Forêt, Archéologie et environnement », 14-16 décembre 20004, ONF, INRA, DRAC Lorraine : 99-108.

LAUZANNE 1983
Lauzanne S. - L'apport des cartulaires à l'histoire des mines, des carrières et de la métallurgie dans la France du nord-est, *in* : BENOÎT, BRAUNSTEIN 1983 : 17-30.

LEBEUF 1739
Lebeuf abbé. - *Dissertation sur l'histoire ecclésiastique et civile de Paris, suivies de plusieurs éclaircissements sur l'histoire de France*. 3 vol., Paris, Lambert et Durand, 1739-1743.

LEBLANC 1997
Leblanc J.-C. - Caractérisation d'une activité spécialisée : des forgerons-charrons au premier siècle après J.-C. (Cité Judiciaire, Bordeaux), *Pallas*, 46 : 251-263.

LEBLANC 2001
Leblanc J.-C. - Archéométrie des battitures de forge. L'identification des travaux de post-réduction – de l'épuration au traitement fonctionnel de l'objet -, *in* : *L'obtenciò*… 2001 : 366-379.

LEBLANC 2002
Leblanc J.-C. - *Sur l'identification de la chaîne opératoire de forgeage du fer antique, associée à l'archéométrie des battitures*, Thèse dactylographié, Université Paul-Sabatier, Toulouse III, 2 vol.

LECLÈRE 1913-1914
Leclère A. - Les minerais de fer du Maine, *BSASAS*, 1913-1914 : 69-73.

LEDRU 1911
Ledru A. - *Répertoire des monuments et objets préhistoriques gallo-romains, mérovingiens et carolingiens existant ou trouvés dans les départements de la Sarthe et de la Mayenne*, Archives historiques du Maine, 11, Le Mans, Marseille, La Fitte reprints, 1981, 431 p.

LEFÈVRE 1990
Lefèvre M.-C. - L'exploitation du minerai de fer à La Ferrière-aux-Étangs du Moyen Âge à nos jours, *in* : Woronoff D. (dir.) - *L'homme est l'industrie en Normandie du Néolithique à nos jours*, Actes du congrès des sociétés historiques et archéologiques de Normandie, SHAO, Alençon : 266-274.

LE FIZELIER 1878
Le Fizelier J. - *Arvii* et Diablintes, *Congrès archéologique de France*, 45e session, Le Mans et Laval : 555-590.

LE FIZELIER s.d.a
Le Fizelier J. - *Archéologie du Bas-Maine*, manuscrit, inédit, BM Laval, n°10.977.

LE FIZELIER s.d.b
Le Fizelier J. - *Histoire par commune*, 4 vol., manuscrit, inédit, BM Laval, n°10.973.

LE GALL, MAURIZOT 1998
Le Gall J, Maurizot P. - *Notice explicative de la carte géologique au 1/50 000 n°321, feuille de Sillé-le-Guillaume*, Orléans, BRGM, 123 p.

LEGUICHEUX 1877
Leguicheux A. - *Chroniques de Fresnay, Assé-le-Boisne, Douillet, Montreuil-le-Chétif, Saint-Aubin-de-Locquenay, Saint-Georges-le-Gaultier, Saint-Léonard-des-Bois, Saint-Ouen-de-Mimbré, Saint-Paul-le-Gaultier, Saint-Victeur*, Le Guicheux-Gallienne, Le Mans (réédité sous le titre *Fresnay et ses environs*, Res Universis, 1990) 535 p.

LEMÉNOREL 1982
Leménorel A. - Minerai de fer et sidérurgie en Basse-Normandie, dans la Mayenne et la Sarthe, de 1835 à 1914, *Annales de Normandie,* 32e année, 1 : 21-42 et 2 : 121-152.

LEPETZ, MATTERNE 2003
Lepetz S., Matterne V. (dir.) - *Cultivateurs, éleveurs et artisans dans les campagnes de Gaule romaine matières premières et produits transformés*, Actes du VIe colloque de l'association AGER tenu à Compiègne (Oise) du 5 au 7 juin 2002, *RAP* (2003), 1/2, 369 p.

LE QUELLEC en cours
Le Quellec V. - *La métallurgie du fer ancienne dans le Finistère*, thèse de docotorat en cours, Université de Poitiers.

LEROUX *et al*. 1999
Leroux G., Gautier M., Meuret J.-C., Menez Y. - *Enclos gaulois et gallo-romains en Armorique*, DAO, 335 p.

LE ROUX 2004
Le Roux P. - La romanisation en question, *Annales HSS*, 2 : 287-311.

LEROY 1996
Leroy M. - La métallurgie du fer sur le site fortifié gallo-romain de La Bure (Vosges), *Bulletin de la Société Philomatique Vosgienne*, XCVIII : 9-24.

LEROY 1997
Leroy M. - *La sidérurgie en Lorraine avant le haut-fourneau. L'utilisation du minerai de fer oolithique en réduction directe*, Monographie du CRA, 18, Paris, CNRS, 305 p.

LEROY 2001
Leroy M. - La production sidérurgique en Gaule : changements et mutations perceptibles entre le Haut Empire et les débuts du haut Moyen Âge, *in* : POLFER 2001a : 79-95.

LEROY, FORRIÈRES, PLOQUIN 1990
Leroy M., Forrières C., Ploquin A. - Un site de production sidérurgique du haut Moyen Âge en Lorraine (Ludres, Meurthe-et-Moselle). Études des conditions de réduction du minerai lorrain, *Archéologie Médiévale*, 20 : 141-179.

LEROY *et al*. 1990
Leroy M., Forrières C., Girard G., Ploquin A. - Contribution à l'étude de la sidérurgie antique : un atelier en milieu urbain à Metz (Arsenal Nay), *RAE*, 41 : 289-300.

LEROY, CASAROTTO, MERLUZZO 1994
Leroy M., Casarotto J.-T., Merluzzo P. - La sidérurgie ancienne en Lorraine et les conditions de l'utilisation du minerai oolithique lorrain en réduction directe. L'exemple de l'atelier de Frouard (V^e^-VIe s.), *in* : MANGIN 1994 : 41-56.

LEROY, PLOQUIN 1994
Leroy M., Ploquin A. - Approche archéométrique de la proto-industrie du fer : Les conditions de réduction des minerais de fer de Lorraine et la chaîne opératoire dans la sidérurgie antérieure à l'apparition du haut-fourneau, *Revue d'Archéométrie*, 18 : 53-64.

LEROY, CASAROTTO 1995
Leroy M., Casarotto J.-T. - "Minette" et "fer fort" : une nouvelle approche de l'histoire de la sidérurgie ancienne en Lorraine, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 249-262.

LEROY, MERLUZZO 1998
Leroy M., Merluzzo P. - Les ateliers sidérurgiques médiévaux de Saint-Dizier (Haute-Marne), *Bulletin de la Société Archéologique Champenoise*, 91, 4, 126 p.

LEROY *et al*. 2000
Leroy M., Merluzzo P., Fluzin P., Leclère D., Aubert M., Ploquin A. - La restitution des savoir-faire pour comprendre un procédé technique : l'apport de l'expérimentation en archéologie du fer, *in* : PÉTREQUIN *et al*. 2000 : 37-51.

LEROY, MERLUZZO 2004
Leroy M., Merluzzo P. - La réduction : du minerai au métal, *in* : MANGIN 2004 : 49-80.

LETHO DUCLOS 2005
Letho Duclos Y. - *Meslay-du-Maine, La Maison de Paille*, rapport de diagnostic archéologique, INRAP, SRA Pays de la Loire, n. p.

LEVEAU 1983
Leveau P. - La ville antique, « ville de consommation » ? Parasitisme social et économie antique, *Études rurales*, 89-90-91 : 275-289.

LEVEAU 1985
Leveau Ph. (dir.) - *L'origine des richesses dépensées dans la ville antique*, actes du colloque organisé à Aix-en-Provence par l'UER d'Histoire, les 11 et 12 mai, Aix-en-Provence, 285 p.

L'HÉRITIER, DILLMANN, BENOÎT 2003
L'Héritier M., Dillmann P., Benoît P. - Analyse métalloghraphique de fers à cheval médiévaux. Mise en forme et origine du métal, *Revue d'Archéométrie*, 27 : 193-206.

L'HÉRITIER, DILLMANN, BENOÎT 2005
L'Héritier M., Dillmann P., Benoît P. - Premiers résultats métallographiques sur les fers de construction de la cathédrale Notre-Dame de Rouen, *in* : *Les arts du feu en Normandie*, Actes du 39e Congrès des Sociétés Historiques et Archéologiques de Normandie Eu (Seine-Maritime), 21-24 octobre 2004 : 321-348.

L'HÉRITIER *et al*. 2005
L'Héritier M., Juhin A., Dillmann P., Aranda R., Benoît P. - Utilisation des alliages ferreux dans la construction monumentale du Moyen Âge. État des lieux de l'avancée des études métallographiques et archéométriques, *Revue d'Archéométrie*, 29 : 117-132.

LIGER 1895
Liger F. - Les Coriosolites, Reginae, Fano-Martis et Coriallo, *BCHAM*, 2e série, 8 : 161-186 ; 10 : 13-36 et 187-210 ; 11 : 149-167.

LIGER 1903
Liger F. - *La Cénomanie romaine. Ses limites ; sa capitale ; ses villes mortes ; ses bourgs et villages ; ses voies antiques*, Le Mans, Champion et Chéronnet, Paris, De Saint Denis.

LONG, RICO, DOMERGUE 2002
Long L., Rico C., Domergue C. - Les épaves antiques de Camargue et le commerce maritime du fer en Méditerranée nord-ocidentale (Ier siècle av. J.-C. - Ier s. ap. J.-C.), *in* : Khanoussi M., Ruggeri P., Vizmara C. (dir.) - *L'Africa romana*. *Lo Spazio marittimo dela Maditerraneo occidentale : geografia storica ed economica*, Atti del XIV convenio di studi, Sassari, 7-10 dic. 2000, Carocci, rome : 161-188.

LONGNON 1889
Longnon A. - *Atlas historique de la France depuis César jusqu'à nos jours*, Hachette, Paris, 1885-1889.

LONGNON 1892
Longnon A. - Le nom de lieu gaulois Ewiranda, *RA*, 3e série, 20, 2 : 281-287.

LORIDANT 2002
Loridant F. - Pour une approche spatio-temporelle de l'artisanat antique à Bavay, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 121-131.

LUIK 2002
Luik M. - Kunsthandwerkliche Produktion im römischen Trier (Abb. 1), *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 139-150.

MAC DONNEL 1991
Mac Donnel J.-G. - A Model for the Formation of Smithing Slags, *in* : BIELENIN 1991 : 23-26.

MAGIORANI 2000
Magiorani L. - Prospection archéologique : vestiges de métallurgie ancienne dans la forêt de Boulogne (Loir-et-Cher), *Bulletin du Groupe de Recherches Archéologiques et Historiques de Sologne*, 22, 1 : 1-18.

MAGNUSSON 1995
Magnusson G. - *The importance of Ironmaking. Technical Innovation and Social Change*, Papers presented at The Norberg Conference on May 8-13 1995, 2 vol., Jerkontorets Bergshistoriska Utskott, Stockolhm, H58 (1995) et H62 (1996).

MAILLOT 1969
Maillot R. - *Les Synclinaux ferrifères de Domfront et de La Ferrière-aux-Étangs (Basse-Normandie)*, Bulletin du BRGM, 2e série, section II : géologie appliquée, 120 p.

MALIGORNE 2006
Maligorne Y. - *L'architecture romaine dans l'ouest de la Gaule*, coll. Archéologie Culture, PUR, 229 p.

MANDY, SAULCE 2003
Mandy B., Saulce A. de (dir.) - *Les marges de l'Armorique à l'Âge du Fer. Archéologie et Histoire : culture matérielle et sources écrites*, Actes du XXIIIe colloque de l'AFEAF (Nantes, 1999), *RAO*, suppl. 10, 418 p.

MANGIN 1981
Mangin M. - *Un quartier de commerçants et d'artisans d'Alésia. Contribution à l'histoire de l'habitat urbain en Gaule*, Paris, Les Belles Lettres, 2 vol.

MANGIN 1982
Mangin M. - Caractères et fonctions de la métallurgie du fer à Alésia, *in* : *Mines*… 1982 : 237-258.

MANGIN 1983
Mangin M. - Le travail du fer et son rôle dans la naissance et le développement d'Alésia, *OFFA*, 40 : 85-99.

MANGIN 1988
Mangin M. - Les mines et la métallurgie du fer en Gaule romaine : travaux et recherches, *Latomus*, 47, 1 : 74-89.

MANGIN 1989
Mangin M. - *Damnare in metallum* ou le problème des techniques dans l'Antiquité grecque et romaine*, in* : Kintz J.-P. (dir.) - *Innovations et renouveaux techniques de l'antiquité à nos jours*, Actes du Colloque international de Mulhouse, septembre 1987, Association Interuniversitaire de l'Est, XXIV : 53-65.

MANGIN 1991
Mangin M. - La sidérurgie ancienne dans l'est de la France : recherche en cours (1981-1989), *in* : BIELENIN 1991 : 59-66.

MANGIN 1993
Mangin M. - Les rapports sociaux de production d'un type original de groupement : le village de mineurs gallo-romain, *in* : Mactoux M.-M. Gény É. - *Mélanges P. Levêque, 7, Anthropologie et société*, ALUB, 491, Centre de recherche d'histoire ancienne (series), 121, Les Belles Lettres, Paris : 227-244.

MANGIN 1994
Mangin M. (dir.) - *La sidérurgie ancienne de l'Est de la France dans son contexte européen, archéologie et archéométrie*, Actes du colloque de Besançon, 10-13 novembre 1993, ALUB, 536, série Archéologie, 40, Paris, Les Belles Lettres, 424 p.

MANGIN 1996a
Mangin M. - La métallurgique du fer en Gaule (Tène finale et époque romaine) : recherches récentes en archéologie et archéométrie, *RAE*, 47 : 179-191.

MANGIN 1996b
Mangin M. - Artisanat, économie et société dans les Gaules de l'est à l'époque romaine, *in* : *Actes du colloque de la SFECAG de Dijon*, Marseille : 7-14.

MANGIN 2000
Mangin M. - Vie rurale et artisanat du fer dans les campagnes d'Alésia (Haut-Auxois - Côte d'Or), *in* : FEUGÈRE, GUSTIN 2000 : 7-13.

MANGIN 2004
Mangin M. (dir.) - *Le fer*, coll. « Archéologiques », Paris, Errance, 239 p.

MANGIN, JACQUET, JACOB 1986
Mangin M., Jacquet B., Jacob J.-P. - *Les agglomérations secondaires en Franche-Comté romaine*, ALUB, 337, Les Belles Lettres, Paris, 257 p.

MANGIN *et al.* 1992
Mangin M., Keesmann I., Birke W., Ploquin A. - *Mines et métallurgie chez les Éduens, le district sidérurgique antique et médiéval du Morvan-Auxois*, ALUB, 456, Série « Archéologie », 38, Paris, Les Belles Lettres, 364p.

MANGIN *et al.* 2000a
Mangin M., Fluzin Ph., Courtadon J.-L., Fontaine M.-J. - *Forgerons et paysans des campagnes d'Alésia (Haut-Auxois, Côte-d'Or) Ier siècle avant-VIIIe siècle après J.-C.*, Monographie du CRA, 22, Paris, CNRS, 508 p. + cartes hors textes.

MANGIN *et al*. 2000b
Mangin M., Courtadon J.-L., Fluzin Ph., de Laclos E. - *Village, forges et parcellaire aux sources de la Seine, l'agglomération antique de Blessey-Salmaise (Côte d'Or)*, Annales littéraires de l'Université de Franche-Comté, 699, série « Environnement, Société, Archéologie », 1, Presses Universitaires franc-comtoises, 517 p.

MARCOUX, MARGUERIE 2008
Marcoux N., Marguerie D. - *Étude anthracologique sur le site de Roche Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe). Atelier gallo-romain de réduction du minerai de fer*, UMR 6566 Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences et Histoire (CNRS – Université de Rennes 1), rapport n°0804, inédit, 21 p.

MARÉCHAL 1975a
Maréchal J.-R. - Procédé de réduction des minerais de fer avec fours semi-creusés et son extension en Europe au début de notre ère, *Revue de Métallurgie*, novembre 1975 : 849-855.

MARÉCHAL 1975b
Maréchal J.-R. - Origine et évolution de la métallurgie du fer dans le Bassin Parisien, Actes du 100e Congrès national des sociétés savantes, section d'archéologie, CTHS, Paris : 31-44.

MARÉCHAL 1983
Maréchal J.-R. - *La Préhistoire de la métallurgie et ses prolongements*, *Revue archéologique Sites*, hors série 14, Avignon, 413 p.

MARGUERIE, GARCIA 1998
Marguerie D., Garcia Y. - *L'Aunay-Truchet (La Bazoge, Sarthe), pré-rapport d'étude anthracologique*, UMR 6566 Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences et Histoire (CNRS – Université de Rennes 1), inédit, np.

MARGUERIE, HUNOT 2007
Marguerie D., Hunot J.-Y - Charcoal analysis and dendrology: data from archaeological sites in north-western France, *Journal of Archaeological Science*, 34, 9 : 1417-1433.

MARQUIS 1890
Marquis abbé - *Lavardin*, après 1890, ADS 13 F 491 : 28.

MARTIN-KILCHER 1987
Martin-Kilcher S. - *Die römischen Amphoren aus Augst und Kaiseraugst. Ein Beitrag zur römischen Handels und Kulturgeschichte. 1 : Die südspanischen Olamphoren*, Forschungen in Augst, 7/1, 311 p.

MARTY, MARAVAL 2003
Marty M.-T., Maraval M.-L. - Les verres de la villa du Co d'Espérou, in : Foy D., Nenna M.-D. (dir.) - *Échanges et commerce du verre dans la monde antique*, Actes du colloque de l'AFAV, Monographie Instrumentum, 32 : 481-501.

MARY 1989
Mary G. avec la collaboration de Giordano R. - *Carte géologique de la France, feuille Évron (320)* et *Notice explicative de la feuille d'Évron (320)*, Orléans, BRGM, 30 p.

MATTINGLY, SALMON 2001a
Mattingly D. J., Salmon J. (dir.) - *Economies beyond Argriculture in the Classical World*, Routledge, Londres et New york, 324 p.

MATTINGLY, SALMON 2001b
Mattingly D. J., Salmon J. - The productive past: economies beyond agriculture, *in*: MATTINGLY, SALMON 2001a : 3-14.

MAULNY 1806
Maulny L.-J.-C. De - *Voyage minéralogique et archéologique aux Coëvrons, à Sainte-Suzanne, Fresnay et Saint-Léonard-des-Bois*, Médiathèque Louis Aragon, Le Mans, manuscrit, inédit.

MAUVILLY *et al*. 1998
Mauvilly M., Antenen I., Garcia Cristobal E., Ruffieux M., Serneels V. - Sévaz « Tudinges » : chronique d'un atelier de métallurgistes du début de La Tène dans la Broye, *Archéologie Suisse*, 21, 4 : 144-154.

MAUVILLY *et al*. 2007
Mauvilly M., Serneels V., Ruffieux M., Garcia Cristobal E. - Le travail du fer dans une forge du milieu du Ve s. a.C. à Sévaz/Tudinges (canton de Fribourg, Suisse), *in* : MILCENT 2007 : 271-278.

La Mayenne… 2002
La Mayenne en 1900 vue par ses instituteurs, monographies communales, vol. 1 : canton de Montsûrs, Laval, Archives départementales de la Mayenne, 272 p.

MEGAW, MEGAW 2005
Megaw R., Megaw V. - L'Art de la Celtique : des origines au livre de Kells, tad. française par P. Galliou, Errance, Paris, 276 p.

MÉLOIZES 1873-1874
Méloizes A. des - Rapport d'activités, *Mémoire de la Société des Antiquaires du Centre*, V : X.

MÉNILLET *et al*. 1988
Ménillet F., Plaine J., Manigault B., Le Hérissé A. - *Carte géologique de la France, feuille Meslay-du-Maine* et *Notice explicative, carte géologique de la France, feuille Meslay-du-Maine*, Orléans, BRGM, 79 p.

MERLUZZO, FORRIÈRES 1995
Merluzzo P., Forrières C., avec le concours de Thouvenin A. et Ploquin A. - Les premièers étapes du travail du fer en foyer de forge, selon des procédés traditionnels japonais, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 71-86.

METZLER *et al*. 1991
Metzler J., Kunter M., Méniel P., Neyses-Eiden M. - *Clemency et les tombes de l'artistocratie en Gaule Belgique*, Dossiers d'Archéologie du Musée National d'Histoire et d'Art, I, Luxemourg, 182 p.

MEURET 1993
Meuret J.-C. - *Peuplement, pouvoir et paysage sur la marche Anjou-Bretagne (des origines au Moyen Age)*, 4e supplément à la *MAH*, 656 p.

MEURET 1996
Meuret J.-C. - *La Glanerie, Athée (Mayenne)*, rapport de sondage, août-septembre 1996, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

MEURET 1997
Meuret J.-C. - *La Glanerie, Athée (Mayenne)*, rapport de fouille programmée, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

MEURET 1998
Meuret J.-C. - *La Glanerie, Athée (Mayenne)*, rapport de fouille programmée, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

MEURET 2000
Meuret J.-C. - Habitats et enclos de haute Armorique : de l'avion à la fouille, *in* : Marion S. Blancquaert G. - *Les installations agricoles de l'âge du fer en France septentrionale*, Actes du colloque tenu à l'ENS les 29 et 30 novembre 1997, Études d'Histoire et d'Archéologie, 6 : 75-103.

MEURET 2001
Meuret J.-C. - Prospection archéologique en milieu forestier. L'exemple de la haute Armorique, *in* : Le Roux C.-T. (dir.) - *Du monde des chasseurs à celui de métallurgistes. Changements technologiques et bouleversements humains de l'Armorique aux marges européennes, des prémices de la néolithisation à l'entrée dans l'histoire*, Hommage scientifique à la mémoire de Jean l'Helgouac'h et mélanges offerts à Jacques Briard, suppl. 9 à la *RAO* : 307-315.

MEURET 2003
Meuret J.-C. - De l'avion au terrain : données et problèmes de la recherche sur les enclos aux marges de la Bretagne, *in* : MANDY, SAULCE 2003 : 23-36.

MEURET 2007
Meuret J.-C. - Le fer, le pouvoir et la forêt entre Anjou et Bretagne du XIe au XVe siècle, Actes du congrès de Concarneau, *Mémoires de la Société d'Histoire et Archéologie de Bretagne*, 85 : 101-185.

MEYER 1924a
Meyer E. - *Kleine schriften*, vol. 2, M. Niemeyer, Halle, 595 p.

MEYER 1924b
Meyer E. - Die wirtschaftliche Entwicklung des Altertums, *in* : MEYER 1924a : 81-169.

MEYER 1924c
Meyer E. - Die Sklaverei im Altertum, *in* : MEYER 1924a : 171-212.

MEYLAN, PERRIN, SCHÖNFELDER 2002
Meylan F., Perrin F., Schönfelder M. - L'artisanat dans les *oppida* d'Europe tempérée : un état de la question, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 77-99 + 4 pl.

MEYLAN-KRAUSE 2002
Meylan-Krause M.-F. - *Aventicum*, les artisans dans la ville, *in* : BÉAL, GOYON 2002 : 113-123.

MILCENT 2006
Milcent P.-Y. - Premier Âge du Fer médio-atlantique et genèse multipolaire des cultures matérielles laténiennes, *in* : Vitali D. (dir.) - *Celtes et Gaulois, l'Archéologie face à l'histoire, 2 : la préhistoire des Celtes*, Actes de la table ronde de Bologne-Monterenzio, 28-29 mai 2005, coll. Bibracte, 12/2 : 81-105.

MILCENT 2007
MILCENT P.-Y. - *L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal*, Actes du XXVIIIe colloque de l'AFEAF, Toulouse, 20-23 mai 2004, supplément 14/2 à *Aquitania*, 434 p.

Mines... 1982
Mines et fonderies antiques de la Gaule, Table ronde du CNRS 21-22 novembre 1980, Toulouse, CNRS, 329 p.

Mines… 1987
Les mines et la métallurgie en Gaule et dans les provinces voisines, Actes du colloque des 26 et 27 avril 1986, *Caesarodunum*, 22, Paris, Errance, 334 p.

MINVIELLE, SOUIAH 2003
Minvielle E., Souiah S.-A. - *L'analyse statistique et spatiale - statistiques, télédétection, SIG*, Paris, Éditions du temps, 284 p.

MOOSLEITNER, URBANEK 1991
Moosleitner F., Urbanek E. - Das Werkzeugdepot eines keltischen Grobschmiedes vom Nikolausberg bei Golling, Land Salzburg, *Germania*, 69 : 63-XX.

MORAND 2007
Morand F. en collab. avec Delrieu F., Zaour N. - Prospections archéologiques en forêt de Bellême, *Bulletin de la Société Historique et Archéologique de l'Orne* (Découvertes archéologiques récentes dans l'Orne), 126, 3-4 : 29-48.

MOREL 1992
Morel J.-P. - L'artisan, *in* : Giardina A. - *L'homme romain*, coll. Points histoire, Seuil, Paris : 277-314.

MOREL 1996
Morel J.-P. - Élites municipales et manufactures en Italie, *in* : Cébeillac-Gervasoni M. - *Les Elites municipales de l'Italie péninsulaire, des Gracques à Néron*, actes de la table ronde de Clermont-Ferrand (28-30 novembre 1991), Collection du Centre Jean Bérard, 13, Collection de l'École Française de Rome, 215, De Bocard, Paris : 181-198.

MORIN, PHOTIADES 2005
Morin D., Photiades A. - Nouvelles recherches sur les mines antiques du Laurion (Grèce), *Pallas*, 67 : 327-358.

MOUSNIER 2001
Mousnier M. - *L'artisan au village dans l'Europe médiévale et moderne*, Actes des XIXe Journées Internationales d'Histoire de l'Abbaye de Flaran, 5-6-7 septembre 1997, *Flaran*, XIX, 336 p.

MÜLLER 1990
Müller F. - Der Massefund von der Tiefenau bei Bern, Bâle, *Antiqua*, 20.

MUSSET 1917
Musset R. - *Le Bas-Maine. Étude géographique*, Armand Colin, Paris, 496 p. + carte hors texte.

NAPOLI 1992
Napoli J. - La forteresse du Rubricaire en Mayenne, *MAH*, 15 : 5-35.

NAPOLI 2003
Napoli J. - Le complexe fortifié de Jublains et la défense du littoral de la Gaule du Nord, *Revue du Nord*, *Histoire*, 351 : 613-629.

NAVEAU 1974
Naveau J - L'oppidum de Moulay (travaux de l'année 1974), *BCHAM*, nouvelle série, 37 : 3-35.

NAVEAU 1982
Naveau J. - Le temple celto-romain et le camp protohistorique de Port-du-Salut à Entrammes (Mayenne), *MAH*, 4 : 17-78.

NAVEAU 1984
Naveau J. - L'Âge du Fer et l'Antiquité, *in* : SALBERT 1984 : 45-96.

NAVEAU 1985
Naveau J. - *Fouilles de 1985 à Jublains (Mayenne), Étude de l'urbanisme antique*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

NAVEAU 1986
Naveau J. - Le plan antique de Jublains (Mayenne), *RAO*, 3 : 107-117.

NAVEAU 1987
Naveau J. - L'archéologie mérovingienne en Mayenne : état des recherches, *in* : Barral I Altet X. - *Bretagne, Pays de la Loire, Touraine, Poitou à l'époque mérovingienne*, actes de la VIe journée de l'AFAM, Rennes juin 1984, Paris, Errance : 87-92.

NAVEAU 1988
Naveau J. - Au confluent de l'histoire et de l'archéologie : la localisation des Diablintes et de Noviodunum (Jublains), *MAH*, 11 : 11-42.

NAVEAU 1989
Naveau J. - *Site 53 122 125 AH. Jublains (Mayenne) Champ à l'est du théâtre. Prospection de janvier 1989,* rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

NAVEAU 1991a
Naveau J. - Les thermes gallo-romains de l'église d'Entrammes (Mayenne), *in* : *Les thermes romains d'Entrammes*, MAH, suppl. 1 : 7-62.

NAVEAU 1991b
Naveau J. - L'impact d'un gué sur le peuplement antique : l'environnement archéologique des thermes d'Entrammes (Mayenne), *in* : *Les thermes romains d'Entrammes*, MAH, suppl. 1 : 87-104.

NAVEAU 1991c
Naveau J. - L'épigraphie du site de Jublains (Mayenne), *RAO*, 8 : 103-116.

NAVEAU 1992a
Naveau J. - *La Mayenne*, coll. CAG, Académie des Inscriptions et Belles-Lettres, Ministère de l'Éducation Nationale et de la Culture, Paris, MSH, 176 p.

NAVEAU 1992b
Naveau J. - Les thermes d'Entrammes (Mayenne), *RAO*, 9 : 129-159.

NAVEAU 1993
Naveau J. - Évron, Marcillé-la-Ville (Mayenne) : découverte de quatre stèles attribuées à l'époque gauloise. *MAH*, 16 : 5-13.

NAVEAU 1995
Naveau J. - Le territoire des Aulerques Diablintes : la cité gallo-romaine de Jublains et le pays d'Entrammes, *MAH*, 18 : 37-112.

NAVEAU 1997
Naveau J. (dir.) - *Recherches sur Jublains (Mayenne) et sur la cité des Diablintes*, Documents Archéologiques de l'Ouest, 352 p. + planches hors texte.

NAVEAU 2004a
Naveau J. - Jublains, capitale disparue, *MAH*, 27 : 277-313.

NAVEAU 2004b
Naveau J. - Jublains/*Noviodunum* (Mayenne), *in* : FERDIÈRE 2004 : 435-438.

NAVEAU 2006
Naveau J. - Jublains, les fortunes d'une capitale antique, *303*, 92 (septembre 2006) : 33-49.

NAVEAU 2007
Naveau J. - Dossier pratiques funéraires et patrimoines d'éternité. Âge des métaux : la généralisation des tombes individuelles, *MAH*, 30 : 42 *sq*.

NAVEAU, JARDIN, MARE 1987
Naveau J., Jardin F, Mare É. - Les stèles présumées de l'Âge du Fer en pays diablinte, *MAH*, 10 : 3-21 + planches.

NAVEAU, PIVETTE 1992
Naveau J., Pivette B. - *Prospection de la ville gallo-romaine de Jublains (Mayenne)*, Conseil Général de la Mayenne, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

NEEDHAM 1980
Needham J. - The Evolution of Iron and Steel Technology in East and Southeast Asia, *in* : WERTIME, MUHLY 1980 : 507-541.

NEFF *et al*. 2004
Neff D., Dillmann P., L'Héritier M., Querrien A. - Étude métallographique de fers à cheval et d'outillage agricole du site de Montbaron. Éléments de réflexion sur la qualité des matériaux employés en sidérurgie médiévale, *Archéologie Médiévale*, XXXIV : 133-146.

NEVOUX 1986
Nevoux Y. - *Fiche descriptive de site archéologique*, SRA, Nantes.

NEVOUX 2004
Nevoux Y. - *Rapport de prospection systématique*, SRA Pays de la Loire.

NICOLINI, DIEUDONNÉ-GLAD 1998
Nicolini G., Dieudonné-Glad N. - *Les métaux antiques : travail et restauration*, Actes du colloque de Poitiers 28-30 septembre 1995, Monographie *Instrumentum*, 6, Montagnac, Monique Mergoil, 202 p.

NOSEK 1991
Nosek E. - Forging of high phosphorous iron, *in* : BIELENIN 1991 : 67-73.

NOSEK 1994
Nosek E. - The Metallography of gromps, *in* : MANGIN 1994 : 65-73.

NOSEK, MAZUR 1995
Nosek E., Mazur A. - The forging and carburizing of high phosphorous iron, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 49-58.

NOUVEL 2004
Nouvel P. - *Des terroirs et des hommes. Dynamique des organisations spatiales dans le Bassin de l'Yonne moyenne et leur évolution de la fin de l'Âge du Bronze au haut Moyen Âge*, thèse de doctorat de l'Université de Bourgogne sous la direction de C. Mordant, 3 vol., 2072 p.

L'obtenció... 2001
L'obtenció del ferro pel procediment directe entre els segles IV i XIX, Actes del 6è curs d'arqueologia d'Andorra 2000 del 2 d'octubre al 5 d'octubre de 2000, Andorre, Ministeri de Cultura Àrea de Recerca Historica, 388 p.

ŒHLERT 1882
Œhlert D. - *Notes géologiques sur le département de la Mayenne*, Angers, Imprimerie-Librairie Germain et G. Grassin, 140 p.

ŒHLERT 1908
Œhlert D. - Sur les minerais de fer ordoviciens de la Basse-Normandie et du Maine, *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences*, 136 : 515 (séance du 9 mars 1908).

OLIVA *et al*. 1999
Oliva P., Béziat D., Jarrier C., Martin F., Pierraggi B., Tollon F. - Des meules rotatives de type pompéien dans le ferrier des Martys (Aude). D'où viennent-elles ? Qu'ont-elles moulu ?, *Pallas*, 50 : 375-388.

ORENGO 2003
Orengo L. - *Forges et forgerons dans les habitats laténiens de la Grande Limagne d'Auvergne. Fabrication et consommation de produits manufacturés en fer en Gaule à l'Âge du fer*, Monographie *Instrumentum*, 26, Montagnac, Monique Mergoil, 325 p.

ORENGO 2007
Orengo L. - Hallstatt/La Tène : un "sous-Âge du Fer" ? Et qu'en est-il de l'époque romaine ?, *in* : MILCENT 2007 : 381-392.

ORENGO, BONNON, BEVILACQUA 2000
Orengo L., Bonnon J.-M., Bevilacqua D. - L'emploi des blocs tuyères dans les forges antiques du centre de la Gaule (Auvergne, Lyonnais et Forez au Deuxième Âge du Fer et à l'époque romaine). Découvertes archéologiques et expérimentations, *in* : FEUGÈRE, GUSTIN 2000 : 121-136.

ORENGO, FRÉNÉE, FLUZIN 2000
Orengo L., Frénée E., Fluzin P. - Un atelier de forge de l'Âge du Fer au « Bois du Jarrier 3 », commune de La Celle-sur-Loire (F, Nièvre), *in* : FEUGÈRE, GUSTIN 2000 : 46-66.

ORZECHOWSKI 2007
Orzechowski S. - The region of iron: the Przeworsk culture iron producing centre in Barabaricum, *in* : CREW, CREW 2007 : 27-28.

PAGÈS en cours
Pagès G. - La métallurgie du fer en France méditerranéenne. Productions et produits de l'Antiquité au Moyen Âge ; études archéométallurgiques de la chaîne opératoire, thèse en cours à l'UMR 5140 "Archéologie des Sociétés Méditerranéennes".

PAILLER 2005
Pailler J.-M. - Platea, « le fer forgé » des Celtibères ? Un clin d'œil de Martial, *Pallas*, 37 : 365-376

PAILLER 2006
Pailler J.-M. - Quand l'argent était d'or. Paroles de Gaulois, *Gallia*, 63 : 211-241.

PANNOUX 1985
Pannoux S. - La représentation du travail : récit et image sur les monuments funéraires des Médiomatriques, *DHA*, 11 : 293-328.

A Passion... 1994
A Passion for Antiquities: Ancient Art from the Collection of Barbara and Lawrence Fleischman, published on the occasion of an exhibition organized by The J. Paul Getty Museum and cosponsored by The Cleveland Museum of Art; October 13, 1994 to January 15, 1995 and in Cleveland from February 15 to April 23, 1995, J. Paul Getty Museum, Malibu, Californie, 358 p.

PAUNIER 2006
Paunier D. (dir.) - *Celtes et gaulois, l'Archéologie face à l'Hisoire, 5 : la romanisation et la question de l'héritage celtique*, Actes de la table ronde de Lausanne, 17-18 juin 2005, Bibracte, 12/5, 247 p.

PELET 1970
Pelet P.-L. - Techniques sidérurgiques et poésie. Note sur quelques vers de Rutilius Namatianus, *Revue des Études Latines*, 48 : 398-410.

PELET 1973
Pelet P.-L. - *Une industrie méconnue : Fer, charbon, Acier dans le Pays de Vaud*, Lausanne, 3 vol.

PELET 1988
Pelet P.-L. - Ruiner la végétation ou sauvegarder la nature : la ferrière de Champeix au XIVe siècle, *Revue Suisse d'Histoire*, 38 : 30-44.

PELET 1993
Pelet P.-L. - *Une industrie reconnue : Fer Charbon Acier dans le Pays de Vaud*, 2e édition revue et complétée, CAR, 60, Lausanne, 139 p.

PERRET 2002
Perret S. - *Étude quantitative technologique des vestiges sidérurgiques d'une forge d'époque romaine à Étagnières (Vaud)*, Travail de diplôme de l'université de Genève, 102 p.

PESCHE 1829-1842
Pesche J.-R. - *Dictionnaire topographique, historique et statistique de la Sarthe, suivi d'une biographie et d'une bibliographie*, Le Mans, Monnoyer, Paris, Bachelier, 6 vol. (I-II :1829 ; III : 1834 ; IV : 1836 ; V: 1841 ; VI : 1842) rééd. Paris, Palais Royal, 1974.

PESCHER 2007
Pescher B. - Le site protohistorique de Port-Sec sud (Bourges, Cher), résultats des campagnes 2005 et 2006, *Bulletin de l'AFEAF*, 25 : 33-36.

PETIT, MANGIN 1994a
Petit J.-P., Mangin M. (dir.) - *Les agglomérations secondaires. La Gaule Belgique, les Germanies et l'Occident romain*, Actes du colloque de Bliesbrück-Reinheime/Bitche, coll. Archéologie Aujourd'hui, Errance, Paris, 294 p.

PETIT, MANGIN 1994b
Petit J.-P., Mangin M. (dir.) - *Atlas des agglomérations secondaires de la Gaule Belgique et des Germanies*, coll. Archéologie Aujourd'hui, Errance, Paris, 294 p.

PÉTREQUIN *et al*. 2000
Pétrequin P., Fluzin P., Thiriot J., Benoît P. - *Arts du feu et productions artisanales*, XXe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, Antibes, APDCA, 628 p.

PFLAUM 1948
Pflaum H.-G. - *Le marbre de Thorigny*, Bibliothèque des Hautes Études, n° 292, Paris, 71 p.

PFLAUM 1960
Pflaum H.-G. - *Les carrières procuratoriennes équestres sous le Haut-Empire romain*, Paul Geuthner, Paris, 3 vol.

PFLAUM 1978
Pflaum H.-G. - *Les Fastes de la province de Narbonnaise*, 30e suppl. à *Gallia*, Paris, 514 p.

PHILIPPE 1991
Philippe M. - La forge de Champagne en Rouez dans le Maine, *in* : BENOÎT, CAILLEAUX 1991 : 115-123.

PICHOT 1984
Pichot D. - Le Moyen Âge, *in* : SALBERT 1984 : 97-171.

PICHOT 1995
Pichot D. - *Le Bas-Maine du Xe au XIIIe siècle : étude d'une société*, *MAH*, supplément n°7, 455 p.

PIÉTAK 2002
Piétak J.-P. - Les ferriers en Puisaye icaunaise, *in* : DELOR 2002, I : 123-127.

PIGEAU 1994
Pigeau E. - Ateliers de forge antiques et travaux de construction à Chartres (Eure-et-Loire, site de Barbou), *in* : MANGIN 1994 : 138-140.

PIOGER 1971-1972
Pioger A. - Bas-foyers à Lavardin (Sarthe), *BSASAS*, 73 (4e série, 8) : 2-17.

PIOGER 1973-1974
Pioger A. - Découvertes de bas foyers à Saint-Georges-du-Bois. Nouvelles diverses. Compte-rendu de la séance du 17 juin 1973, *BSASAS*, 74 (4e série, 9) : 193-194.

PLANTÉ 1888
Planté J. - *Cartulaire de l'abbaye royale de chanoines de Saint-Augustin de N.-D. de La Roë, avec introduction, notes et tables*, Mamers.

PLEINER 1980
Pleiner R. - Early Iron Metallurgy in Europe, *in* : WERTIME, MUHLY 1980 : 375-415.

PLEINER 1982
Pleiner R. - Les débuts du fer en Europe, *DHA*, 8 : 167-192.

PLEINER 1988
Pleiner R. - Les débuts de la métallurgie du fer chez les Celtes, *in* : *Les princes celtes et la Méditerranée*, Rencontres de l'école du Louvre, Mai 1988, La documentation française, Paris : 179-186.

PLEINER 1989
Pleiner R. (dir.) - *The Archaeometallurgy of Iron : results achieved 1967-1987*, Actes du symposium international du comité pour la sidérurgie ancienne Liblice, 5-9 oct. 1987, Prague, 486 p.

PLEINER 1994
Pleiner R. - Early Bloomeries in Central Europe, *in* : MANGIN 1994 : 181-188.

PLEINER 2000
Pleiner R. - *Iron in Archaeology: The European Bloomery Smelters*, Prague, Archeologický Ústav Av Cr, 418 p.

PLEINER 2006
Pleiner R. - *Iron in Archaeology: Early European Blacksmiths*, Prague, Archeologický Ústav Av Cr, 379 p.

PLOQUIN 1992
Ploquin A. - Du minerai au fer, …avant le haut-fourneau et le passage au haut-fourneau, apports de l'analyse chimique des scories et autres déchets, *in* : Vuaillat D. (dir.) - *Le Berry et le Limousin à l'Âge du fer*, Actes du XIIIe colloque de l'AFEAF, Guéret, mai 1989, Guéret : 21-28.

PLOQUIN 1994a
Ploquin A. - L'analyse chimique en paléosidérurgie, *in* : MANGIN 1994 : 16-23.

PLOQUIN 1994b
Ploquin A. - Palsid. Un protocole de base de données paléosidérurgiques, *in* : MANGIN 1994 : 83-84.

PLOQUIN 2001
Ploquin A. - Une introduction à la pétrographie des scories paléosidérurgiques, *in* : *L'obtentiò*… 2001 : 289-334.

PLOQUIN 2004
Ploquin A. - Encadré 1 : Prélèvements, échantillonnage et représentativité, *in* : MANGIN 2004 : 117-118.

POLFER 1999a
Polfer M. (dir.) - *Artisanat et productions artisanales en milieu rural dans les provinces du nord-est de l'Empire romain*, Actes du colloque organisé à Erpeldange (Luxembourg) les 4 et 5 mars 1999 par le Séminaire d'études Anciennes du Centre Universitaire de Luxembourg et *Instrumentum*, Monographie *Instrumentum*, 9, Montagnac, Monique Mergoil, 350 p.

POLFER 1999b
Polfer M. - Production et travail du fer en Gaule du Nord et en Rhénanie à l'époque romaine : le rôle des établissements ruraux, *in* : POLFER 1999a : 45-65.

POLFER 2000
Polfer M. - Eisenproduktion und Eisenverarbeitung in Nordgallien und dem Rheinland, *in* : FEUGÈRE, GUSTIN 2000 : 67-87.

POLFER 2001a
Polfer M. - *L'artisanat romain : évolutions, continuité et ruptures (Italie et provinces occidentales)*, Actes du 2e colloque d'Erpeldange, 26-28 octobre 2001, Monographie *Instrumentum*, 20, Montagnac, Monique Mergoil, 260 p.

POLFER 2001b
Polfer M. - L'archéologie de l'artisanat et le débat sur la nature de l'économie romaine : quelques réflexions critiques, *in* : POLFER 2001a : 5-17.

POLFER 2005
Polfer M. - *L'artisanat dans l'économie de la Gaule Belgique à partir de la documentation archéologique*, Monique Mergoil, Montagnac, Monographie *instrumentum*, 28, 168 p.

PONTON D'AMÉCOURT 1883
Ponton d'Amécourt G. de - *Recherches des monnaies mérovingiennes du Cenommannicum*, G. Fleury, A. Dangin, Mamers ; Pellechat, Le Mans, 284 p.

POUX 2006
Poux M. (dir.) - *Corent, Oppidum et sanctuaire (II). Fouille programmée pluriannuel du Puy de Corent (Veyre-Montoon, Puy-de-Dôme), rapport de la campagne 2006*, SRA Auvergne, Clermont-Ferrand, 148 p.

Prospections… 1976
Collectif - *Prospections archéologiques en Mayenne, fin 1975-1er semestre 1976*, rapport dactylographié, Nantes, SRA Pays de la Loire.

Protoindustries… 1992
Protoindustries et histoire des forêts, actes du colloque tenu à la Maison de la forêt, Loubières, Ariège, les 10-13 octobre 1990 organisé par le Groupement de recherche ISARD 881, CNRS ; Centre interdisciplinaire de recherche sur les milieux naturels et l'aménagement rural, CIMA-URA 366, CNRS, Les Cahiers de l'ISARD, 3, 343 p.

PROVOST 1981
Provost M. - Les limites de la cité des Andes, *Caesarodunum*, 16 : 180-193.

PUZENAT 1939
Puzenat L. - *La sidérurgie armoricaine*, Mémoires de la Société Géologique et Minéralogiques de Bretagne, IV, 399 p.

QUIQUEREZ 1855
Quiquerez A. - *Notice historique et statistique sur les mines, les puits et les forges de l'ancien évêché de Bâle*, Berne-Porrentruy, 195 p.

QUIQUEREZ 1866
Quiquerez A. - *De l'Âge du Fer : recherche sur les anciennes forges du Jura Bernois*, Société jurassienne d'Émulation, éd. 1992.

REBIÈRE *et al.*1995
Rebière J., Rémy P., Guillot I., Benoît P. - Les enclumes tas gallo-romaines Le cas de Jouars-Ponchartrain, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 501-508.

REBISCOUL 1999
Rebiscoul A. (dir.) - *Document Final de Synthèse, « Les Ferrys », « Les Brouys » La Bussière,*, SRA Centre, AFAN, Orléans, 3 vol. 201 p., 84 fig., 40 ph., annexes.

REBISCOUL 2003
Rebiscoul A. - Le site paléométallurgique des Ferrys, commune de La Bussière (Loiret), *in* : LEPETZ, MATTERNE 2003 : 141-156.

REBUFFAT, BROUQUIER, CROGIEZ 1997
Rebuffat R., Brouquier V., Crogiez S. - Le complexe fortifié, *in* : NAVEAU 1997 : 255-309.

REDDÉ 1978
Reddé M. - Les scènes de métier dans la sculpture funéraire gallo-romaine, *Gallia*, 36, 1 : 43-63.

REIMER *et al*. 2004
Reimer P.J., Baillie M.G.L., Bard E., Bayliss A., Beck J.W., Bertrand C., Blackwell P.G., Buck C.E., Burr G., Cutler K.B., Damon P.E., Edwards R.L., Fairbanks R.G., Friedrich M., Guilderson T.P., Hughen K.A., Kromer B., McCormac F.G., Manning S., Bronk Ramsey C., Reimer R.W., Remmele S., Southon J.R., Stuiver M., Talamo S., Taylor F.W., van der Plicht J., Weyhenmeyer C.E. - IntCal04 terrestrial radiocarbon age calibration, 0-26 cal kyr BP, *Radiocarbon*, 46, 3 :1029-1058.

REINACH 1917
Reinach S. - *Catalogue illustré du musée des antiquités nationales de Saint-Germain-en-Laye*, Paris, Leroux.

RÉMY 1995
Rémy B. - *Inscriptions Latines d'Aquitiane (I.L.A.) Véllaves*, Centre Pierre Paris, Bordeaux, 157 p.

RENOUARD 1811
Renouard P. - *Essais historiques et littéraires sur la ci-devant province du Maine, divisé par époques*, Le Mans, 2 vol.

RENOUARD 1815
Renouard P. - Notice sur les monuments et anciens châteaux du département de la Sarthe, *Annuaire Sarthe pour l'an 1814-1815* : 1-32.

RENOUX, DABOSI, PAILLER 2004
Renoux G., Dabosi F., Pailler J.-M. - Les armes en fer d'*Uxellodunum* (Puy d'Issolud, Lot), dernière bataille de César en Gaule : étude paléométallurgique de pointes de flèche et trait de catapulte, *Revue d'Archéométrie*, 28 : 141-152.

RICHARD 1990
C. Richard - Introduction à l'étude des sites métallurgiques du fer en Haut-Poitou Méridional dans l'antiquité gallo-romaine, *Bulletin de la Société des Antiquaires de l'ouest et des Musées de Poitiers*, 5e série, t. 4, fasc. 4 : 243-272 + 3 pl. hors texte.

RICHARD 1999
Richard H. - La palynologie, *in* : Bourquin-Mignot C., Brochier J.-É., Chabal L., Crozat S., Fabre L., Guibal F., Marinval P., Richard H., Terral J.-F., Rhéry I. - *La botanique*, Collection « Archéologiques », Errance, Paris : 9-42.

RIOULT 1991
Rioult M. - L'arrière plan minéral, *in* : Belhoste J.-F. *et al.* - *La métallurgie normande XIIe-XVIIe siècles, la révolution du haut-fourneau*, Cahiers de l'inventaire, 14, Paris, Ministère de la Culture : 15-19.

ROGER 1835
Baron R. - Notice sur la découverte d'un emplacement de forges, de bains et d'autres ruines d'établissements romains, dans le département du Loiret, *Mémoires de la Société royale des Antiquaires de France*, 11 : 252-267.

ROMAN, ROMAN 1997
Roman D., Roman Y. - *Histoire de la Gaule, VIe siècle av. J.-C. – Ier siècle ap. J.-C.*, Fayard, Paris, 791 p.

ROSTOVTZEFF 1926
Rostovtzeff M. I. - *The Social and Economic History of the Roman Empire*, Oxford, trad. franç. Andreau J. - *Histoire économique et sociale de l'Empire romain*, coll. Bouquins, Paris, R. Laffont, 1988, 780 p.

ROQUET 1915-1916
Roquet H. - Contribution à l'histoire des forges de la Sarthe, *BSASAS*, 45 (2e série, 37) : 157-158.

ROUSSEAU 1979
Rousseau J. - Héloup-le-Potier, *Bulletin de la Société Historique et Archéologique de l'Orne*, 97, 4 : 1-11.

SABLAYROLLES 1982
Sablayrolles R. - Intérêt et problèmes de l'étude des ferriers antiques : l'exemple de la Montagne Noire, *in* : *Mines*… 1982 : 183-190.

SABLAYROLLES 1989
Sablayrolles R. - L'administration des mines de fer en Gaule romaine, *in* : DOMERGUE 1989b, II : 157-163.

SABLAYROLLES 2001
Sablayrolles R. (dir.) - *Les ressources naturelles des Pyrénées. Leur exploitation dans l'Antiquité*, Actes de la Table Ronde, Toulouse, novembre 1989, Musée archéologique départemental de Saint-Bertrand-de-Comminges, coll. Entretiens d'Archéologie et d'Histoire, 6.

SALBERT 1984
Salbert J. (dir) - *La Mayenne*, Bordessoules, Paris, 430 p.

SARRESTE 2003
Sarreste F. - *La sidérurgie ancienne dans le nord-ouest du Berry*, Mémoire de maîtrise d'archéologie de l'université de Tours sous la direction d'Alain Ferdière, inédit, 2 vol.

SARRESTE 2004a
Sarreste F. - *La métallurgie du fer dans l'agglomération antique de* Noviodunum *(Jublains, Mayenne) et dans le territoire diablinte*, mémoire de DEA de l'université de Tours sous la direction d'Alain Ferdière, dactyl., inédit, 150 p.

SARRESTE 2004b
Sarreste F. - *La métallurgie du fer en Mayenne avant le Haut fourneau*, rapport de prospection thématique, SRA Pays de la Loire, Nantes, 121 p.

SARRESTE 2005
Sarreste F. - *La métallurgie du fer ancienne autour de Jublains*, Rapport de prospection thématique, SRA Pays de la Loire, Nantes, SRA Basse Normandie, Caen, 264 p.

SARRESTE 2006a
Sarreste F.- *L'atelier de réduction du minerai de fer gallo-romain de Roche Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe)*, Rapport de sondages archéologiques programmés, SRA Pays de la Loire, Nantes, 108 p.

SARRESTE 2006b
Sarreste F. - *Exploitation du minerai et production du fer par le procédé direct dans le Maine et le sud de l'Orne*, Rapport de prospection thématique, SRA Pays de la Loire, Nantes, SRA Basse Normandie, Caen, 239 p.

SARRESTE 2007a
Sarreste F. - *L'atelier de réduction du minerai de fer gallo-romain de Roche Brune (Pezé-le-Robert, Sarthe)*, Rapport de sondages archéologiques programmés, SRA Pays de la Loire, Nantes, 82 p.

SARRESTE 2007b
Sarreste F. - *La métallurgie du fer avant le haut fourneau dans le Maine (Mayenne, Orne, Sarthe)*, Rapport de prospection thématique, SRA Pays de la Loire, Nantes, SRA Basse Normandie, Caen, 111 p.

SARRESTE à paraître
Sarreste F. – Iron smelting sites in Western Maine (France), *in* : Crew P., Crew S. (dir.) – Actes du colloque "*Early Ironworking in Europe II*", Plas Tan y Bwlch, 17-21 septembre 2007, à paraître.

SARRESTE, NAVEAU 2005
Sarreste F., Naveau J. - À propos de la découverte d'une stèle de l'Âge du Fer dans la Sarthe, *MAH*, 28 : 8-11.

SCHNAEBELE 1963
Schnaebele M. - Géologie des minerais de fer de l'Ouest, *Revue de l'Industrie minérale*, 45, 1 : 24-42.

SCHUCANY 2006
Schucany C. (dir.) - *Die römische Villa von Biberist-Spitalhof/SO (Grabungen 1982, 1983, 1986-1989). Untersuchungen im Wirtschaftsteil und Überlegungen zum Umland*, Verlag Bernhard Albert Greiner (Ausgrabungen und Forschungen, 4), Remschalden, 3 vol., 983 p.

SCHWAB, HÖPPNER, PERNICKA 2003
Schwab R., Höppner W., Pernicka E. - Studies in technology and provenance of iron artefacts from the celtic oppidum of manching (Bavaria), *in* : *Archaeometallurgy*… 2003 vol. 1 : 11-16.

SCOTT, CLEERE 1987
Scott B. G., Cleere H. - *The Crafts of the Blacksmith*, symposium CSA, 16-21 septembre 1984, Belfast, 180 p.

SENN 2007
Senn M. - Minéralogie des scories de fer, *in* : ESCHENLOHR *et al*. 2007 : 21-23.

SERNEELS 1993
Serneels V. - *Archéométrie des scories de fer. Recherches sur la sidérurgie ancienne en Suisse occidentale*, CAR, 61, Lausanne, 239 p.

SERNEELS 1994
Serneels V. - L'apport des analyses chimiques de minerais, scories et produits associés à l'étude de la sidérurgie ancienne, *in* : MANGIN 1994 : 75-81.

SERNEELS 1995
Serneels V. - À propos de quelques scories : le fer en Suisse romande, *in* : BENOÎT, FLUZIN 1995 : 21-28.

SERNEELS 1998a
Serneels V. - La chaîne opératoire de la sidérurgie ancienne, *in* : FEUGÈRE, SERNEELS 1998 : 7-44.

SERNEELS 1998b
Serneels V. - Les ateliers sidérurgiques d'Autun-Lycée Militaire, *in* : NICOLINI, DIEUDONNÉ-GLAD 1998 : 23-27.

SERNEELS 2001
Serneels V. - Apport des analyses chimiques à l'étude des vestiges sidérurgiques, *in* : *L'obtentiò*… 2001 : 268-288.

SERNEELS 2002
Serneels V. - Analyses chimiques des matières premières et des produits de l'opération de réduction dans le four basque de Agoreggi, *in* : URTEAGA 2002 : 92-118.

SERNEELS 2004
Serneels V. - Le fer et ses minerais, *in* : MANGIN 2004 : 25-48.

SERNEELS 2007
Serneels V. - L'économie du fer protohistorique : de la production à la consommation du métal, *in* : MILCENT 2007 : 425-434.

SERNEELS, MANGIN 1996
Serneels V., Mangin M. - Sidérurgie ancienne (Âge du Fer - Moyen Âge) : les zones productives principales entre le Rhin, les Alpes et les Pyrénées, *RAE*, 47 : 193-198.

SERNEELS, CREW 1997
Serneels V., Crew P. - Ore-Salg Relationships from Experimentally Smelted Bog-Iron Ore, in : CREW, CREW 1997 : 78-82.

SERNEELS, WOLF 1999
Serneels V. Wolf S. - Les témoignages du travail du fer et du bronze provenant des fouilles *En Selley* à Anvenches en 1997, *Bulletin de l'Association Pro Aventico*, 41 : 111-123.

SERNEELS, FLUZIN 2001
Serneels V., Fluzin P. - Du minerai à l'objet en fer : apport de l'archéométrie, *Mediteranean Archaeology*, 14 : 25-38.

SERNEELS, PERRET 2004
Serneels V., Perret S. - Quantification of smithing activities based on the investigation of slag and other material remains, *in* : *Archaeometallurgy*… 2004 : 469-478.

SERNEELS, MELUZZO, LEROY 2004
Serneels V., Merluzzo P., Leroy M. - Les activités de forge : le travail du métal, *in* : MANGIN 2004 : 81-112.

SIM 1998
Sim D. - *Beyond the Bloom. Bloom refining and iron artefact production in the Roman world*, BAR International Series, 725, 155 p.

SIMONIN 1858
Simonin L. - De l'exploitation des mines et de la métallurgie en Toscane pendant l'Antiquité et le Moyen Âge, *Annales des Mines*, 5e série, 14 : 557-615.

SOMBART 1902
Sombart W. - *Der Moderne Kapitalismus*, Duncker & Hunbold, Leipzig, 2 vol. (le numéros de pages correspodnnet à la seconde édition de 1916).

STARLEY 1999
Starley D. - Determining the technological origins of iron and steel, *Journal of Archaelogical Science*, 26 : 1127-1133.

STEWART, CHARLES, WALLACH 2000a
Stewart J. W., Charles J. A., Wallach E. R. - Iron-phosphorus-carbon system, Part 1 - Mechanical properties of law carbon iron-phosphorus alloys, *Materials Science and Technology*, 16 : 275-282.

STEWART, CHARLES, WALLACH 2000b
Stewart J. W., Charles J. A., Wallach E. R. - Iron-phosphorus-carbon system, Part 2 - *Metallographic behaviour of Oberhoffer's reagent*, *Materials Science and Technology*, 16 : 283-290.

STEWART, CHARLES, WALLACH 2000c
Stewart J. W., Charles J. A., Wallach E. R. - Iron-phosphorus-carbon system, Part 3 - Metallography of low carbon iron-phosphorus system, *Materials Science and Technology*, 16 : 275-282.

STOUVENOT 1920
Stouvenot A. - Gisements ferrifères de Bretagne, Maine, Anjou, *Annales des Mines, Mémoires*, 11e série, 9 : 57-92.

STUIVER, REIMER 1993
Stuiver M., Reimer P.-J. - Extended 14C database and revised CALIB radiocarbon program, *Radiocarbon*, 35 : 215-230.

SURVILLE 1920
Surville A. - Les férons du Bocage au XVe siècle, *Le Pays bas-normand*, 1920.

TAHON 1886
Tahon V. - Les origines de la métallurgie du fer au Pays d'Entre-Sambre-et-Meuse, *Documents et Rapports de la Société d'archéologie et de Paléontologie de Charleroi*, 14 : 765-806.

TERMEAU 1952
Termeau M. - Les origines de Sillé-le-Guillaume, *RHAM*, 108 (2e série, 32) : 1-42.

TERMEAU 1954
Termeau M. - Les origines de Sillé-le-Guillaume, *RHAM*, 110 (2e série, 34) : 90-118.

TERMEAU 1963
Termeau M. - Les origines de Sillé-le-Guillaume et du Pays Silléen (suite), *RHAM*, 119 (2e série, 43) : 159-160.

TÉROUANNE, PIOGER 1971-1972
Térouanne P., Pioger A. - Le Vau, commune de La Chapelle-Saint-Fray, Piscine, cave, ou sanctuaire familial ?, *BSASAS*, 73 (4e série, 8) : 18-22.

THOORIS *et al*. 2003
Thooris C., Birée P., Leclerc G., Nevoux Y. - Contribution à l'étude des ateliers de potiers médiévaux dans le Haut Maine : prospections sur le site de Bérus « La Poterie » (Sarthe), *Archéologie Médiévale*, 33 : 103-144.

TOUATI 1997
Touati F.-O. (dir.) - *Vocabulaire historique du Moyen Âge (Occident, Byzance, Islam)*, La Boutique de l'Histoire, Paris, 2e éd. augmentée, 295 p.

TRONQUART 1986
Tronquart G. - La sidérurgie au « camp celtique » de la Bure (Saint-Dié). Bilan de vingt ans de recherches (1964-1984), *RAE*, 37, 1-2 : 59-74.

TRYON-MONTALEMBERT 1911
Tryon-Montalembert R. de - Questionnaire, *REA*, 13 : 339-340.

TRYON-MONTALEMBERT 1955 et 1956
Tryon-Montalembert R. de - La Sidérurgie en Gaule, *Techniques et Civilisations*, 4 (1955) : 28-43, 57-76, 98-113, 153-172, 187-208 et 5 (1956) : 21-34, 99-112.

TYLECOTE 1987
Tylecote R.F. - *The early History of Metallurgy in Europe*, Longman, London, 391 p.

URTEAGA 2002
Urteaga M. (dir.) - *Agorregiko burdinola eta errotak (Aia, Gipuzkoa). La ferrería y los molinos de Agoreggi, II, Arkeologia esperimentala. Arqueología experimental*, Diputación Foral de Gipuzkoa, Departamento de Cultura, Euserka, Juventud y Deportes, Comunidad Europea, Arkeologia, 3.

URTEAGA *et al*. 2000
Urteaga M., Crew S., Crew P., Fluzin P., Herbach R., Dillmann P. - Restitution ethnoarchéologique et conduite des procédés. Forges d'Agoreggi, Pays Basque, Espagne, *in* : PÉTREQUIN *et al*. 2000 : 37-52.

VAGINAY 2003
Vaginay M. - Armorique et Gaule de l'Ouest à l'Âge du Fer, *in* : MANDY, SAULCE 2003 : 13-22.

VALAIS 2004a
Valais A. - L'oppidum de Moulay : une vision totalement renouvelée, *MAH*, 27 : 10-11.

VALAIS 2004b
Valais A. - L'agglomération antique d'Entrammes enfin découverte, *MAH*, 27 : 12-13.

VALAIS 2004c
Valais A. - Entrammes, RN 162, *Archéopages*, 14 : 52-53.

VALAIS 2007
Valais A. - Premier bilan des découvertes sur le tracé de la rocade de Mayenne, *MAH*, 30 : 201-217.

VALAIS *et al*. 2004
Valais A., Edin F., Bolerf A., Maret F., avec la collaboration de Le Boulaire C., Forre C. et Nauleau J. F. - *RN 162, déviation Moulay – Mayenne (53)*, rapport intermédiaire de diagnostic archéologique, INRAP, SRA Pays de la Loire, 77 p. + annexes.

VALLOIS 1884
Vallois G. - Le fer dans l'Antiquité d'après les scories de la forêt d'Allogny, extrait des *Mémoires de la Société des Antiquaires du Centre*, 11, 77 p.

VAN ANDRINGA 2004
Van Andringa W. - *La religion en Gaule romaine. Piété et politique (Ier-IIIe siècle apr. J.-C.)*, Errance, Paris, 336 p.

VEGA, DILLMANN, FLUZIN 2002
Vega E., Dillmann P., Fluzin P. - Contribution à l'étude des fers phosphoreux en sidérurgie ancienne, *Revue d'archéométrie*, 26 : 197-208.

VEGA *et al.* 2003
Vega E., Dillmann Ph., Lheritier M., Fluzin Ph., Crew P., Benoît P. - Forging of phosphoric iron. An analytical and experimental approach, *in* : *Archaeometallurgy*… 2003 vol. 1 : 337-347.

VERDIER, VÉRON 1984
Verdier R., Véron H. - *La glèbe cénomane (le sol et l'homme). La Cénomanie romaine III : Atlas 2*, (1250 fermes et *vici* gaulois, gallo-romains ou romans), Le Mans, Râcaud, 352 p.

VERNA-NAVARRE 1991
Verna-Navarre C. - Esquisse d'une histoire des mines et de la métallurgie monastiques dans les Pyrénées (IXe-première moitié du XVIe siècle), *in* : BENOÎT, CAILLEAUX 1991 : 45-58.

VERNA 2001
Verna C. - *Le temps des moulines. Fer, technique et société dans les Pyrénées centrales (XIVe-XVIe siècles)*, Publications de la Sorbonne, Paris, 2001, 425 p.

VIVET 1997
Vivet J.-B. - Paléométallurgie du fer à l'est de la Rance et dans le Combournais. Bilan interprétatif des données de prospection*, Dossiers du CeRAA*, 25 : 57-90.

VIVET 1999
Vivet J.-B. - *Paléométallurgie du fer dans le bassin de la Rance, sondage archéologique Pilleverte II en Plesder*, Rapport d'opération archéologique programmée, SRA Bretagne, 30 p, 15 pl., 32 ph.

VIVET 2001
Vivet J.-B. - Le Rocher Abraham, St Pierre-de-Plesguen (35) un témoin essentiel de l'activité sidérurgique gauloise du nord de la Haute-Bretagne, *Dossiers du CeRAA*, 29 : 79-91.

VIVET 2007
Vivet J.-B. - La production du fer en haute Bretagne d'après les résultats des prospections, des fouilles d'ateliers et des analyses archéométriques, *in* : MILCENT 2007 : 63-84.

VIVET, CHAUVEL, NICOLLIN 2003
Vivet J.-B., Chauvel J.-J., Nicollin F. - Productions de fer à La Tène ancienne en vallée de Rance : la Ville Pierre II, en Quévert, *Dossiers du CeRAA*, 31 : 77-99.

VISSET, BARBIER, OUGUERRAM 2005
Visset L., Barbier D., Ouguerram A. - Le paysage végétal dans le Bas-Maine (Mayenne, France) le long de la vallée de l'Erve, de la fin du Mésolithique à l'époque récente, *RAO*, 22 : 85-92.

VOISIN 1844-1845
Voisin A. - Séance du 6 août 1844, *BSASAS*, 6 (1845) : 163.

VOISIN 1848-1849
Voisin A. - Mémoire sur les divisions territoriales du Maine avant le dixième siècle, *BSASAS*, 8 : 119.

WANHILL *et al*. 2007
Wanhill R. J. H., Seinen P. A., Rijkenberg R. A., Meijers H. J. M. - Investigation of a broken pile-shoe from a Roman bridge, *Historical Metallurgy*, 41/1 : 32-39.

WEBER 1909
Weber M. - Agraverhältnisse im Altertum, trad. franç. : *Économie et société dans l'Antiquité*, coll. textes à l'appui/série histoire classique, Paris, la Découverte, 1999, 408 p.

WEBER 1921
Weber M. - Die Stadt. Eine soziologische Untersuchung, *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 47 : 621-722 ; trad. Franç. Weber M. - *La ville*, Aubier Montaigne, Paris, 1982, 218 p.

WERTIME, MUHLY 1980
Wertime T.A., Muhly J.D. - *The Coming of the Age of Iron*, Yale University Press, New Haven and London, 555 p.

WHITTAKER 1990
Whittaker C. R. - The consumer city revisited: the *vicus* and the city, *Journal of Roman Archaeology*, 3 : 110-118.

WOOLF 1998
Woolf G. - *Becoming Roman, The origins of provincial civilization in Gaul*, Cambridge University Press, Cambridge, 296 p.

WORONOFF 1991
Woronoff D. (dir.) - *Forges et forêts. Recherches sur la consommation proto-industrielle de bois*, EHESS, Paris, 263 p.

WUILLEUMIER 1963
Wuilleumier P. - *Inscriptions latines des Trois Gaules*, XVIIe supplément à *Gallia*, CNRS, Paris, 256 p.

ZADORA-RIO 1986
Zadora-Rio E. - La prospection archéologique et l'évolution de la notion de site, *in* : FERDIÈRE, ZADORA-RIO 1986 : 11-13.

ZADORA-RIO 2001
Zadora-Rio E. - Archéologie et toponymie : le divorce, *Les petits cahiers d'Anatole*, 8, http://www.univ-tours.fr/lat/Pages/F2_8.pdf

La sidérurgie ancienne dans le Bas Maine

(VIIIe s. av. J.-C. – XVe s. ap. J.-C.)

Résumé

Le Bas Maine (département de la Mayenne, ouest de la Sarthe et sud-ouest de l'Orne) reprend les contours de la cité antique des Diablintes. Les recherches anciennes et quelques découvertes ponctuelles indiquaient ici la présence probable de zones de production sidérurgique antérieures au XVe s. et à l'apparition du haut-fourneau dans cette région. La présente étude le confirme. L'utilisation de différentes méthodes de recherche documentaire et les vérifications au sol ont permis d'enregistrer plus de 420 sites liés à la réduction directe qui forment des zones de production, dont les plus importantes se trouvent à la limite des départements de la Sarthe et de la Mayenne. En outre, la fouille d'un ferrier, les analyses archéométriques menées sur les vestiges collectés sur les sites de réduction, mais également dans les forges de la capitale diablinte, *Noviodunum*/Jublains, ont permis d'apporter des éléments nouveaux sur l'organisation de la production du fer durant l'époque romaine, la plus représentée dans la région, et de proposer l'existence de variations techniques au sein de la filière de réduction directe du fer.

Mots clés : sidérurgie – réduction directe – scories – Protohistoire – Antiquité – Moyen Âge – Maine – Mayenne – Sarthe – Orne – Diablinte.

Abstract

The "Bas Maine" composed of the county of Mayenne, western Sarthe and south-western Orne), and situated in the north-western France, takes back the outlines of the ancient diablinte *civitas*. Former researches and some rare discoveries indicated the presence of iron production areas preceeding the appearance of blast furnace (at the end of the 15th century) in this region. The use of different documentary research methods and field survey permit to register more than 420 iron smelting slag sites which form several iron production areas. The largest ones are located along the border of the counties of Mayenne and Sarthe. Besides, the excavation led on a slag heap and the analyses of residues collected on iron smelting sites and in the iron-making workshops of the diablinte *civitas* capital, *Noviodunum*/Jublains (Mayenne), bring new data on the organisation of iron production during the Antiquity, the best known period in the region, and allow us to propose the existence of technical variations within the bloomery process.

Key words: iron making – bloomery – iron smelting slag – Iron Age – Antiquity – Middle ages – Maine – Mayenne – Sarthe – Orne – France – Diablinte.

UNIVERSITÉ FRANÇOIS - RABELAIS DE TOURS

ÉCOLE DOCTORALE SHS

UMR 61 73 – CITERES – Laboratoire Archéologie et Territoires

THÈSE présentée par :

Florian SARRESTE

soutenue le : **24 novembre 2008**

pour obtenir le grade de : **Docteur de l'université François - Rabelais**

Discipline/ Spécialité : Histoire / Archéologie

LA SIDÉRURGIE ANCIENNE DANS LE BAS MAINE

(VIIIe s. av. J.-C. – XVe s. ap. J.-C.)

Volume 2 : annexes

THÈSE dirigée par :
Alain FERDIÈRE Professeur émérite, Université de Tours

RAPPORTEURS :
Katherine GRUEL Directrice de Recherche, CNRS
Vincent SERNEELS Professeur, Université de Fribourg (Suisse)

JURY :
Nadine DIEUDONNÉ-GLAD Maître de Conférences HDR, Université de Poitiers
Alain FERDIÈRE Professeur émérite, Université de Tours
Katherine GRUEL Directrice de Recherche, CNRS
Martial MONTEIL Maître de Conférences, Université de Nantes
Vincent SERNEELS Professeur, Université de Fribourg (Suisse)

Annexe 1 :
sources écrites

Annexe 1.1 : Charte 118 du Cartulaire de l'abbaye Notre-Dame de La Roë

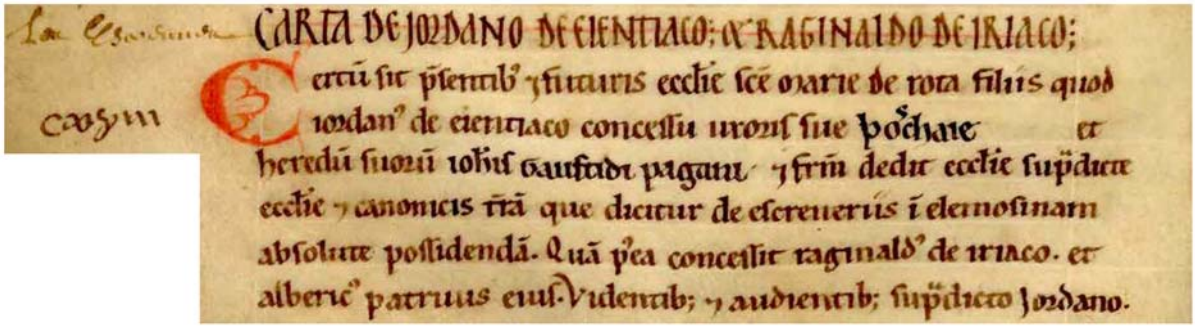
(ADM H 154)

Actes 121 et 122

(1148-1170)

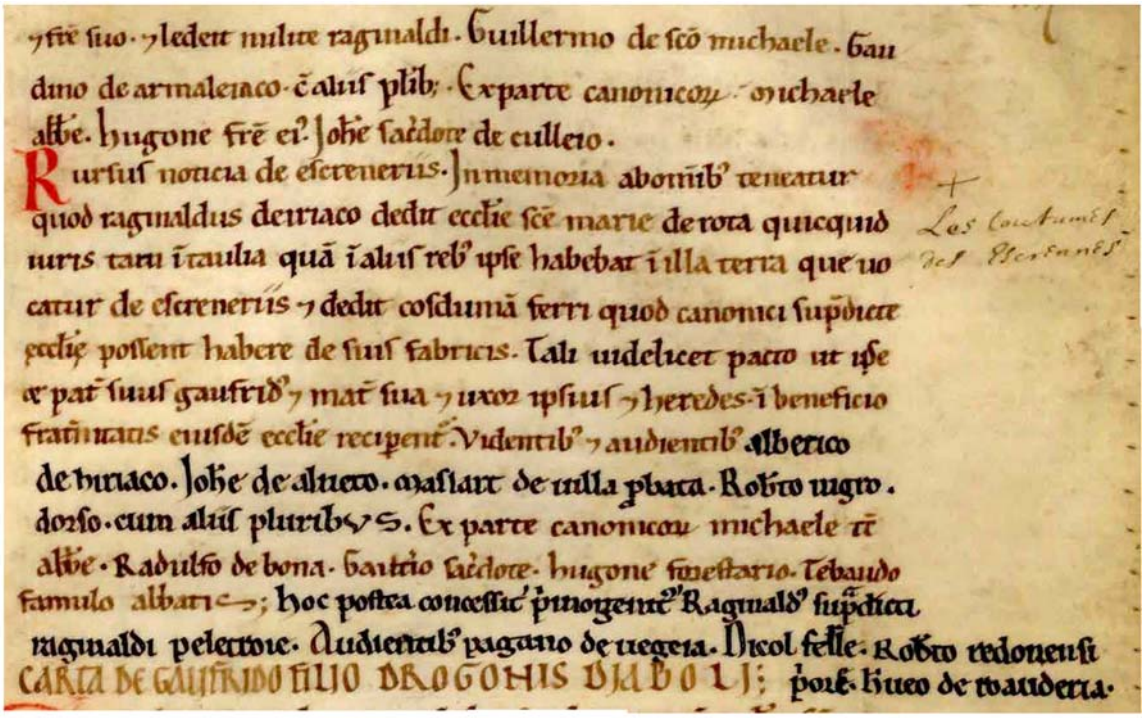
Vues du texte

Feuillet 106


CARTA DE IORDANO DE EIENTIACO; ET RAGINALDO DE IRIACO;

Certū sit p̄sentib' ⁊ futuris eccl̄ie sc̄e marie de rota filiis quod iordan' de eientiaco concessu uxoris sue Poschaie et heredū suorū iohis Gaufridi pagani ⁊ frm̄ dedit eccl̄ie sup̄dicte eccl̄ie ⁊ canonicis t̄rā que dicitur de escreneriis ī elemosinam absolute possidendā. Quā p'ea concessit raginald' de iriaco. et alberic' patruus eius. Videntib; ⁊ audientib; sup̄dicto Iordano.

Feuillet 107


⁊ frē suo. ⁊ ledeit milite raginaldi. Guillermo de scō michaele. Gaudino de armaleiaco. c̄ aliis plib;. Ex parte canonicor̄. michaele abbe. hugone frē ei'. Johe sacdote de culleio.

Rursus noticia de escreneriis. In memoria abomib' teneatur quod raginaldus de iriaco dedit eccl̄ie sc̄e marie de rota quicquid iuris tam ī taulia quā ī aliis reb' ipse habebat ī illa terra que uocatur de escreneriis ⁊ dedit cosdumā ferri quod canonici sup̄dicte eccl̄ie possent habere de suis fabricis. Tali uidelicet pacto ut ipse et pat' suus gaufrid' ⁊ mat' sua ⁊ uxor ipsius ⁊ heredes ī beneficio fratrnitatis eiusdē eccl̄ie recipent'. Videntib' ⁊ audientib' alberico de hiriaco. Johe de alneto. maslart de uilla pbata. Robto nigro. dorso. cum aliis pluribus. Ex parte canonicor̄ michaele tt̄ abbe. Radulfo de bona. Gautio sacdote. hugone forestario. Tebaudo famulo abbatis; hoc postea concessit' p̄mogenit' Raginald' sup̄dicti raginaldi pelectoie. Audientib' pagano de uegeia. Nicol felle. Robto redonensi p̄ore. hueo de roauderia.

CARTA DE GAUFRIDO FILIO DROGONIS DIABOLI;

Transcription

Acte 121 (don à l'abbaye de La Roe par Jordanus de (Eientiaco? lecture incertaine) de la terre des Escrennes avec le consentement de Renaud d'Iré) :

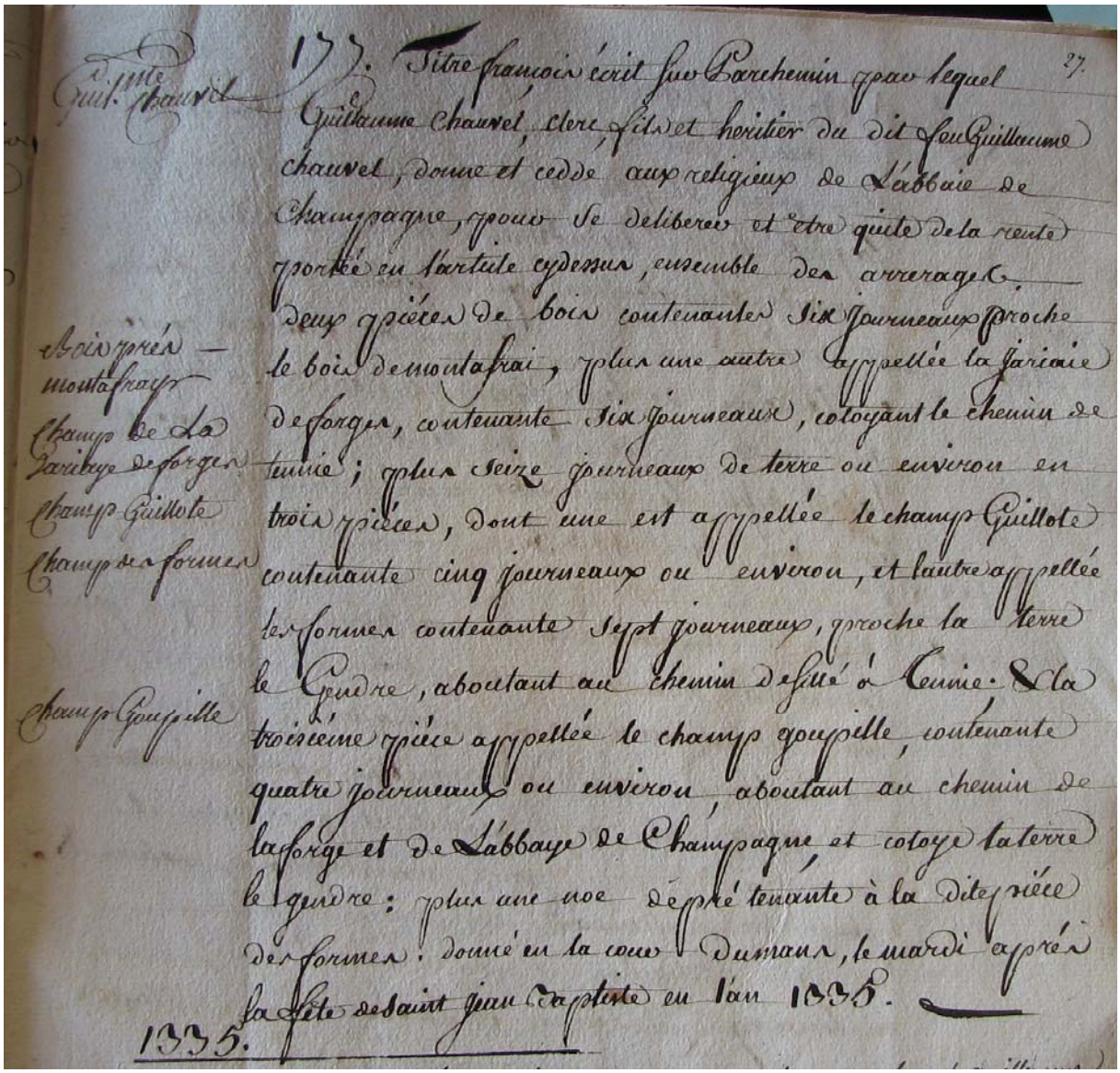
"terram que dicitur de Escreneriis in elemosinam absolute possidendam, quam preterea concessit Raginaldus de Iriaco et Albericus patruus eius." (transcription d'E. Zadora-Rio).

Acte 122 (don de la coutume du fer des forges des chanoines situés dans les terres des Ecrennes par Renaud d'Iré - qui reçoit en échange le bénéfice de la fraternité des chanoines pour lui-même, son père, sa mère et ses héritiers) :

Rursus noticia de Escreniis
In memoria ab omnibus tenentur quod Raginaldus de Iriaco dedit ecclesie Sancte Marie de Rota quicquid juris tam in tallia quam in aliis rebus ipse habebat in illa terra que vocatur de Escreniis et dedit cosdumam ferri quod canonici supra dicte ecclesie possent habere de suis fabricis, tali videlicet pacto ut ipse et pater suus Gaufridus et mater sua et uxor ipsius et heredes in beneficio fraternitatis ejusdem ecclesie reciperentur, videntibus et audientibus : Alberico de Hiriaco, Johanno de Alneto, Maalart de Villa probata, Roberto Nigro dorso cum aliis pluribus; ex parte canonicorum : Michael tunc abbate, Radulfus de Bona, Gauterio sacerdote, Hugone forestario, Tebaudo famulo abbatis. Haec postea concessit primogenitus Raginaldus supra dicti Raginaldi de Peletrois, audientibus Paganode Vegia, Nicol Ferale, Roberto Redonensi priore, Herveio de Romuderia (d'après HAMON-JUGNET 1972).

Annexe 1.2 : acte 177 des titres de l'abbaye de Rouez-en-Champagne

ADS H830 Registre in folio 104 feuillets papiers. XVIIIe s. Inventaire des titres de l'abbaye de Champagne se rapportant à Tennie.
Acte 177 (1335)

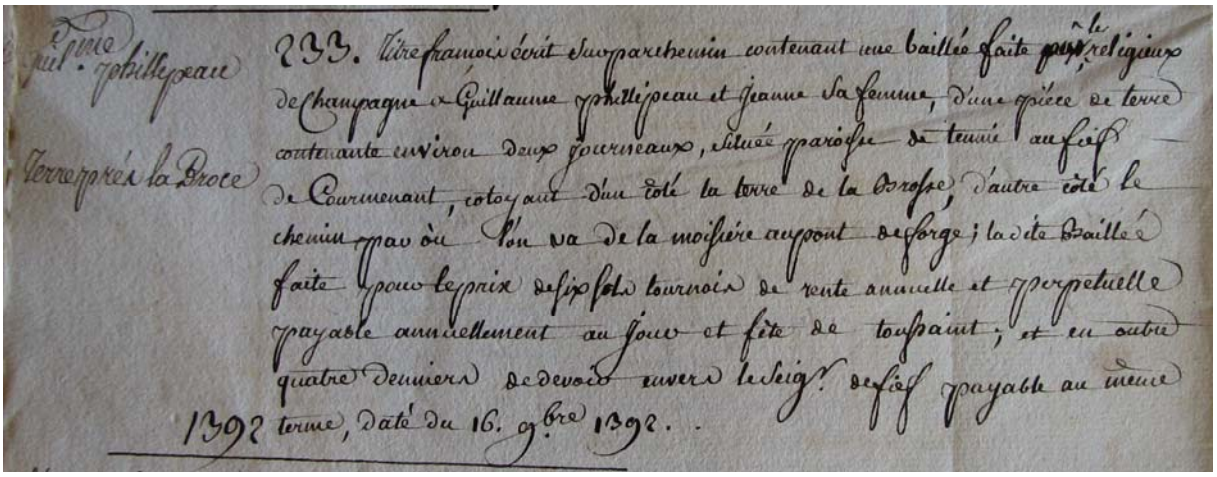


Transcription

177. Titre françois écrit sur Parchemin par lequel Guillaume Chauvel, clerc, fils et héritier du dit feu Guillaume Chauvel, donne et cedde aux religieux de l'abbaie de Champagne, pour se deliberer et etre quite de la rente portée en l'article cydessus, ensemble des arrerages deux piéces de bois contenantes six journeaux proches le bois de montafrai, plus une autre apellée la Jariaie de forges, contenante six journeaux, cotoyant le chemin de tennie ; plus seize journeaux de terre ou environ en trois piéces, dont une est appelée le champ Guillote contenante cinq journeaux ou environ, et l'autre appellée les formes contenante sept journeaux, proche la terre le Gendre, aboutant au chemin de Sillé à Tennie, et la troisième piéce appellée le champ goupille contenante quatre journeaux ou environ aboutant au chemin de la forge et de l'abbaye de Champagne, et cotoye la terre le Gendre ; plus une noe de pré tenante à la dite pièce des formes. Donné en la cour du mans, le mardi après la saint jean Baptiste de l'an 1335.

Annexe 1.3 : acte 233 des titres de l'abbaye de Rouez-en-Champagne

ADS H830 Registre in folio 104 feuillets papiers. XVIIIe s. Inventaire des titres de l'abbaye de Champagne se rapportant à Tennie.
Acte 233 (1392)



Transcription

233. Titre françois écrit sur parchemin contenant une baillée faite par les religieux de Champagne à Guillaume philippeau et Jeanne sa femme, d'une pièce de terre contenante environ deux journeaux, située paroisse de tennie eu fief de Courmenant, cotoyant d'un côté la terre de Brosse, d'autre côté le chemin par où l'on va de la moisière au pont de forge ; la dite Baillée faite pour le prix de six sols tournois de rente annuelle et perpetuelle payable annuellement au jour et fête de toussaint, et en outre quatre deuniers de devoir envers le Seign. du fief payable au même terme, daté du 16 9bre 1392.

Annexe 1.4 : extrait de SURVILLE 1920 : 39-40

"le 25 février 1455, noble dame Marguerite de La Ferrière, dame de La Ferrière […], expose au bailli d'Alençon, robert Postel, que "depuis naguères son bois dit la haye de La Ferrière avait été saisi par le duc d'Alençon parce que on disait qu'elle avait audit lieu une forge grossière propre à faire fer et poêles de fer et que du bois brisé, versé et volé étant en ladite haye, tenue à tiers et danger dudit seigneur, elle faisait faire le charbon nécessaire à sa forge, qu'elle baillait à ferme chaque année le jour de saint Christophe au plus offrant et dernier enchérisseur ; comme aussi la dite dame pouvait prendre par an en chacune des autres forges de la paroisse un vallet tel qu'elle voulait choisir pour forger en sa forge en lui continuant le même salaire ; le tout disait-elle suivant ses anciennes chartes et aveux et cela depuis si longtemps qu'il n'était mémoire d'homme". Une information par témoin fut ordonnée […]. Bientôt un jugement rendu aux assises de la vicomté consacra les droits de la dame de La ferrière. Le 4 septembre suivant, la forge et l'exploitation de la forêt furent mises en adjudication pour un an […] et adjugées à Colin Garnier, qui s'empressa de mettre la forge en état et de trouver un directeur, auquel il adjoint un ouvrier poêlier ; mais ce personnel restreint était malheureusement insuffisant. Jehan de Beaumont [procureur de la dame de La Ferrière], sur la réclamation du sieur Garnier requit maître Jehan Cousin, sénéchal de la seigneurie de l'accompagner dans des visites qu'il allait faire aux autres forges pour y faire choix d'ouvriers capables. Deux forges grossières, outre celle du seigneur, fonctionnaient alors à La Ferrière, l'une était tenue par Guillaume Morin, et l'autre par Raulet Le Verrier. Dans cette dernière, le sieur de Beaumont porta son choix sur Guillaume Marie, ouvrier poêlier, auquel commandement fut fait par le juge de quitter son atelier pour aller travailler à la forge du sieur Garnier. L'ouvrier obéit après que son salaire habituel lui été assuré. Ce salaire consistait, outre un petite remise sur le prix de vente des objets fabriqués, en un paiement fixe et annuel de deux écus d'or et deux sous trois deniers de vin de marché, non compris le denier de Dieu […]. Le tout payable moitié au commencement et l'autre moitié à la fin de l'année. Ce privilège exorbitant de prélever dans chaque forge le meilleur employé fut de nouveau contesté à Christophe de La Ferrière le 11 septembre 1477 ; mais la procédure engagée tourna encore à l'avantage du seigneur, et en conséquence l'ouvrier Robin Surfait dut abandonner l'atelier de Raoulet Le Verrier son patron." (SURVILLE 1920 : 39-40, d'après ARNOUX 1993 : 130-131).

Annexe 1.5 : papier de la mynière de Beaumont n°998

d'après ARNOUX 1993 : 592-593.

"Assemblée des ferons de la myniere de beaumont tenue a saint Macé de La Mosse en l'ostel de Guillaume de Putot par nos Richard Le Cloutier escuier vicomte de Saint Sylvin et Le Thuit et Robert Gringore lieutenant general du vicomte de Thury le dymace IIe jour de décembre[141] mil IIII^{c} LXXIII.

[…]

Pierres Le Metayer, Jehan Le Got, jurés sur le fait[142] de ladite miniere de Beaumont reportèrent que noble homme Nicolas Chambellan dit Grosparmy baron de Flers a ouvert une myniere en la forest de Hallouse a luy apartenant et en a fait tirer de la myne et oultre di ledit Le Metayer que ledit Grosparmy a fait amener de la myne de ladite mynière ainsi par luy ouverte a la forge dudit Metayer et luy venu fist metre par les[143] serviteurs dudit Metayer et par contrainste la myne de Beaumont qui estoit en sa dite forge fist oter et y metre de sa myne ainsi par luy ouverte et l'a fete et par sa[144] contrainste et l'a fete forgier et fere du fer et en a fait Ii fontes de son autorité et il en auroit fait III se pouvoit et y en avoit eu comme une charretée devant la forge dudit Metayer et pour ce que ledit Le Metayer n'en volloit user ne d'aultre que de ladite myniere de Beaumont ledit Grosparmy a fait mener ladite charretée de ladite myne aux faeseurs de paesles de nouvel édifiés en la paroisse de Flers en la forest de Hallouse dont est mestre Raoullet Le verrier dit oultre ledit Le Metayer que ledit Grosparmy luy a dit qu'il ne prent de sa myne qu'il n'aura plus de son bois pour forger."

[141] Pour janvier.
[142] *En la court* a.c.
[143] *Ses* a.c.
[144] *Forgiee* a.c.

Annexe 1.6 : monographie de Saint-Denis-d'Orques par Victor Gomer (1935)

Extraits (copie de M. Hubert)

Industrie

- I - Forges

A Joué en Charnie il y eut longtemps un amas considérable de scories dans la lande de Girouard et dans les champs des Bassetières près de Poipailles ; les amas ont disparu.

En parcourant la commune nous découvrons en maints endroits des scories tantôt éparpillées sur le sol par la longue suite des temps, tantôt entassées formant un monticule ressemblant à un cône écroulé.

Nous citerons les principaux :

1) Celui de la **Minière aux Chartreux**: ce tas de scories se trouvait dans la partie ouest du champ de la Minière, section D 11, de 7 hectares environ, il était important. Lors de l'établissement de la ligne de tramway de St. Denis à St. Jean sur Erve il fut employé au ballast de cette ligne à proximité des Chartreux et l'on y trouva des poteries romaines et 3 pièces de monnaie romaine de peu de valeur: 1° sesterce d'Hadrien (empereur romain régna de 117 à 138); 2° as d'Antonin Le Pieux (successeur d'Hadrien régna de 1238 à 161); 3° denier de Vespasien de l'an 75 (empereur romain de 69 à 79). Ces 3 pièces sont aux mains de Mr. Marcignery propriétaire à St. Denis. On peut en conclure que ces scories dataient de l'époque gallo-romaine et provenaient d'une forge à bras ayant commencée à fonctionner dés cette époque ou même un peu antérieurement.

2) En le **bois des Chartreux**:

a) Dans la **partie Sud Est** il existe à proximité des sources un amas de scories garenné par le gibier. Sous une souche on découvre assez bien conservée la voûte d'un fourneau de forge à bras établie en maçonnerie. Cette forge devait exister à une époque plus récente vers 1500 probablement.

b) Et dans la **partie Nord Est**, près du ruisseau du Châtelier se trouve un tas de scories sur lequel existent des gros chênes ayant plusieurs siècles.

3) En **forêt de Charnie** (voir la Charnie), au **Tertre** (section B n° 1234) on découvre un monticule de scories assez bien conservé. Plusieurs constructions démolies existaient à quelques cent pas et servaient à l'habitation des forgerons. Ces derniers avaient établi pour leurs besoins une fontaine et un lavoir encore existant et utilisé par les habitants du Broussil; en bordure d'un ruisseau et pour l'usine à fer, ils établirent un étang sur ce ruisseau appelé "l'étang de folle entreprise" qui est à sec depuis longtemps. Cette forge à bras doit avoir une certaine importance pour subsister jusque vers 1600, car on voit les murailles des bâtiments et en 1825 on y voyait encore trace de jardin et des

groseilliers. Fut-elle d'une réussite malheureuse d'où le nom de son étang "folle entreprise"? On ne sait. L'étang était de faible étendue et l'amas de scories de petite dimension. Une partie dut être utilisée pour les chemins et la charroyère qui y accède.

4) Aux **Ferrettes**; lieu tirant son nom de "Fer" on y trouve également des scories et une forge à bras y fut installée peut-être à une époque plus primitive.

5) A la **Guittière**, on y découvre éparses dans les champs de nombreuses pierres de sorne et dans un broussil une butte de scories démontrant qu'autrefois une forge à bras était exploitée dans ces parages.

6) A la **Cosnuère** près la Ragainière existe le champ de la Grande Ferrière où se trouve aussi du minerai de fer. Dans le bas et vers le milieu de ce champ on aperçoit des ruines de construction et de la sorne, vestige de vieille forge à bras.

7) Au **bois du Creux** près de la route du Clos Macé se trouve la butte du Charbon Noir ou du Charbonnay, surélévation de scories remplie de garennes où le gibier vient se réfugier. Une forge à bras s'y trouvait autrefois.

8) A **Valifer**, il y a 2 fermes tirant leur nom de Fer (vallée de fer). Le curé Georget dans sa chronique de 1840 signale que cette vallée appartenait autrefois à un propriétaire nommé "le Fer" d'où l'on aurait formé "Valifer". Cette assertion paraît fantaisiste et nous n'avons découvert aucune trace de nom d'homme appelé "le Fer". Mais ce qui est certain, c'est que dans la partie basse près le bois du Creux il existait une butte de sorne enlevée il y a quelques années par Mr. Jupin fermier et utilisée pour l'encaissement du chemin menant au Bas Valifer. Dans ces parages il y avait donc une forge à bras et l'étymologie de Valifer serait probablement de "vallée de fer".

9) A la **Muette**, en proximité se trouvaient la coupe et le champ de "la butte à fer", nombreuses scories, indice de forge à bras.

10) A la **Gandonnière**: mine à fer en la pièce du Devant abolie vers 1854.

11) Aux **Bougrières**: en 1836 on y trouva en terre une clé romaine en bronze et ailleurs des scories ainsi qu'une médaille en bronze de Lucille femme de Lucius-Vérus; on y a découvert encore une ferrière romaine. Là il y avait donc une forge à bras au temps de l'invasion romaine puisque la médaille fut frappée vers 150.

Annexe 2 :

informations sur le minerai de fer de la zone d’étude

Classification	Cartes	Code	Âge	Ère	Description	Cité comme minerai de fer
Sables, graviers argiles et grès tertiaires (Pliocène et Eocène)	Evron	e6	Tertiaire - Bartonien	Tertiaire	Sables, grès et meulières	
	Sillé-le-Guillaume	e7	Eocène - Priabonien	Cénozoïque	Sables et graviers localement silicifiés	
	Domfront	e-g	Tertiaire - Eocène	Tertiaire	Sables, graviers, argiles et cailloutis.	
	Meslay-du-Maine	p	Pliocène présumé	Tertiaire	Sables et graviers de plateaux	
	Meslay-du-Maine			Tertiaire/Quaternaire	Grès Roussard	
	Château-Gontier	P	Pliocène	Tertiaire	Roussards	X
Minerai de fer cénomanien	Sillé-le-Guillaume	n6-C1a	Crétacé - Albien supérieur / Cénomanien inférieur	Mésozoïque	Argiles glauconieuses à minerai de fer	X
	Loué	C1	Cénomanien inférieur et moyen	Secondaire	Argiles glauconieuses à minerai de fer	X
	La Ferté-Macé	C1-2a	Cénomanien	Secondaire	Sables du Maine	
	Beaumont-sur-Sarthe	n7sC1a	Albien supérieur - Cénomanien inférieur	Secondaire	Argiles glauconieuses à minerai de fer	X
Grès ferrugineux de la formation de Gahard	Evron	d1a	Dévonien - Lochkovien inférieur	Primaire	Grès de Gahard	
	Sillé-le-Guillaume	d1	Dévonien - Lochkovien	Paléozoïque	Formation de Gahard	
	Loué	d1a-b	Dévonien - Gédinnien	Primaire	Grès de Gahard	
Minerai oolithique primaire	Sillé-le-Guillaume	O3-4[1]	Ordovicien - Llanvirn-Llandeilo	Paléozoïque	Formation du Pissot	X
	Villaines-la-Juhel	O3-4	Ordovicien - Llanvirnien/Llandeilien	Paléozoïque	Schistes du Pissot	X
	Fresnay-sur-Sarthe	O3-4	Ordovicien - Llanvirnien/Llandeilien	Paléozoïque	Schistes à Neseuretus	X
	Loué	O2b-5a	Ordovicien - Arénigien inférieur ou moyen à Caradocien	Primaire	Formation d'Andouillé (= Schistes à Calymènes)	X
	Meslay-du-Maine	O2b-5a	Ordovicien - Arénigien moyen-Caradocien	Paléozoïque	Formation d'Andouillé (= Schistes à Calymènes)	
	Evron	O2b-5a	Arénigien moyen à Caradocien inférieur	Primaire	Formation d'Andouillé (= Schistes à Calymènes)	
	La Ferté-Macé	O3-4	Cambrien - Llanvirnien/Llandeilien	Primaire	Schistes du Pissot	
	Flers-de-l'Orne	O3-4	Cambrien - Llanvirnien/Llandeilien	Primaire	Schistes du Pissot	
	Domfront	O3-4	Cambrien - Llanvirnien/Llandeilien	Paléozoïque	Schistes du Pissot	
	Alençon	O3-4	Llanvirnien - Llandeilien	Primaire	Schistes du Pissot	
	Château-Gontier	O2a et O2c	Arénigien	Primaire	Grès armoricain	

Fig. 242 : tableau d'équivalence des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer (1/2).

Classification	Cartes	Code	Âge	Ere	Description	Cité comme minerai de fer
Grès de Blandouet	Loué	O2a	Ordovicien - Arénigien	Primaire	Formation des Grès de Blandouët	
	Sillé-le-Guillaume	k5-O1	Cambrien supérieur - Trémadoc ?	Paléozoïque	Formation des Grès de Blandouët	X
	Loué	k6-O1	Cambrien supérieur - Trémadocien	Primaire	Grès de Blandouet	
	Meslay-du-Maine	k6-O1	Cambrien supérieur - Trémadocien	Paléozoïque	Schsites et grès de Blandouët	X
	Evron	k5-O1	Cambrien supérieur - Trémadocien	Primaire	Grès ferrugineux de Blandouet	
	Fresnay-sur-Sarthe	k5-O1	Cambro-Trémadocien ?	Paléozoïque	Grès de Blandouët : Grès de la vallée d'Enfer (Perseigne)	
	Villaines-la-Juhel	k4-O1	Cambro-Trémadocien ?	Paléozoïque	Psammites de Sillé et Grès de Blandouët	
Formations non retenues pour la cartographie						
Oxydes des terrains carbonifère	Château-Gontier	h1a-b2 et h1b2	Tournaisien - Tournaisien supérieur	Secondaire	Oxydes de fer au contact des couches de houille.	
"Grès roussards" cénomanien	Loué	C2a	Cénomanien inférieur et moyen	Secondaire	Sables et grès du Maine	
	Sillé-le-Guillaume	C1	Cénomanien moyen supérieur	Cénozoïque	Sables du Maine	
Calcaire jurassique à oolithes ferrugineuses	Sillé-le-Guillaume	j3	Jurassique - Bathonien	Mésozoïque	Calcaires et oolithes ferrugineuses à *Montivalia*	
	Beaumont-sur-Sarthe	j2c2	Jurassique - Bathonien	Secondaire	Oolithe ferrugineuse à *Montivalia*	
	Beaumont-sur-Sarthe	j3b	Jurassique - Callovien inférieur et moyen	Secondaire	Oolithe ferrugineuse de l'Antonnière et argiles sableuses indifférenciées	
	Beaumont-sur-Sarthe	j3b1	Jurassique - Callovien moyen	Secondaire	Oolithe ferrugineuse de Vivoin	
Bétain	Meslay-du-Maine			Quaternaire	bétain	
	Domfront	F	Quaternaire - Alluvions - Colluvions	Quaternaire	Alios	

Fig. 243 : tableau d'équivalence des formations géologiques pouvant contenir du minerai de fer (2/2).

N°INSEE	Commune	Lieu-dit	Minerai	Recherche	Découverte	Demande de concession	Extraction attestée	Archives	Publications
53005	Andouillé	La Fauchardière	X		X			ADM S766 et S767 Déclaration de D. Oehlert de 1901 et 1902	
53010	Assé-le-Bérenger		X				X		ANGOT 1910, t.1 : 83
53015	Baconnière (La)	?	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 107 ; OEHLERT 1882 : 121-122
53022	Bazouge-de-Chéméré (La)	?	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; OEHLERT 1882 : 121-122
53032	Blandouet	Coin des Haies, La Mancellière	X			X	X	ADM S761 et S767 Demande de concession de 1913	BLAVIER 1837 : 89-90 et 179; OEHLERT 1882 : 33 ; ANGOT 1910, t.1 : 277
53033	Boissière (La)					X		ADM S767 Demande de concession de 1912	
53035	Bouchamp-les-Craon			X		X		ADM S762 Recherche en 1912 ; ADM S767 Demande de concession (1912)	
53038	Boulay-les-Ifs			X				ADM S767 Recherche en 1907	
53039	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	Bourgneuf, Champbouquet, Frenay, Rondelières, Trémelaye	X				X	ADM E minutes du notaire Olivier le Bourdais ; ADM S763 Enquête suite à la loi de 1810 ; ADM S763 Enquête suite à la loi de 1810 (1811) et ADM S773 (1839) ; ADM S90242 (1821)	BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; OEHLERT 1882 : 121-122 ; ANGOT 1910, t.1 : 379 ; LAURAIN 1938 : 83-85, doc. III
53040	Bourgon	?	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 109 ; OEHLERT 1882 : 121-122 ; ANGOT 1910, t. 1 : 385
53048	Chailland			X				ADM S762 Recherche en 1911	
53050	Chammes					X		ADM S761 et S767 Demande de concession de 1913	
53052	Champfrémont		X	X	X			ADM S824 et S767 Déclaration de découverte de 1836 et recherche de 1907	
53054	Changé		X	X				ADM S762 Recherche en 1912	ANGOT 1910, t.1 : 525
53065	Châtres-la-Forêt	La Goupillère, La métairie des Etangs, Les Gardes, Les Croisettes	X				X	ADM série E minutes du notaire Pierre Gaultier ; ADM série E minutes du notaire François Garnier et jean Fouillu ; ADM série E minutes du notaire Guillaume Bouvet	BLAVIER 1837 : 89-90 et 110-179 ; ANGOT 1910, t.1 : 614 ; LAURAIN 1926-1927 : 117-119, doc. I et 125-136, doc. VI et VIII et 139-142, doc. X
53066	Chémazé		X						ANGOT 1910, t. 1 : 627

Fig. 244 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie (1/5).

N°INSEE	Commune	Lieu-dit	Minerai	Recherche	Découverte	Demande de concession	Extraction attestée	Archives	Publications
53073	Congrier	Roche Charbonneau	X	X		X	X	ADM S761 Demande de concession de 1913 ; ADM S762 Recherche en 1912 et 1913 ; ADS S767 ouverture de galerie (1911) ; ADM S767 Demande de concession de 1911	
53076	Cossé-en-Champagne		X						ANGOT 1910, t. 1 : 736
53080	Couptrain			X				ADM S767 Recherche en 1907	
53089	Daon		X						ANGOT 1910, t.2 : 7
53097	Evron	La Fosse, Les Croisettes et autres, Maison-Rouge, Verdelle	X				X	ADM série E minutes du notaire Guillaume Bouvet ; ADM série E minutes du notaire Jean Fouilliu	BLAVIER 1837 : 89-90, 111 et 179 ; ANGOT 1910, t. 2 : 134 ; LAURAIN 1926-1927 : 142-143, doc. XI et 121, doc. III
53105	Gesnes		X		X			ADM S762 Découverte en 1913	
53109	Grazay		X						ANGOT 1910, t.2 : 332
53133	Lignières-Orgères	Patricière et Gérarderie				X		ADM S761 Demande de concession de 1911 ; ADM S767 Découverte en 1906 ; ADM S763 Recherche et découverte de minerai de fer en 1907 et ADM S777	
53144	Marcillé-la-Ville	Ecures	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 114 ; ANGOT 1910, t.2 : 771
53152	Meslay-du-Maine	?	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; OEHLERT 1882 : 121-122
53161	Montsûrs	?	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; OEHLERT 1882 : 121-122
53164	Neuilly-le-Vendin			X				ADM S767 Recherche en 1907	
53168	Nuillé-Sur-Vicoin			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53169	Olivet			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53173	Pallu (La)			X				ADM S767 Recherche en 1907	
53182	Port-Brillet			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53187	Ravigny			X		X		ADM S761 et S767 Recherche et demande de concession de 1907	
53188	Renazé	Forêt de Lourzais	X	X	X	X	X	ADM S762 Recherche et découverte de 1911 et 1912 ; ADS S767 Puits d'extraction de 20 m (1911) et demande de concession en 1901, 1906 et 1911	

Fig. 245 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie (2/5).

N°INSEE	Commune	Lieu-dit	Minerai	Recherche	Découverte	Demande de concession	Extraction attestée	Archives	Publications
53214	Saint Erblon	L'Espérance	X	X	X	X	X	ADM S761 Demande de concession de 1913 ; ADM S762 Recherche et découverte en 1912 et 1914 , ADS S767 Recherche en 1911, demande de concession en 1912 et découverte d'une couche de 1,6 m (1913)	
53197	Saint-Aignan-sur-Roë			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53201	Saint-Berthevin	Les Carteries, Maison-Brûlée	X		X			ADM S762 Découverte en 1899	ANGOT 1910, t.3 : 508
53207	Saint-Christophe-du-Luat	Richefollières, Les Ermaudières, La Luccazière	X				X	ADM série E minutes du notaire Jean Fouilliu ; ADM série E minutes du notaire Jean Fouillu ; ADM série E minutes du notaire Urbain Bagot ; ADM série E minutes du notaire François Garnier	BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ANGOT 1910, t.3 : 522 ; LAURAIN 1926-1927 : 119-120, doc. II, 121, doc. III et 125-128, doc. VI ; 1938 : 80-83, doc. I et II.
53228	Saint-Jean-sur-Erve	La Haute-Mancellière	X		X	X		ADM S761 Demande de concession de 1913 ; ADM S762 Découverte en 1908	ANGOT 1910, t. 3 : 598
53232	Saint-Léger	Fay	X		X	X		ADM S766 S767 Découverte et Demande de concession (1907)	
53240	Saint-Martin-du-Limet			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53243	Saint-Ouen-des-Toits	Gué de la Châtre	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ANGOT 1910, t. 3 : 647OEHLERT 1882 : 121-122
53246	Saint-Pierre-des-Nids					X		ADM S761 Demande de concession de 1907	
53247	Saint-Pierre-la-Cour	L'Embuche, Les Essards, Feux-Villaines, Bois des Effretais, Prise-Gobron	X	X		X	X	ADM S762 Recherche en 1912 et 1914 ; ADM S763 Enquête suite à la loi de 1810 (1811 et 1815) ; ADM S767 Demande de concession en 1907 ; ADM S779 Plan de 1830 ; ADM S90242 (1914)	BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ANGOT 1910, t. 3 : 655 ; OEHLERT 1882 : 121-122
53249	Saint-Pierre-sur-Orthe	La Courtelle, Montfaucon	X				X		BLAVIER 1837 : 89-90 et 179 ; ANGOT 1910, t. 3 : 661
53251	Saint-Quentin-les-Anges					X		ADM S767 Demande de concession de 1912	
53252	Saint-Samson			X				ADM S767 Recherche en 1907	

Fig. 246 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie (3/5).

N°INSEE	Commune	Lieu-dit	Minerai	Recherche	Découverte	Demande de concession	Extraction attestée	Archives	Publications
53253	Saint-Saturnin-du-			X				ADM S762 Recherche en 1912	
53259	Sennones					X		ADM S761 et S767 Demande de concession en 1907 et 1913	
61124	Coulonche (La)		X				X		LEMENOREL 1982 : 24
61163	Ferrière-aux-Etangs (La)		X				X		LEMENOREL 1982 : 24
61165	Ferrière-Bochard (La)	Jariats, Rébourset, La Garenne	X			X	X	ADO S 1834 Lettre de l'ingénier des mines Grandin du 6/10/1817 et Etat de la redevance de 1817 ; ADO S 1874 Rapport de M. Grandin au préfet sur les extractions du départements de l'Orne, daté du 13/9/1816 ; ADM S761 Demande de concession de 1907 et 1911	LEMENOREL 1982 : 25-27.
61126	Larchamp		X				X		LEMENOREL 1982 : 24
61295	Motte-Fouquet (La)					X		ADM S761 Demande de concession de 1911	
61442	Saint-Patrice-du-Désert					X		ADM S761 et S767 Demande de concession de 1907 et 1911	
72011	Assé-le-Boisne	Le Grand Minerai, Doucelles	X						HEDIN 1882 : 79 et 85 ; 1913-1914 : 287 ; PESCHE 1829-1842, t.1 : 38
72019	Avessé		X						PESCHE 1828-1842, t.1 : 75
72050	Brûlon		X						PESCHE 1829-1842, t.1 : 250 ; HEDIN 1913-1914 : 290
72074	Chemiré-en-Charnie		X						PESCHE 1829-1842, t. 2 : 3 ; HEDIN 1913-1914 : 290
72109	Crissé		X						PESCHE 1829-1842, t. 2 : 279
72149	Joué-en-Charnie		X						HEDIN 1913-1914 : 290
72141	Gesnes-le-Gandelain		X						PESCHE 1829-1842, t.2 : 507
72151	Juigné		X						PESCHE 1829-1842, t.2 : 570
72199	Moitron	Gué-Lian	X					ADS 8S28 1913 à 1922	HEDIN 1882 : 79 ; 1913-1914 : 286-287
72209	Montreuil-le-Chétif	Le Minerai, La Barrièrerie, Les Aumôneries, La Fosse-aux-Loups, Forge-Picher, Butte, Houx	X				X	ADS 8S28 1838, 1913 à 1922	PESCHE 1829-1842, t.4 : 195 ; HEDIN 1882 : 80 ; 1913-1914 : 286-287; GUILLIER 1886 : 42 ;

Fig. 247 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie (4/5).

N°INSEE	Commune	Lieu-dit	Minerai	Recherche	Découverte	Demande de concession	Extraction attestée	Archives	Publications
72211	Mont-Saint-Jean	La Trottinière	X				X	ADS 8S28 (17 mai 1839)	PESCHE 1829-1842, t.4 : 213 ; HEDIN 1913-1914 : 288
72212	Moulins-le-Carbonnel	Le Grand Minerai	X						PESCHE 1829-1842, t.2 : 224 ; HEDIN 1882 : 79
72256	Rouez	La Goupillère	X				X	ADS 8S5	HEDIN 1913-1914 : 288-290 ; GUIOLLARD 1993 : 31-32
72266	Saint-Aubin-de-Locquenay	Le Chapeau, Montfrein	X					ADS 8S28 1913 à 1922 ; ADS 8S28 (1814)	PESCHE 1829-1842, t.5 : 28 ; HEDIN 1882 : 53 ; 1913-1914 : 286-287 ; GUILLIER 1886 : 42
72273	Saint-Christophe-du-Jambet		X					ADS 8S28 1913 à 1922	PESCHE 1829-1842, t.5 : 161 ; HEDIN 1913-1914 : 286-287
72278	Saint-Denis-d'Orques	Le Chêtellier, La Bois des Chartreux, Les Perrières	X					ADS 8S28 (1800, 1808 et 1838)	PESCHE 1829-1842, t.5 : 195
72294	Saint-Léonard-des-Bois	Bois de Chemasson, Corcelier	X						PESCHE 1829-1842, t.5 : 351 ; HEDIN 1882 : 79 ; 1913-1914 : 287
72305	Saint-Ouen-de-Mimbré	Maigné, château de Membré, Landes, La Giraudière	X						HEDIN 1882 : 80 et 85
72332	Ségrie	Haut-Eclair	X					ADS 8S28 1913 à 1922	PESCHE 1829-1842, t.6 : 98 ; HEDIN 1882 : 79 ; 1913-1914 : 286-287
72337	Soulgé-le-Ganelon	Bussonnières, Haut-et-Clair, Doucelles	X				X		HEDIN 1882 : 85

Fig. 248 : tableau synthétique des données sur le minerai de fer dans le Bas Maine d'après les archives et la bibliographie (5/5).

Annexe 3 :

inventaire des indices et sites liés à la métallurgie du fer dans le Bas Maine

Annexe 3.1 : inventaire des sites et indices de site de la zone d'étude

Mayenne 606

53 004 – AMPOIGNÉ 606
53 005 – ANDOUILLÉ 606
53 007 – ARGENTRÉ 607
53 008 – ARON 607
53 009 – ARQUENAY 609
53 010 – ASSÉ-LE-BÉRENGER 609
53 011 – ASTILLÉ 609
53 012 – ATHÉE 609
53 013 – AVERTON 610
53 014 – AZÉ 610
53 015 – BACONNIÈRE (LA) 610
53 016 – BAIS 610
53 017 – BALLÉE 611
53 019 – BANNES 611
53 022 – BAZOUGE-DE-CHÉMÉRÉ (LA) 611
53 023 – BAZOUGE-DES-ALLEUX (LA) 612
53 024 – BAZOUGES 612
53 025 – BAZOUGERS 612
53 027 – BEAUMONT-PIED-DE-BŒUF 613
53 028 – BELGEARD 613
53 029 – BIERNÉ 613
53 030 – BIGNON-DU-MAINE (LE) 614
53 032 – BLANDOUET 614
53 035 – BONCHAMPS-LÈS-CRAON 616
53 036 – BOUÈRE 616
53 037 – BOUESSAY 616
53 039 – BOURGNEUF-LA-FORÊT (LE) 618
53 040 – BOURGON 619
53 043 – BRÉE 619
53 045 – BRÛLATTE (LA) 619
53 046 – BURET (LE) 620
53 048 – CHAILLAND 620
53 049 – CHÂLONS-DU-MAINE 621
53 050 – CHAMMES 621
53 051 – CHAMPÉON 622
53 052 – CHAMPFRÉMONT 622
53 053 – CHAMPGENÉTEUX 622
53 054 – CHANGÉ 622
53 056 – CHAPELLE-ANTHENAISE (LA) 623
53 058 – CHAPELLE-CRAONNAISE (LA) 623
53 059 – CHAPELLE-RAINSOIN (LA) 623
53 062 – CHÂTEAU-GONTIER 624
53 065 – CHÂTRES-LA-FORÊT 624
53 066 – CHÉMAZÉ 624
53 067 – CHÉMÉRÉ-LE-ROI 625
53 068 – CHÉRANCÉ 626
53 071 – COULOMBIERS-DU-PLESSIS 626
53 072 – COMMER 626
53 073 – CONGRIER 626
53 074 – CONTEST 627
53 076 – COSSÉ-EN-CHAMPAGNE 627
53 077 – COSSÉ-LE-VIVIEN 630
53 079 – COUESMES-VAUCÉ 630
53 084 – CRAON 631
53 085 – CRENNES-SUR-FRAUBÉE 631
53 087 – CROPTE (LA) 631
53 088 – CUILLÉ 631
53 090 – DENAZÉ 631
53 092 – DEUX-ÉVAILLES 631
53 093 – DORÉE (LA) 632
53 094 – ENTRAMMES 632
53 095 – ÉPINEUX-LE-SEGUIN 632
53 097 – ÉVRON 632
53 100 – FOUGEROLLES-DU-PLESSIS 633
53 101 – FROMENTIÈRES 633
53 104 – GENNES-SUR-GLAISE 633
53 105 – GESNES 634
53 106 – GESVRES 634
53 108 – GRAVELLE (LA) 636
53 109 – GRAZAY 638
53 110 – GREZ-EN-BOUÈRE 638
53 113 – HAMBERS 638
53 114 – HARDANGES 638
53 115 – HERCÉ 638
53 116 – HORPS (LE) 638
53 117 – HOUSSAY 639
53 118 – HOUSSEAU-BRÉTIGNOLLES (LE) 639
53 119 – L'HUISSERIE 639
53 120 – IZÉ 639
53 121 – JAVRON-LES-CHAPELLES 639
53 122 – JUBLAINS 640
53 123 – JUVIGNÉ 641
53 125 – LANDIVY 641
53 126 – LARCHAMP 641
53 127 – LASSAY-LES-CHÂTEAUX 642
53 129 – LAUNAY-VILLIERS 642
53 130 – LAVAL 643
53 133 – LIGNIÈRES-ORGÈRES 644
53 134 – LIVET 645
53 136 – LOIGNÉ-SUR-MAYENNE 646
53 137 – LOIRON 647
53 140 – LOUVERNÉ 647
53 144 – MARCILLÉ-LA-VILLE 647
53 146 – MARTIGNÉ-SUR-MAYENNE 648
53 150 – MÉNIL 649
53 151 – MÉRAL 649
53 152 – MESLAY-DU-MAINE 649
53 153 – MÉZANGERS 649
53 154 – MONTAUDIN 650
53 159 – MONTOURTIER 650
53 160 – MONTREUIL-POULAY 650
53 161 – MONTSÛRS 650

53 162 – MOULAY 650
53 168 – NUILLÉ-SUR-VICOIN 650
53 170 – OISSEAU 651
53 174 – PARIGNÉ-SUR-BRAYE 651
53 176 – PAS (LE) 651
53 178 – PEUTON 651
53 179 – PLACÉ 651
53 185 – PRÉ-EN-PAIL 651
53 186 – QUELAINES-SAINT-GAULT 652
53 187 – RAVIGNY 652
53 188 – RENAZÉ 653
53 192 – ROUAUDIÈRE (LA) 653
53 195 – SACÉ 653
53 197 – SAINT-AIGNAN-SUR-ROË 653
53 201 – SAINT-BERTHEVIN 654
53 202 – SAINT-BERTHEVIN-LA-TANNIÈRE 655
53 203 – SAINT-BRICE 655
53 204 – SAINT-CALAIS-DU-DÉSERT 656
53 206 – SAINT-CHARLES-LA-FORÊT 656
53 207 – SAINT-CHRISTOPHE-DU-LUAT 656
53 208 – SAINT-CYR-EN-PAIL 657
53 209 – SAINT-CYR-LE-GRAVELAIS 657
53 210 – SAINT-DENIS-D'ANJOU 657
53 212 – SAINT-DENIS-DU-MAINE 658
53 218 – SAINTE-GEMMES-LE-ROBERT 658
53 219 – SAINT-GEORGES-BUTTAVENT 658
53 220 – SAINT-GEORGES-LE-FLÉCHARD 658
53 221 – SAINT-GEORGES-SUR-ERVE 659
53 223 – SAINT-GERMAIN-DE-COULAMER 659
53 224 – SAINT-GERMAIN-LE-FOUILLOUX 659
53 226 – SAINT-HILAIRE-DU-MAINE 659
53 228 – SAINT-JEAN-SUR-ERVE 660
53 232 – SAINT-LÉGER 661
53 233 – SAINT-LOUP-DU-DORAT 662
53 237 – SAINT-MARS-SUR-COLMONT 664
53 239 – SAINT-MARTIN-DE-CONNÉE 664
53 240 – SAINT-MARTIN-DU-LIMET 664
53 242 – SAINT-MICHEL-DE-LA-ROË 665
53 243 – SAINT-OUËN-DES-TOITS 666
53 244 - SAINT-OUËN-DES-VALLONS 666
53 245 – SAINT-PIERRE-DES-LANDES 666
53 246 – SAINT-PIERRE-DES-NIDS 666
53 247 – SAINT-PIERRE-LA-COUR 668
53 248 – SAINT-PIERRE-SUR-ERVE 670
53 249 – SAINT-PIERRE-SUR-ORTHE 670
53 251 – SAINT-QUENTIN-LES-ANGES 671
53 252 – SAINT-SAMSON 671
53 253 – SAINT-SATURNIN-DU-LIMET 671
53 255 – SAINTE-SUZANNE 671
53 256 – SAINT-THOMAS-DE-COURCERIERS 672
53 257 – SAULGES 672
53 258 – SELLE-CRAONNAISE (LA) 673
53 259 – SENONNES 673
53 260 – SIMPLÉ 673
53 264 – THORIGNÉ-EN-CHARNIE 673
53 265 – TORCÉ-VIVIERS-EN-CHARNIE 674
53 266 – TRANS 675
53 267 – VAIGES 675
53 271 – VILLAINES-JA-JUHEL 676
53 273 – VILLIERS-CHARLEMAGNE 676

Orne 677

61 024 – BANVOU 677
61 075 – CÉAUCÉ 677
61 091 – CHAMPSECRET 677
61 096 – CHAPELLE-D'ANDAINE (LA) 678
61 107 – CIRAL 678
61 124 – COULONCHE (LA) 678
61 145 – DOMFRONT 678
61 146 – DOMPIERRE 678
61 155 – ÉPINAY-LE-COMPTE 679
61 163 – FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS (LA) 679
61 165 – FERRIÈRE-BOCHARD (LA) 680
61 168 – FERTÉ-MACÉ (LA) 682
61 182 – GANDELAIN 682
61 186 – GENESLAY 682
61 201 – HAUTE-CHAPELLE (LA) 682
61 211 – JUVIGNY-SOUS-ANDAINE 682
61 232 – LONLAY-L'ABBAYE 682
61 235 – LORÉ 683
61 243 – MAGNY-LE-DÉSERT 683
61 248 – MANTILLY 683
61 279 – MIEUXCÉ 684
61 324 – PASSAIS 684
61 369 – SAINT-BÔMER-LES-FORGES 684
61 372 – SAINT-CÉNÉRI-LE-GÉREI 684
61 382 – SAINT-DENIS-SUR-SARTHON 685
61 387 – SAINT-FRAIMBAULT 685
61 401 – SAINT-GILLES-DES-MARAIS 685
61 421 – SAINT-MARS-D'ÉGRENNE 685
61 442 – SAINT-PATRICE-DU-DÉSERT 685

Sarthe 686

72 010 – ASNIÈRES-SUR-VÈGRE 686
72 011 – ASSÉ-LE-BOISNE 686
72 016 – AUVERS-LE-HAMON 689
72 019 – AVESSÉ 690
72 033 – BERNAY 692
72 050 – BRÛLON 692
72 074 – CHEMIRÉ-EN-CHARNIE 692
72 083 – CHEVILLÉ 693
72 109 – CRISSÉ 693
72 121 – DOUILLET 694
72 126 – EPINEU-LE-CHEVREUIL 694
72 141 – GESNES-LE-GANDELAIN 695
72 149 – JOUÉ-EN-CHARNIE 695
72 151 – JUIGNÉ-SUR-SARTHE 696
72 168 – LOUÉ 697
72 184 – MAREIL-EN-CHAMPAGNE 697
72 209 – MONTREUIL-LE-CHÉTIF 697
72 211 – MONT-SAINT-JEAN 699
72 212 – MOULINS-LE-CARBONNEL 702
72 216 – NEUVILLALAIS 703
72 234 – PEZÉ-LE-ROBERT 703

72 239 – POILLÉ-SUR-VÈGRE..... 704
72 255 – ROUESSÉ-VASSÉ 705
72 256 – ROUEZ 705
72 261 – RUILLÉ-EN-CHAMPAGNE..... 706
72 266 – SAINT-AUBIN-DE-LOCQUENAY..... 706
72 273 – SAINT-CHRISTOPHE-DU-JAMBET..... 706
72 278 – SAINT-DENIS-D'ORQUES..... 706
72 294 – SAINT-LÉONARD-DES-BOIS..... 713
72 307 – SAINT-OUEN-EN-CHAMPAGNE..... 714
72 309 – SAINT-PAUL-LE-GAULTIER.....714
72 315 – SAINT-RÉMY-DE-SILLÉ 715
72 321 – SAINT-SYMPHORIEN.....715
72 332 – SÉGRIE.....715
72 337 – SOULGÉ-LE-GANELON 716
72 343 – SOUVIGNÉ-SUR-SARTHE.....716
72 351 – TENNIE 717
72 379 – VIRÉ-EN-CHAMPAGNE 717

Mayenne

53 004 – AMPOIGNÉ

53 004.a - Ampoigné - *La Giletterie*
X : 361865 - **Y** : 2318540
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1628).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est un pré en herbe haute. Visibilité nulle.
Site : non.

53 004.b - Ampoigné - *Le Coudray*
X : 361973 - **Y** : 2319158
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire bien nette (2 mm de diamètre soit 60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1134).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de toute la parcelle, pas de scorie. Problème de localisation ?
Site : non.

53 005 – ANDOUILLÉ

53 005.01 - Andouillé - *La Haie*
X : 362324 - **Y** : 2357542
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle n'a pas été prospectée exhaustivement.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : découverte de quelques scories en bordure d'une grande minière moderne. M. Hubert a pris en photo ici la trace d'une minière plus ancienne dans cette parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 005.b - Andouillé - *La Butte*
X : 363486 - **Y** : 2356561
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle "Le Mineray" (A2 352). Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de deux excavations dans la parcelle "Mineray". On trouve en surface des nodules de minerai. La parcelle voisine est en pré. Il s'agit probablement d'anciennes minières.
Site : non.

53 005.c - Andouillé - *La Houssaie*
X : 363340 - **Y** : 2356584
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : A2 393, 406 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré mais des minières ont été repérées dans la parcelle voisine.
Site : non.

53 005.d - Andouillé - *Le Buron*
X : 362974 - **Y** : 2356291
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : A2 427-428 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : dans la partie boisée on peut voir des buttes et une dépression. Il s'agit probablement d'une ancienne minière.
Site : non.

53 005.e - Andouillé - *La Vallée*
X : 363256 - **Y** : 2357116
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 506 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : accès difficile et visibilité nulle. Prospection impossible.
Site : non.

53 005.f - Andouillé - *Le Coudray*
X : 363781 - **Y** : 2355640
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A3 108 "Le Champ au Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : pas de scories ni de minières. RAS.
Site : non.

53 005.g - Andouillé - *Le Verger*
X : 363768 - **Y** : 2358713
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 281 "Les Mignières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 753 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : une excavation bien marquée est visible du bord de la route. Minière ?
Site : non.

53 007 – ARGENTRÉ

53 007.a - Argentré - *La Chaloperie*
X : 381538 - **Y** : 2348220
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 289 "La petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 755 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : blé haut, visibilité nulle. prospection impossible.
Site : non.

53 007.b - Argentré - *La Maison Neuve*
X : 384813 - **Y** : 2345795
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C3 862 "La Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 755 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen de l'entrée de champ. RAS.
Site : non.

53 008 – ARON

53 008.01 - Aron - *Le Minerai*
X : 387838 - **Y** : 2373354
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle A2 300 "Landes des Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 771 (1829) ; HUBERT 2001.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 470 m².
Description : ferrier très arasé avec concentration de forme ovale et très léger micro-relief plus noir. L'étalage est assez fort. Continuité du site dans le pré voisin. La densité y serait même plus importante selon l'agriculture.
Mobilier : très fort épandage de mobilier moderne et contemporain et un tesson gallo-romain ?
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.02 - Aron - *Bois des Vaux*
X : 388343 - **Y** : 2373528
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories dispersées localisées par M. Hubert en bordure du bois des Vaux.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale des épandages de scories en bordure du bois des Vaux et des prés de la ferme du Minerai. Proximité probable de sites de réduction directe.
Mobilier : mobilier XVI e s. et plus.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.03 - Aron - *Les Poteries*
X : 388273 - **Y** : 2373015
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories dispersées localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : passage à deux reprises. Les scories sont visibles dans les talus.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses parmi les tessons dans les talus des fossés bordiers.
Mobilier : proximité atelier de production de céramique médiévale. 1 tegula, 1 tesson gallo-romain, 1 tesson de cuvier XVI e s. et mobilier XVI e s. et plus.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.04 - Aron - *La Cours de Oyères*
X : 387960 - **Y** : 2372681
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 314 m².
Description : ferrier très arasé avec densité assez faible et très légère coloration noire. Le relief a disparu. Proximité d'une excavation qui peut-être liée à l'exploitation de minerai mais aussi d'argile pour les ateliers de potiers proches ou pour le calcaire lacustres utilisé dans les fours à chaux.
Mobilier : céramique fin XVe à contemporaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.05 - Aron - *Les Hautes Oyères*
X : 387891 - **Y** : 2372488
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 470 m².
Description : ferrier très arasé sans micro-relief conservé. La dispersion est très importante mais on note une concentration ovale avec terre plus foncée et présence de gros blocs en cordons.
Mobilier : présence de grès en épandage (grès du domfrontais et proto-grès).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.06 - Aron - *Chemin de la Chapelle Saint-Grégoire*
X : 388004 - **Y** : 2373109
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories éparses à proximité de l'ancienne chapelle Saint-Grégoire.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection le long du chemin d'accès et autour de la chapelle. Scories très diffuses à la chapelle mais fragments plus important dans les talus. Prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses dans le talus. Plusieurs fragments de scories coulées en cordons grosses comme le point.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.07 - Aron - *Le Jardin*
X : 386058 - **Y** : 2371806
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 628 m².
Description : concentration de scories de post-réduction (forge probable) mélangées à du mobilier moderne.
Mobilier : céramique, tuiles, briques, métal.
Interprétation : métallurgie du fer en contexte d'occupation rural.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.08 - Aron - *Bourbayon*
X : 386887 - **Y** : 2373165
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 374, 377, 382 "La Grande Ferrière" et "La Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : 3 P 771 (1829) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 60 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1885 m².
Description : les scories ont été repérées dans les taupinières et quelques petits trous. La terre est noire par endroit mais les scories sont peu abondantes et très fragmentées. S'agit-il de scories de post-réduction ?
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.09 – Annulé.

53 008.10 - Aron - *Le Moulin Neuf*
X : 386682 - **Y** : 2374110
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle A1 133 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : 3 P 771 (1829) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : vaches avec leur veau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 785 m².
Description : le ferrier est couvert par des herbages. On voit le relief du chemin mais les vaches empêchent de pénétrer sur le site. Le site est bien visible sur la photographie aérienne. Scories en cordons denses.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 008.a - Aron - *Bas Villette*
X : 386250 - **Y** : 2373100
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F2 374, 396 "La Ferrière" et "La Grande Ferrière". Toponymes liés à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 771 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 008.g - Aron - *Les Roches*
X : 386945 - **Y** : 2373280
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 402, 403 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : 3 P 771 (1829) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : quelques petits fragments de scories éparses. Pas de concentration. Pas de site. Vérification effectuée en compagnie de Michel Hubert.
Site : non.

53 008.i - Aron - *La Purasière*
X : 386653 - **Y** : 2373255
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories dispersées repérées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de l'ensemble de la parcelle. Quelques petits fragments de scories éparses. Pas de ferrier. Vérification effectuée en compagnie de Michel Hubert.
Site : non.

53 008.l - Aron - *Le Vivier*
X : 385838 - **Y** : 2372565
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire immédiatement à côté de la ferme (2 mm de diamètre soit 60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (731).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache a été causé par la très forte humidité (proximité d'une source).
Site : non.

53 008.m - Aron - *Le Bignon*
X : 386145 - **Y** : 2371743
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire proche de la voie ferrée (1-2 mm soit 30-60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (731).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : l'indice est connu par M. Hubert et correspond à des brûlis. Pas de site.
Site : non.

53 008.n - Aron - *Chambelland*
X : 385728 - **Y** : 2369038
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire à côté d'un bosquet d'arbre (1mm soit 30 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (808).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tache d'humidité.
Site : non.

53 008.p - Aron - *La Chaire*
X : 387973 - **Y** : 2367578
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : F. Lambert signale quelques scories dans l'encaissement de la voie romaine de Jublains à Avranches dans un sondage qu'il a réalisé près de la Chaire.
Référence(s) : LAMBERT 1865 : 122 ; BARBE : 143.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 009 – ARQUENAY

53 009.01 - Arquenay - *L'Aubinière*
X : 383700 - **Y** : 2337500
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "À l'Aubinière, amas de scories de fer d'époque romaine selon A. Guéguen. Renseignement inédit." (NAVEAU 1992 : 139) ;
- même site que 53 025.01 selon M. Hubert.
Référence(s) : NAVEAU 1992 : 139.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : cet indice doit correspondre au site 53 025.01.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : - scories dispersées dans le « chemin Renais » (voie antique) qui sépare les deux commune d'Arquenay et de Bazougers, mais en
surface, donc apport récent.
- scories dispersées dans les champs labourés en bordure du chemin, coté Arquenay (l'Aubinière).
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 009.b - Arquenay - *L'Emonderie*
X : 380195 - **Y** : 2335210
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1317).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : accès difficile. Prospection impossible.
Site : non.

53 010 – ASSÉ-LE-BÉRENGER

53 010.a - Assé-le-Bérenger - *Le Laisis*
X : 403045 - **Y** : 2354775
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 135 à 137 "Le Champ du Minerai" et "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : 3 P 757 (1838).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle était en herbe avec des bêtes et n'a pas été prospectée. Une mare, correspondant peut-être à une ancienne minière, est visible sur la carte au 1/25000.
Site : non.

53 010.b - Assé-le-Bérenger - *Le Jarriais*
X : 403077 - **Y** : 2353645
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 206 et B1 388 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : 3 P 771 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 010.c - Assé-le-Bérenger - *Les Galinieres*
X : 401085 - **Y** : 2354990
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 91 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : 3 P 771 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle correspond à un pré avec une mare visible sur la carte au 1/25000 = probable ancienne minière.
Site : non.

53 011 – ASTILLÉ

53 011.a - Astillé - *La Basse Macheferrière*
X : 361185 - **Y** : 2332525
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 128, 181, 184-185, 205-206, 208 à 230 "La Basse Machefere" et "La Haute Machefere". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 758 (1810).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : corresponds à l'indice 53 186.c. Pas de scories.
Site : non.

53 012 – ATHÉE

53 012.01 - Athée - *La Glanerie*
X : 353867 - **Y** : 2324745
Précision de la localisation : bonne.
Indication : fouille.
Citation : découverte de scories de réduction du fer dans les fossés d'un enclos de La Tène finale (MEURET 1996).
Référence(s) : MEURET 1996.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : découverte de scorie de réduction du fer dans les fossé d'un enclos de La Tène finale (MEURET 1996).
Mobilier : enclos fossoyés et matériel céramique de La Tène finale.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : protohistorique.
Fiabilité de la datation : bonne.

553 012.b - Athée - *Le Tertre de La Minière*
X : 355580 - **Y** : 2326465
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 89-91, 93 "Le Tertre de La Minière" et "Le Pâtis de La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 759 (1842).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 013 – AVERTON

53 013.01 - Averton - *La Corblaie*
X : 410546 - **Y** : 2376477
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles I 739-742 "La Petite Ferrière" et "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 760 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : semis récent non lessivé.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : petit ferrier (20 m de diamètre environ) avec terre noire et très léger relief conservé.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 014 – AZÉ

53 014.a - Azé - *La Petite Landelle*
X : 377505 - **Y** : 2317050
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 770 "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 761 (1835).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de la parcelle. RAS. A revoir après labours ?
Site : non.

53 015 – BACONNIÈRE (LA)

53 015.a - Baconnière (La) - *Les Bous*
X : 358020 - **Y** : 2358200
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 99 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : excavation assez importante (environ 30 m de diamètre sur 2 à 3 m de profondeur). Ancienne minière probable.
Site : non.

53 015.b - Baconnière (La) - *La Censie*
X : 361620 - **Y** : 2357078
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 98, 99 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le relief des parcelles est très chaotique, une butte est coupée par le chemin d'accès aux fermes et les mares correspondent probablement à d'anciennes minières.
Site : non.

53 015.c - Baconnière (La) - *La Meuvrie*
X : 362565 - **Y** : 2357065
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 213, 215, 218, 222 "Le Mineray" et "La Butte du Grand Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est difficile d'accès mais la terre dégagée par les travaux en cours lors de notre visite n'a pas livré de scorie.
Site : non.

53 015.d - Baconnière (La) - *La Courtinière*
X : 359435 - **Y** : 2357703
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 39 "Pré du Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : pré avec bêtes. Visibilité nulle. Il n'y a pas de relief notable. RAS.
Site : non.

53 015.e - Baconnière (La) - *La Bénestière*
X : 359665 - **Y** : 2357725
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 97, 105, 113 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : une dépression est visible dans le pré à proximité de la ferme. Minière ?
Site : non.

53 015.f - Baconnière (La) - *La Haute Fesselle*
X : 356188 - **Y** : 2358035
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F2 41 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : excavation de taille importante visible du bord de la route et en partie remplie d'eau. Minière.
Site : non.

53 015.g - Baconnière (La) - *Le Perron*
X : 356788 - **Y** : 2357955
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F2 82, 84 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 762 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : dépression dans la parcelle. Minière ?
Site : non.

53 016 – BAIS

53 016.a - Bais - *La Roche*
X : 399330 - **Y** : 2367040
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 257, 258, 259 "Le Champ Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 763 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : un seul d'entre-nous est passé dans le champ. Pas de scorie à signaler.
Site : non.

53 017 – BALLÉE

53 017.a - Ballée - *Le Petit Roussin*
X : 394348 - **Y** : 2332285
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1140).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté par M. Hubert. Correspond à un dépôt d'anthracite. Revu.
Site : non.

53 019 – BANNES

53 019.01 - Bannes - *Le Pâtis - Pavé de Bannes*
X : 398617 - **Y** : 2334383
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la visibilité est quasi nulle à cause de la paille broyée.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories découvertes en bordure du champ. Présence probable d'un site dans la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 019.02 - Bannes - *La Promenade*
X : 400713 - **Y** : 2334880
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : couvert de maïs.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : le site était couvert de maïs lors de la prospection mais les scories sont bien visibles et la terre est plus sombre sur une quarantaine de mètres de diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 019.03 - Bannes - *La Couëvre*
X : 400654 - **Y** : 2336149
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site a été découvert fortuitement à l'automne 2004. A posteriori il est visible sur photographie aérienne (1996 FD 35-53 (1542)).
Référence(s) : F. Sarreste ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : découverte fortuite lors de la prospection du 27/10/04.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 35 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 412 m².
Description : ferrier arasé avec tâche noire bien marquée. Pas de micro-relief apparent. Densité de scories difficile à déterminer en raison du labour récent et de la pluie.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 019.04 - Bannes - *Le Bois Isabeau*
X : 397859 - **Y** : 2334040
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : découverte fortuite : tache noire vue du bord de la route.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 589 m².
Description : ferrier arasé avec tache noire. Pas de micro-relief. Densité de scories difficile à déterminer en raison des labours récents et de la pluie.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 019.05 - Bannes - *Le Vignas*
X : 400865 - **Y** : 2335683
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories dispersées localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : quelques scories éparses. Vérification effectuée en compagnie de Michel Hubert. Lors d'une seconde visite le 09/08/05, malgré la mauvaise visibilité, quelques scories ont été découvertes.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 15 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 177 m².
Description : dispersion de scories très usées et roulées.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 022 – BAZOUGE-DE-CHÉMÉRÉ (LA)

53 022.01 - Bazouge-de-Chéméré (La) - *La Haye*
X : 390262 - **Y** : 2337128
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories dispersées indiquées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : scories éparses dans le champ.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : quelques scories éparses dans le champ. Proximité probable d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 022.b - Bazouge-de-Chéméré (La) - *La Perrière*
X : 389385 - **Y** : 2338510
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1229).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un tas de résidus d'exploitation de la mine toute proche.
Site : non.

53 022.c - Bazouge-de-Chéméré (La) - *La Baudonnière*
X : 389075 - **Y** : 2338700
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1351) ; 2001 FD 35-53 (1260).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un tas de résidus d'exploitation de la mine toute proche.
Site : non.

53 022.d - Bazouge-de-Chéméré (La) - *La Chaussée*
X : 389975 - **Y** : 2337181
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 401, 404-405 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 769 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : les parcelles "Minerai" se situent à côté d'un ancien four à chaux auquel elles doivent être liées. Elles sont couvertes de broussailles.
Site : non.

53 022.e - Bazouge-de-Chéméré (La) - *La Pironnais*
X : 390729 - **Y** : 2336041
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 235 "L'Ente de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 769 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : pré avec bêtes, prospection impossible.
Site : non.

53 023 – BAZOUGE-DES-ALLEUX (LA)

53 023.a - Bazouge-des-Alleux (La) - *La Cour des Landes*
X : 379512 - **Y** : 2357570
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1358).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 024 – BAZOUGES

53 024.01 - Bazouges - *Les Ferrières*
X : 369835 - **Y** : 2320890
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 439-440 "Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 772 (1835) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : chasse en cours. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : tache noire et scories repérées par M. Hubert. Ferrier à scories en plaquettes de petite taille.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 024.02 - Bazouges - *Montaigu - Tertre Rouge*
X : 369145 - **Y** : 2320060
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle A2 676 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 772 (1835) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : scories de post-réduction (?) isolée (M. Hubert).
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 024.c - Bazouges - *La Gesnonnière*
X : 370371 - **Y** : 2318823
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 431-433 "Le Bois de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 772 (1835).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle doit se trouver sous le tracé d'une nouvelle départementale.
Site : non.

53 025 – BAZOUGERS

53 025.01 - Bazougers - *Le Bois du Pin*
X : 384025 - **Y** : 2337715
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories concentrées dans un terrain broussailleux entourant une petite mare (visible sur carte IGN), d'où indice d'un ferrier démantelé à cet endroit, coté Bazougers (le Bois du Pin), toujours en bordure immédiate du chemin rennais. (scories traditionnelles).
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : au long du "chemin rennais". Même site que 53 009.01 selon M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l.** : 15 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 353 m².
Description : dépression marquant l'emplacement d'un ancien ferrier récupéré et décaisser en profondeur. Probable récupération pour l'empierrement de la voie. Présence d'une mare. Scories très altérées (par l'eau ?).
Mobilier : un tesson médiévale/moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 025.b - Bazougers - *Liard*
X : 385045 - **Y** : 2340795
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2001 FD 35-53 (1261).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement ou à un remblai ?
Site : non.

53 025.c - Bazougers - *La Marcheferière*
X : 380283 - **Y** : 2342228
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 320-322 "La Macheferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 773 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 025.d - Bazougers - *Beau Soleil*
X : 382665 - **Y** : 2340340
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire sur photographie aérienne (2 mm de diamètre soit 60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1387).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement géologique de grès ferrugineux et de terre grise avec un léger micro-relief.
Site : non.

53 027 – BEAUMONT-PIED-DE-BŒUF

53 027.01 - Beaumont-Pied-de-Boeuf - *L'Aubinière*
X : 392065 - **Y** : 2325855
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories dispersées repérées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées repérées par M. Hubert.
Mobilier : un tesson gallo-romain ?
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 027.02 - Beaumont-Pied-de-Boeuf - *La Glanière*
X : 391160 - **Y** : 2326130
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site a été découvert de façon fortuite à l'automne 2004. A posteriori il est visible sur photographie aérienne (1996 FD 35-53 (1309)).
Référence(s) : F. Sarreste ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tache noire vue de la route.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 75 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2553 m².
Description : ferrier arasé avec tache noire et léger micro-relief conservé. Visibilité très mauvaise en surface.
Mobilier : un fragment de panse de cruche en commune claire du IIe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 027.03 - Beaumont-Pied-de-Boeuf - *La Glanière 2*
X : 391650 - **Y** : 2326026
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire sur photographie aérienne (1 mm environ soit 30 m). site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1242).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : à revoir après labour.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la visibilité est très mauvaise. Quelques scories dispersées en bord de champ côté route et le long de la haie. A revoir après labour.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 028 – BELGEARD

53 028.a - Belgeard - *L'Aubrière*
X : 385855 - **Y** : 2365130
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 303 "Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 776 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : non prospecté. Visibilité nulle et moutons.
Site : non.

53 028.b - Belgeard - *Les Halliers*
X : 386713 - **Y** : 2365720
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : l'ingénieur Lambert à réalisé un sondage sur la voie romaine de Jublains à Corseul, à un kilomètre à l'est de Belgeard. Il signale la présence d'une couche de 40 cm de pierres et scories.
Référence(s) : LAMBERT 1865 : 125.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 029 – BIERNÉ

53 029.a - Bierné - *La Ferrée Crespin*
X : 387653 - **Y** : 2315565
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A4 811, à 818, 822, 825, 866, 872 et B3 243, 268-269 "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 777 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire ne connaît pas l'existence de scorie. Il précise que ici il n'y a que de l'argile et du schiste.
Site : non.

53 029.b - Bierné - *La Ferrée*
X : 384510 - **Y** : 2314855
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 46-49, 84 et B2 358-360, 397, 407 "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 777 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire de la maison ne connaît pas de scories. Deux mares révèlent la présence de schiste ardoisier dans le sous-sol.
Site : non.

53 029.c - Bierné - *Le Haut Misé*
X : 383965 - **Y** : 2315090
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 280, 288-289 "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 777 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune tache n'est visible dans les champs et aucune scorie n'a été vue dans les talus. Par contre les pierres sont très abondantes dans les champs.
Site : non.

53 029.d - Bierné - *Le Plessis Bourel*
X : 385360 - **Y** : 2316270
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A3 676 "Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 777 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les falaises de schistes ardoisier et l'omniprésence de cette roche dans le secteur explique les toponymes minière et ferrée de la région.
Site : non.

53 030 – BIGNON-DU-MAINE (LE)

53 030.01 - Bignon-du-Maine (Le) - *Clavières*
X : 377440 - **Y** : 2330728
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Les forges alimentées par les bois qui couvraient une partie du territoire ont laissé des dépôts considérables de scories, surtout dans le bois de Clavières." (ANGOT 1910 : I, 254) ;
- (...).Deux closeries se nomment la Forge." (DAVY 1913 : 99).
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : I, 254 ; DAVY 1913 : 99 ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. Bois privé.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un ferrier a été localisé par M. Hubert à la sortie du bois côté est. Nous n'en possédons pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032 – BLANDOUET

53 032.01 - Blandouet - *Le Bourg*
X : 401408 - **Y** : 2342570
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : -"La fabrication du fer a existé de haute antiquité, d'abord par les forges à bras, et spécialement dans les environs du bourg où les scories sont abondantes." (ANGOT 1910 : I, 277) ;
- "(...). Le haut fourneau actionné par l'étang de Saint-Nicolas a été éteint en 1852." (DAVY 1913 : 99) ;
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : I, 277 ; DAVY 1913 : 99 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection dans les bords de chemin et les potagers.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 250 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 1,7 m. ; **S**. : 19634 m².
Description : observation des bords de route et des jardins privés. Les scories sont visibles de l'entrée du bourg côté cimetière jusqu'au jardin proche de l'église. Il faudrait multiplier les points d'observations pour essayer d'évaluer la superficie du site. La hauteur en coupe est d'au moins 1,7 m.
Mobilier : céramique moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.02 - Blandouet - *Les Vaunais*
X : 402935 - **Y** : 234453 5
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visite avec le propriétaire (un anglais) et Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : ferrier probablement conservé sous les herbages. L'amas est adossé à la pente. Les plus gros morceaux de scories ont roulé en bas du talus et se situent actuellement dans une haie. On peut supposer le présence de plusieurs ensembles difficiles à distinguer en raison du couvert végétal.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.03 - Blandouet - *Les Crosneries*
X : 402814 - **Y** : 2343990
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert et repéré a posteriori sur photographie aérienne (1996 FD 35-53 (1319)).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection effectué avec le propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : le champ était juste déchaumé lors de la prospection. La visibilité mauvaise n'a pas permis de juger de l'extension précise du site et nous nous sommes fiés à la tache visible sur la photographie aérienne. Scories bien visibles sur une faible surface.
Mobilier : tuiles modernes (épandages).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.04 - Blandouet - *Château La Vallée*
X : 402243 - **Y** : 2343662
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le propriétaire des Crosneries nous a également indiqué ce site, alors couvert de maïs sur pied. Il a indiqué qu'il était encore plus petit que le site 53 032.03.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 10 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 79 m².
Description : le site a été décrit par le propriétaire des Crosnières, comme une petite tache noire d'environ 10m de diamètre correspondant à un ferrier à scories coulées en cordons.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.05 - Blandouet - *La Baillée*
X : 400653 - **Y** : 2343355
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 10 m. ; **l**. : 5 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 39 m².
Description : tout petit ferrier visiblement étalé dans le sens des labours. Aucun micro-relief n'est conservé mais la tache noire est bien visible.
Mobilier : un fragment de tuile-canale médiévale/moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.06 - Blandouet - *Le Quartier*
X : 401277 - **Y** : 2343027
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : dispersion de scories en cordons très fragmentées. On peut noter un léger micro-relief mais pas de nuance de couleur. Les scories sont éparses et peu nombreuses, il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : épandage de céramique et de tuiles modernes.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.07 - Blandouet - *La Girardière*
X : 401270 - **Y** : 2342793
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : concentration de scories en cordons très fragmentées. La densité est faible et la couleur de la terre n'est pas marquée. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : épandage de tuiles à crochet et de drain en céramique.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.08 - Blandouet - *La Baforière - Galtrie*
X : 402582 - **Y** : 2342952
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles C2 107, 122, 124 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 780 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories localisées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.09 - Blandouet - *La Baforière 1*
X : 403168 - **Y** : 2342791
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert et repéré a posteriori sur photographie aérienne (1996 FD 35-53 (1174)).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 1570 m².
Description : ferrier arasé avec très forte concentration au centre sur 18 m de diamètre (scorie sur scorie) avec micro-relief important. Épandage sur environ 40 m de diamètre. Labour profond, tache étalée.
Mobilier : céramique moderne et contemporaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.10 - Blandouet - *Pâtis au Chat*
X : 401785 - **Y** : 2342130
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories noté par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : champ couvert de paille broyée.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le site était couvert par de la paille broyée lors de la prospection. Toutefois la densité apparente de scories en surface permet d'affirmer la présence d'un ferrier ici.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.11 - Blandouet - *La Baforière 2*
X : 403051 - **Y** : 2342408
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection avec Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : ferrier très dense avec micro-relief conservé au centre de la concentration. Terre très noire. Présence de plusieurs "lobes" indiquant la présence de plusieurs tas à l'origine.
Mobilier : un fragment de sigillée usée (engobe disparue) et un fragment de mortier en commune claire.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 032.12 - Blandouet - *La Baforière 3*
X : 403224 - **Y** : 2342768
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site a été découvert de façon fortuite à l'automne 2004. A posteriori il est visible sur photographie aérienne (1996 FD 35-53 (1174)).
Référence(s) : F. Sarreste ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 295 m².
Description : ferrier de petite dimension sans relief apparent. Tache noire bien marquée. Présence de plusieurs concentration pouvant indiquée la présence de plusieurs tas.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 032.n - Blandouet - *Le Mottais*
X : 403120 - **Y** : 2343625
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (323).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle a récemment été mise en herbe. Le propriétaire n'a pas connaissance de "sornes" sur ses terrains. Il n'y a probablement pas de site.
Site : non.

53 035 – BONCHAMPS-LÈS-CRAON

53 035.01 - Bonchamps-lès-Craon - *Plessis-Charbon*
X : 350935 - **Y** : 2317698
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "On trouve au Plessis-Charbon des amas considérables de scories de fer provenant d'anciennes forges à bras. " (ANGOT 1910 : I, 336) ;
- "On dit qu'on y trouve des scories de fer du charbon." (ANGOT 1910 : III, 296) ;
- "(...) des amas considérables de scories de fer provenant d'anciennes forges à bras, à 500 mètres du bourg sur la route de La Boissière." (DAVY 1913 : 26) ;
- scories localisées par M. Hubert (deux ensembles distingués).
Référence(s) : ANGOT 1910 : I, 336 et III, 296 ; DAVY 1913 : 26 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection le long des talus et dans une parcelle labourée à proximité du lieu-dit du Plessis-Charbon. Pas de scories. Nous ne sommes probablement pas au bon endroit.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories localisées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 036 – BOUÈRE

53 036.a - Bouère - *La Jeusselinière*
X : 388465 - **Y** : 2320005
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1252).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : il n'y a aucune nuance de couleur dans la parcelle et pas de scorie.
Site : non.

53 036.b - Bouère - *Les Poupardières*
X : 389915 - **Y** : 2324225
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 166, 184-186, 189-190 "La Minerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 784 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 036.c - Bouère - *La Sourcinière*
X : 387935 - **Y** : 2325448
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire coupée par la bordure du champ (3 mm de diamètre soit 90 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1244).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et du bord du champ. A l'emplacement de la tache la terre est très rouge est riche en cailloux.
Site : non.

53 037 – BOUESSAY

53 037.01 - Bouessay - *Le Mineray 1*
X : 394545 - **Y** : 2323590
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B1 25 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- site à scories dispersées localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 785 (1830) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories dispersées localisé par Michel Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.02 - Bouessay - *Les Guettières 1*
X : 394290 - **Y** : 2322533
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale/toponymie/PAV.
Citation : - le site a été indiqué à M. Hubert par un agriculteur. Ce dernier affirme que la parcelle porte le nom de "Champ de la Forge".
- le site est bien visible sur les clichés aériens de l'IGN (1990 FD 53-61-72 (1170) ; 1996 FD 35-53 (1033) ; 2000 FD 72).
- ferriers localisés par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert ; Microtoponymie ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté une première fois le 29/10/04 : maïs sur pied. Seconde visite.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1966 m².
Description : ferrier très dense avec relief conservé sur 1 m environ. A noter la présence d'une zone plus noire et d'une auréole rouge.
Mobilier : tegulae, grès et tuiles modernes.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.03 - Bouessay - *Bodinière*
X : 395600 - **Y** : 2321980
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B3 425 à 428 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 785 (1830) ; M. Hubert
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection rapide.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 90 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 5655 m².
Description : ferrier arasé sans relief conservé mais avec très forte concentration de scories en plaquettes. Continuité probable du site dans la parcelle voisine.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.04 - Bouessay - *Les Guettières 2*
X : 394373 - **Y** : 2322589
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale/toponymie/PAV.
Citation : - le site a été indiqué à M. Hubert par un agriculteur. Ce dernier affirme que la parcelle porte le nom de "Champ de la Forge".
- le site est bien visible sur les clichés aériens de l'IGN (1990 FD 53-61-72 (1170) ; 1996 FD 35-53 (1033) ; 2000 FD 72).
- ferriers localisés par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert ; Microtoponymie ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté une première fois le 29/10/04 : maïs sur pied. Seconde visite.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 2356 m².
Description : ferrier arasé conservant un très léger relief et une coloration marquée. Le site était probablement composé de deux tas à l'origine.
Mobilier : 4 tessons commune claire gallo-romains, 1 amphore gauloise ?, 1 TCA gallo-romaine..
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 037.05 - Bouessay - *Les Guettières 3*
X : 394215 - **Y** : 2322575
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale/toponymie/PAV.
Citation : - - le site a été indiqué à M. Hubert par un agriculteur. Ce dernier affirme que la parcelle porte le nom de "Champ de la Forge".
- le site est bien visible sur les clichés aériens de l'IGN (1990 FD 53-61-72 (1170) ; 1996 FD 35-53 (1033) ; 2000 FD 72).
- ferriers localisés par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert ; Microtoponymie ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté une première fois le 29/10/04 : maïs sur pied. Seconde visite.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 2513 m².
Description : ferrier arasé mais avec une densité de scories assez forte et une tache noire. La plus grande partie du site se trouve dans le champ voisin (non visité). Le site s'étend sur 40x80m.
Mobilier : céramique commune claire moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.06 - Bouessay - *Les Minerais*
X : 394290 - **Y** : 2323268
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : M. Géré, propriétaire aux Harnas, commune de Saint-Loup-du-Dorat, indique la découverte de nombreuses scories piégées dans cette parcelle.
Référence(s) : M. Géré.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Géré indique la présence de scories piégées, qu'il appelle 'potirons' dans cette parcelle. Il en conserve deux dans sa cours de ferme. Il indique également des effondrements et des galeries dans les parcelles voisines.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.07 - Bouessay - *Bois-Bureau*
X : 394876 - **Y** : 2321772
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : les anciens propriétaires de la fermes des Bodinières indiques la présence de scories dans les parcelles le long du Bois-Bureau.
Référence(s) : fermier des Bodinières.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire (de Rennes) chasse dans ses terres, accueil peu chaleureux.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : découverte de fragments de scories piégées dont un près d'une souche au milieu de la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.08 - Bouessay - *La Morlière*
X : 395155 - **Y** : 2323691
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scorie localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : morceau de bloc de scorie piégée dans un tas d'épierrement à l'entrée du chemin vers Le Mineray. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 037.d - Bouessay - *Le Mineray 3*
X : 394290 - **Y** : 2323343
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale/toponymie.
Citation : - parcelle B1 35 "Lande Minerel". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- Ramassage de plusieurs scories piégées dans le secteur (information orale M. Géré)
Référence(s) : M. Géré ; ADM 3 P 785 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 037.e - Bouessay - *Le Bois Bureau*
X : 394960 - **Y** : 2321603
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale/PAV.
Citation : l'agriculteur de la ferme indique une terre très difficile à travailler avec de la terre noire et des scories. Une tache est visible sur le cliché aérien 1990 FD 53-61-72 (1170) de l'IGN.
Référence(s) : Agriculteur ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré depuis assez longtemps.
Site : non.

53 037.f - Bouessay - *Le Mineray 4*
X : 394775 - **Y** : 2323670
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 11, 14 "La Vigne du Mineray" et "Le Creux du Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 785 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 037.g - Bouessay - *Le Bois Réard*
X : 395770 - **Y** : 2322345
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 416 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 785 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 037.h - Bouessay - *Les Bodinières*
X : 395093 - **Y** : 2322165
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache circulaire sur photographie aérienne (1 mm de diamètre soit 30 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire est là depuis décembre 2004, il n'a jamais labouré la parcelle. Une forte épaisseur de bouse recouvre toute la parcelle, une unique scorie a été découverte.
Site : non.

53 037.i - Bouessay - *Belle Manière*
X : 394430 - **Y** : 2323070
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire au bord du chemin (1 mm env. soit 30 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1242).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement d'argile.
Site : non.

53 039 – BOURGNEUF-LA-FORÊT (LE)

53 039.01 - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *Chambord*
X : 351757 - **Y** : 2355613
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle C2 566 "Lande des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 787 (1835) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : chevaux, accès impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique, photo à l'appui, un ferrier sous herbage avec relief conservé. Une trace de récupération est visible (sur un peu moins d'un mètre de profondeur). Scories en cordons et en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 039.02 - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *La Petite Ferrière 2*
X : 354076 - **Y** : 2355485
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelles C1 139, 140, 162 "Le Pré de la Ferrière" et "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1996 FD 35-53 (1663) ; 2001 FD 35-53 (1527). Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 787 (1835) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire et scories en cordons denses sur une trentaine de mètres de diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 039.03 - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *La Petite Ferrière 1*
X : 354140 - **Y** : 2355434
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle C1 (147) "Landes des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1996 FD 35-53 (1663). Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 787 (1835) ; PAV IGN ; M. Hubert
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le champ est en blé. A revoir.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier arasé sans relief conservé mais avec terre noire et scories en cordons sur 30 m de diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 039.b - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *La Fouilletière*
X : 353843 - **Y** : 2354863
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lors de la vérification, la quantité de scorie a été jugé insuffisante pour enregistrer un site.
Site : non.

53 039.e - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *Le Mineray*
X : 354018 - **Y** : 2358318
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : très importante minière de fer en partie remplie d'eau dans un bosquet d'arbre.
Site : non.

53 039.f - Bourgneuf-la-Forêt (Le) - *La Basse Fesselle*
X : 355600 - **Y** : 2359245
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 35 "Le Champ du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 787 (1835).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : une dépression est visible dans la parcelle en pré accompagnée d'un léger microrelief. Minière ?
Site : non.

53 040 – BOURGON

53 040.a - Bourgon - *Bourgon*
X : 346850 - **Y** : 2357500
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : (...)."(...). Il y avait de nombreux dépôts de scories qui ont servi pour l'empierrement des routes et qui proviennent de forges arrêtées en 1710 par le fait du desséchement des étangs." (DAVY 1913 : 99). Le texte de Davy résulte d'une mauvaise lecture de l'Abbé Angot qui se traduit par la confusion de deux sites très différents : - Bourgon (ANGOT 1910 : I, 385) : commune du canton de Loiron, traces d'anciennes exploitations de minerai de fer (Oehlert) - Bourgon (ANGOT 1910 : I, 388) : château à Montourtier, haut-fourneau dépendant des Forges d'Aron et supprimé vers 1740, étang desséché et amas de scories (laitier) utilisé dans l'encaissement des chemins.
Référence(s) : DAVY 1913 : 99 ; ANGOT 1910 : I, 385, 388.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 040.b - Bourgon - *La Petit Lauverie*
X : 347583 - **Y** : 2356765
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 695 "Champ des Feriners (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 788 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : accès par le chemin partant du bourg. Pas de scories.
Site : non.

53 040.c - Bourgon - *La Hairie*
X : 349458 - **Y** : 2357423
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 76 "petit Champ de La Ferrie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 788 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle a récemment été mise en herbe. La visibilité est très mauvaise. Il n'y a pas de scorie dans les tas d'épierrement.
Site : non.

53 040.d - Bourgon - *Le Grand Lattay*
X : 348420 - **Y** : 2352880
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C4 1770 "Le Clos Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 788 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 043 – BRÉE

53 043.a - Brée - *La Noë Doyen*
X : 387368 - **Y** : 2356838
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 27, 28, 29 "Lande de La Minaie", "Champ de La Minaie" et "La Minaie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 791 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : minerai ?
Site : non.

53 043.b - Brée - *La Maison Neuve*
X : 388438 - **Y** : 2356880
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 93 "Lande à Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 791 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : pas de tache noire. RAS.
Site : non.

53 043.c - Brée - *La Dullière*
X : 388313 - **Y** : 2356260
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 281 "Lande à La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 791 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : micro-relief important et affleurement du socle rocheux.
Site : non.

53 045 – BRÛLATTE (LA)

53 045.01 - Brûlatte (La) - *La Saunière*
X : 351719 - **Y** : 2347631
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert a repéré de façon fortuite la tache noire. Il indique un ferrier.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : l'accès de la parcelle a été modifié. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l.** : 20 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 942 m².
Description : le site est couvert de blé haut lors de la vérification mais on peut deviner l'existence du site sur les photos aériennes. M. Hubert a prospecté le site il s'agit d'un ferrier pseudo circulaire (20-30m) avec trace de relief et scories en cordons.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 045.02 - Brûlatte (La) - *Cornesse*
X : 351309 - **Y** : 2348959
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : fragments de scories piégées localisés pas M. Hubert. Lors de travaux de drainage, M. Hubert a repéré un niveau charbonneux riche en scories piégées sous le semelle de labour.
Référence(s) : M. Duval.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : découverte de deux fragments de scorie piégée dans le comblement des tranchées de drainage.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 046 – BURET (LE)

53 046.01 - Buret (Le) - *La Tranchée - La Rochette*
X : 387930 - **Y** : 2328205
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Des forges à bras alimentées par les bois de Bouère ont laissé, à fleur de terre, d'abondantes scories de fer à la Rochette." (ANGOT 1910 : I, 462) et "On y trouve à fleur de terre des scories de fer en abondance." (ANGOT 1910 : III, 435). Prospecté par E. Mare (SRA). Scories localisées par M. Hubert. Nommé la Rochelle par L. Davy.
Référence(s) : ANGOT 1910 : I, 462 et III, 435 ; DAVY 1913 : 100 ; SRA ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la visibilité n'a pas permis de repérer des scories. Le site demeure sûr.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un ferrier a été localisé par M. Hubert. Nous n'en possédons pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 046.02 - Buret (Le) - *Les Agets*
X : 386525 - **Y** : 2328935
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : probable ferrier totalement arasé. La densité de scorie est assez faible mais on peut noter une concentration plus forte accompagné d'un assombrissement de la terre sur 30 m de diamètre. L'étalement est très important (80 x 120 m).
Mobilier : céramique, épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 046.03 - Buret (Le) - *Les Dineries*
X : 386393 - **Y** : 2328513
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier légèrement arasé avec léger microrelief conservé (environ 1 m) avec terre plus noire. Assez forte densité de scories très fragmentées.
Mobilier : céramique, tuiles, briques. Épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 046.04 - Buret (Le) - *Les Fourneaux*
X : 386753 - **Y** : 2327518
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1256).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier très arasé sans relief conservé. La terre est plus sombre et la densité de scories moyenne.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 046.e - Buret (Le) - *La Fourmonderie*
X : 387699 - **Y** : 2327411
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire en bordure du bois de La Fourmonderie. Site sidérurgique potentiel. F84 300 / 1419-1819 (190).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 048 – CHAILLAND

53 048.a - Chailland - *Tanis*
X : 361 190 - **Y** : 2365075
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 290-292 "Pré des Feries", "petit Feries" et "Grand Feries". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 796-797 (1813).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle a été mise en pré depuis 2001. Il y avait des bêtes lors de la prospection. Les talus n'ont pas livré de scories.
Site : non.

53 048.b - Chailland - *La Chevalerie*
X : 359093 - **Y** : 2362595
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle J1 209 "Le Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 796-797 (1813).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès (pas de ferme).
Site : non.

53 049 – CHÂLONS-DU-MAINE

53 049.a - Châlons-du-Maine - *Beau Soleil*
X : 378572 - **Y** : 2355015
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 498 "Lande à Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 798 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 049.b - Châlons-du-Maine - *L'Aune*
X : 379865 - **Y** : 2356070
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1358).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 050 – CHAMMES

53 050.01 - Chammes - *Petite-Pillière (La)*
X : 395850 - **Y** : 2345865
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles A3 243, 244 "Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "(…) dans un champ nommé la ferrière, on trouve abondamment des scories de fer, et des substructions." (ANGOT 1910 : IV, 72 2).
- "On signale, à la Petite-Pillière, des substructions, des scories de fer en abondance et des ossements humains. Époque indéterminée." (NAVEAU 1992 : 151).
- Ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : DAGNET 1907 : 55 ; ANGOT 1910 : IV, 72 2 ; NAVEAU 1992 : 151 ; ADM 3 P 799 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans les taupinières.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la parcelle est actuellement en prairie et n'a pas été labourée depuis 40 ans. Le ferrier est couvert par au moins 15cm d'humus. Le micro-relief pourrait correspondre à l'emprise du site (100x50 m).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 050.02 - Chammes - *Le Haut du Bourg*
X : 397610 - **Y** : 2345380
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B2 542 "Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : Michel Hubert a repéré des scories lors de travaux dans la rue.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories repérées par M. Hubert dans les tranchées lors des travaux d'aménagement de la rue.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 050.03 - Chammes - *Moncor*
X : 397905 - **Y** : 2343600
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle E3 359 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observations faites dans les talus et les taupinières.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : des scories apparaissent dans toute la parcelle mais le ferrier peut-être localisé dans l'angle nord-ouest. Son étendue est difficile à cerner à cause de l'herbe mais il fait environ 60m de diamètre sur 1 à 2 m de haut.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

3050.d - Chammes - *Mineray du Bois de la Forge*
X : 396260 - **Y** : 2343017
Précision de la localisation :
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F1 45, 50 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 050.e - Chammes - *La Galonnière*
X : 398685 - **Y** : 2344765
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D3 220 "Champ de La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : minière localisée par M. Hubert.
Site : non.

53 050.f - Chammes - *Les Moulées*
X : 397680 - **Y** : 2345093
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E1 20 "Pré du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : difficulté d'accès, prospection impossible. De la terre rouge et du minerai (?) sont visible dans les talus.
Site : non.

53 050.g - Chammes - *Les Moulées 2*
X : 397633 - **Y** : 2344388
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E1 28, 29 "La Ferrière / Perrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 050.h - Chammes - *La Gilotière*
X : 398278 - **Y** : 2344388
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E1 159 "Champ Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 799 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle, prospection impossible.
Site : non.

53 051 – CHAMPÉON

553 051.a - Champéon - *La Mauditière*
X : 390485 - **Y** : 2375405
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C6 2 (41, 42 43 45) "La Grande Ferrière", "La Noe de La Ferrière" et "La petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 800 (1840).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le fermier de la Maurière a confirmé la présence de scories dans ces parcelles. Malheureusement, la prospection attentive des prés n'a pas permis de localiser le site ni de découvrir une scorie. Il s'agit d'un indice sérieux.
Site : non.

53 052 – CHAMPFRÉMONT

53 052.01 - Champfrémont - *La Souchère*
X : 421394 - **Y** : 2383009
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert sur les indications de M. Ligot, propriétaire du terrain.
Référence(s) : M. Ligot.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification effectuée en compagnie de Michel Hubert et de M. Ligot, propriétaire du terrain.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : ferrier arasé sous le verger. Deux chablis permettent d'observer la terre rouge et les scories. Un micro-relief est visible. Continuité dans le pré de l'autre côté du ruisseau.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 052.02 - Champfrémont - *La Bétruchère*
X : 420422 - **Y** : 2383210
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B2-9 65-75 et B2-8 19, 33 "Les Ferrettes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 801 (1839) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le site a été décrit par M. Hubert. Il est à présent couvert par des herbages.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 20 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 236 m².
Description : ferrier de petite taille complètement nivelé. Les labours répétés ont quasiment fait disparaître la nuance de couleur.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 052.c - Champfrémont - *Ganche*
X : 420026 - **Y** : 2383226
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C1-1 51-54, 58-59 "La Ferrière (ou Perrière)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 801 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rencontre avec les propriétaires de l'Ecardière. Ils ne connaissent pas les scories. Prospection des parcelles en pré. RAS.
Site : non.

53 053 – CHAMPGENÉTEUX

53 053 .a - Champgenéteux - *La Mitrie*
X : 399350 - **Y** : 2367597
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 496, 497 "La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 802 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 054 – CHANGÉ

53 054.01 - Changé - *Chênes-Secs*
X : 362753 - **Y** : 2350635
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles E3 17, 18 "La Grande Ferrière" et "La Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "(...) des dépôts de minerai de fer assez importants ont été jadis exploités près des Chênes-Secs, ainsi qu'en témoignent les nombreuses scories qui se trouvent dans certains champs et des traces d'exploitation encore visibles." (ANGOT 1910 : I, 525).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : I, 525 ; DAVY 1913 : 100 ; ADM 3 P 803 (1837) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le site a été détruit lors de la construction d'un terrain de karting.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le ferrier repéré par M. Hubert a été détruit lors de la construction d'une piste de karting.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 054.02 - Changé - *La Jaffetière*
X : 366511 - **Y** : 2349975
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles H1 119, 155 "La Ferrière".Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "Des scories abondantes dans les champs voisins indiquent l'existence d'anciennes forges" (ANGOT 1910 : II, 480).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 II, 480 ; DAVY 1913 : 100 ; ADM 3 P 803 (1837) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le site se trouve dans la parcelle H1, 120 La Ferrière.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 65 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 3063 m².
Description : le ferrier forme une petite butte à proximité immédiate du ruisseau. Les excavations présentes dans la friche voisine pourraient être liées à l'exploitation du minerai.
Mobilier : 2 tesson gallo-romaine, 3 TCA romaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 054.03 - Changé - *La Beltière*
X : 363748 - **Y** : 2350085
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 491 m².
Description : le ferrier est dans la partie en herbe qui n'avait pas été labourée depuis 15 ans ; après labour récent, une tache noire apparaît, visible depuis l'autoroute, petite (25 m), mais très concentrée avec la trace d'un relief. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 054.04 - Changé - *Verger*
X : 367425 - **Y** : 2349557
Précision de la localisation : moyenne..
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle H2 279 "Champ du Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "Anciennes exploitations de minerai et scories (...) au Verger (1697) (...)" (DAVY 1913 : 100).
- "Le rempart (…) [de l'éperon barré] contient de nombreuses pierres rubéfiées et scories." (NAVEAU 1992 : 121).
Référence(s) : GUILLER 1882 : 27 ; LE FIZELIER s.d.a : 185 et s.d.b : I, 6 ; ANGOT 1910 : III, 867 ; DAVY 1913 : 100 ; LAMBERT, RIOUFREYT 1981b : 46 ; NAVEAU 1992 : 121 ; ADM 3 P 803 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : on peut supposer qu'il s'agit de scories de fer, sans toutefois en être sûr et pouvoir spécifier l'étape de la chaîne opératoire concerné.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : protohistorique.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 054.e - Changé - *La Ragotière*
X : 362219 - **Y** : 2353494
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F1 119 "Closeau de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 803 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la prospection de la parcelle n'a pas été possible (jardin) mais nous avons examiné les abords du champ voisin. RAS.
Site : non.

53 054.f - Changé - *La Guichardière*
X : 362330 - **Y** : 2351825
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F4 121 "La Ferrière (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 803 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle a été intégrée au centre de dépôt d'ordures de Laval. Prospection impossible.
Site : non.

53 056 – CHAPELLE-ANTHENAISE (LA)

53 056.01 - Chapelle-Anthenaise (La) - *Les Bataillères*
X : 376020 - **Y** : 2352245
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert sur les indications du propriétaire, M. Besnier.
Référence(s) : M. Besnier.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ruisseau et mare aménagés dans le ferrier lors de la sécheresse de 1976. Rencontre avec le propriétaire. Site prospecté avec M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : ferrier observé en labour par M. Hubert. Site fortement bouleversé par le creusement de la mare et son curage. Très forte densité de scories en plaquettes.
Mobilier : bol en sigillée trouvé lors du curage de la mare + 1 fond céramique commune gallo-romaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 058 – CHAPELLE-CRAONNAISE (LA)

53 058.a - Chapelle-Craonnaise (La) - *Les Trois Révérences*
X : 356025 - **Y** : 2328123
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle Au 52 "La Feurière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 808 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 058.b - Chapelle-Craonnaise (La) - *Le Motoyer*
X : 357620 - **Y** : 2328243
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle Bu 108, 112 "La Feurière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 808 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 059 – CHAPELLE-RAINSOIN (LA)

553 059.a - Chapelle-Rainsouin (La) - *Le Ricochot*
X : 387065 - **Y** : 2349513
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire occupant toute la parcelle (4 mm de diamètre soit 120 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1489).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus, des bords du champ, des chemins à vaches et de l'entrée du champ. La terre est claire, pas de scories. A signaler un léger micro-relief au centre de la parcelle.
Site : non.

53 062 – CHÂTEAU-GONTIER

53 062.a - Château-Gontier - *La Pinaudière*
X : 370230 - **Y** : 2317790
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire polylobée visible sur photographie aérienne (3x4 mm soit 45x60 m). Site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (3077).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les quelques taupinières et petits trous ne laissent apercevoir aucune scorie.
Site : non.

53 062.b - Château-Gontier - *Les Quéruches*
X : 375750 - **Y** : 2320295
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache brune circulaire sur photographie aérienne (2-3 mm soit 50-75 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1041).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement de terre rouge. Pas de scorie.
Site : non.

53 065 – CHÂTRES-LA-FORÊT

53 065.01 - Châtres-la-Forêt - *Courtachien*
X : 395740 - **Y** : 2350868
Précision de la localisation : bonne..
Indication : bibliographie.
Citation : - "A Courtachien (site 001), ferrière d'époque romaine." (NAVEAU 1992 : 108) ;
- "poterie, scories, creuset, céramiques (gallo-romain et mérovingien) (Bas-Empire)" (Fiche SRA site 53 065 0008)" Prospecté par B. Bigot en 1981.
Référence(s) : BIGOT et al. 1981 : 17, pl. 14-15 ; GUEGUEN 1985 : 47-48 ; NAVEAU 1992 : 108.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune scorie n'a été repéré en surface.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le terme de ferrière est habituellement utilisé pour un ferrier, toutefois les mentions de creuset et de céramique troublent un peu l'interprétation.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 065.02 - Châtres-la-Forêt - *Gué Besnard*
X : 396483 - **Y** : 2350665
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle Fu 22 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- M. Hubert indique un site à scories dispersées.
Référence(s) : ADM 3 P 815 (1837) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection au point indiqué. RAS. A revoir.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : sites à scories dispersées selon Michel Hubert. La prospection n'a pas permis son repérage en raison du couvert végétal.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 065.03 - Châtres-la-Forêt - *Le Bignon des Landes*
X : 396488 - **Y** : 2349110
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique un site à scories.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 065.a - Châtres-la-Forêt - *La Besneraie*
X : 393423 - **Y** : 2352560
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 88, 89, 92, 96 "Le Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 815 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : calcaire affleurant. Le relief chaotique indique son exploitation. Présence de minerai (?) dans les talus. indice déjà vu le 23/10/04, des scories avaient été vu.
Site : non.

53 065.b - Châtres-la-Forêt - *La Guillminière*
X : 392387 - **Y** : 2351537
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 171 "La Guille Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 815 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection d'un champ au nord de la maison : présence de calcaire et de nodule de minerai. Pas de scories.
Site : non.

53 065.f - Châtres-la-Forêt - *La Chênaie*
X : 394985 - **Y** : 2349665
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1224).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 066 – CHÉMAZÉ

53 066.01 - Chemazé - *Grandes Forges*
X : 366640 - **Y** : 2311800
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "J'ai vu des scories aux villages des Grandes et des petites forges, en Chemazé, à 1500 mètres au nord du bourg de Saint-Sauveur-de-Flée et à l'est de la grande route." (DAVY 1913 : 23)
Référence(s) : DAVY 1913 : 23.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des champs à proximité de la maison.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scoires de réduction.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 066.02 - Chemazé - *La Boheraie*
X : 370037 - **Y** : 2310546
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1712).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice visité par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : tache bien visible dans semis de maïs sur 30m environ, scories nombreuses mais dispersées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 066.03 - Chemazé - *La Robellière*
X : 365658 - **Y** : 2314807
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1642).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice visité par M. Hubert. Fort épandage avec dispersion de scories (décharge ?).
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses et tache sombre. Reste d'un ferrier ou rejet déplacé ?
Mobilier : fort épandage.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067 – CHÉMÉRÉ-LE-ROI

53 067.01 - Chémeré-le-Roi - *Tremblaie (La)*
X : 390998 - **Y** : 2335553
Précision de la localisation : bonne..
Indication : bibliographie.
Citation : "À la Tremblaye (site 017), à l'emplacement de la voie antique Le Mans-Rennes, scories, fragments de tuiles et de poteries gallo-romaines dont de la sigillée : prospection L. Guyard, inédit 1987" (NAVEAU 1992 : 140).
Référence(s) : NAVEAU 1992 : 140.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert distingue deux ensembles. Lors de notre prospection, la densité densité de scories nous a paru relativement faible. Le site doit correspondre au passage de la voie romaine Le Mans-Rennes.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 067.02 - Chémeré-le-Roi - *Le Château du Deri*
X : 391650 - **Y** : 2334100
Précision de la localisation : bonne.
Indication : prospection au sol.
Citation : "un ferrier est très net à la limite sud de la structure et une autre est visible plus à l'est" (cf. 53 067.03) (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : correspond à la motte médiévale. Seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Moyen Age.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067.03 - Chémeré-le-Roi - *La Grande Pieloie*
X : 391624 - **Y** : 2334125
Précision de la localisation : bonne.
Indication : prospection au sol.
Citation : "(…) concentration de scories de fer noires (taille max. 20 cm) localisées aux deux tiers sud-ouest du champ, à proximité de la ferme" (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067.04 - Chémeré-le-Roi - *La Diochère*
X : 391750 - **Y** : 2334115
Précision de la localisation : bonne.
Indication : prospection au sol.
Citation : "concentration de scories de fer en bordures Nord de la D166 (ferrier?)" (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : seules quelques scories usées ont été découvertes dans la parcelle. Il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067.05 - Chémeré-le-Roi - *Le Château des Sauleux*
X : 391151 - **Y** : 2335939
Précision de la localisation : bonne.
Indication : prospection au sol.
Citation : "Concentration de scories de fer noires dans les renfoncement nord-est de 198, se prolongeant dans 182 et 181. Taille maximale des scories : 20 cm. Fragment de voûte de four : forge probable. (…) Proximité d'une maison forte à 250 m vers l'ouest (Solliot). (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle est actuellement un pré. La visibilité est nulle.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : concentration de scories de fer noires dans les renfoncement nord-est de 198, se prolongeant dans 182 et 181. Taille maximale des scories : 20 cm. Fragment de voûte de four : forge probable. (…) Proximité d'une maison forte à 250 m vers l'ouest (Solliot). (fiche SRA)
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067.06 - Chémeré-le-Roi - *La Narbonnière*
X : 392000 - **Y** : 2335600
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : prospection au sol.
Citation : "(…) concentration de scories de fer noires (certaines tendent vers les laitier) à l'extrémité ouest du champ, au carrefour de deux anciens chemins : empierrement probable." (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle correspondant aux coordonnées fournies par le SRA se trouve à 3 km au nord de la ferme abandonnée de La Narbonnière. Probable erreur de localisation. RAS.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : (…) concentration de scories de fer noires (certaines tendent vers les laitier) à l'extrémité ouest du champ, au carrefour de deux anciens chemins : empierrement probable. (fiche SRA) La parcelle correspondant aux coordonnées fournies par le SRA se trouve à 3 km au nord de la ferme abandonnée de La Narbonnière. Probable erreur de localisation. RAS.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 067.07 - Chémeré-le-Roi - *Cesnière*
X : 391898 - **Y** : 2335485
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories dispersées repérées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 235 m².
Description : concentration plus ou moins dense de scories à cordons et quelques plaquettes. Présence de grosses scories encordons (20x30 cm). Proximité probable d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 068 – CHÉRANCÉ

53 068.a - Chérancé - *Mâchefer*
X : 354040 - **Y** : 2316878
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 (2-3) 3-6, 21 "La Pièce de Mâchefer" et "Le Pré de Mâchefer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 818 (1842).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en herbe sèche, visibilité mauvaise. Aucune scorie n'a été repéré.
Site : non.

53 071 – COULOMBIERS-DU-PLESSIS

53 071.a - Colombiers-du-Plessis - *Beauchêne*
X : 363450 - **Y** : 2382300
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1601).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache semble être du à l'humidité.
Site : non.

53 072 – COMMER

53 072 .a - Commer - *Bourg*
X : 380370 - **Y** : 2363823
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 393, 394 "Le Minet". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 822 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 073 – CONGRIER

53 073.01 - Congrier - *Les Ecrennes*
X : 343063 - **Y** : 2314975
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Dans cette forêt existaient des forges catalanes, dont les scories ont été employées, il y a une dizaine d'années, à consolider le chemin de St. Saturnin à Rochepoulain. Ces forges appartenaient à l'abbaye de La Roë par le don que lui en fit Jourdain de Eancé, vers 1150. (…) Les énormes monceaux de ces scories que l'on voit dans les bois des environs prouvent que l'exploitation du fer est fort ancienne dans le Craonnais. (…) Vers le même temps, Renaud de Iriaco (du Bourg-d'Iré) donna à la même abbaye : quiiquid juris tam in Taulia quam in allius rebus ipse habebat in illa terra quae vocatur de Escreneriis et dedit Cosdunam ferri quod canonici possent habere de suis fabrici" (CXVIIIe ch. de La Roë.) (BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869)".
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869 ; DAVY 1913 : 26 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 353 m².
Description : scories denses en cordon, pas en grande quantité, mais la terre est très noire et charbonneuse sur 30 m de long par 15 m de large.
Mobilier : tuiles à rebord.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 073.02 - Congrier - *Lourzais*
X : 342740 - **Y** : 2315465
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Dans la forêt de Lourzais il y avait de grands tas de scories qui ont été utilisées pour l'empierrement des routes et notamment pour celui de la grande ligne, on en reconnaît les emplacements à quelques restes et à la couleur du sol. Le minerai en fragments dans ces scories ressemble à celui de Segré." (DAVY 1913 : 26)
Référence(s) : DAVY 1913 : 26.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : une rapide visite dans la bois de Lourzais a permis de repérer une premier ferrier. Celui-ci n'est sûrement pas isolé.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 073.03 - Congrier - *Roche-Charbonneau 1*
X : 343851 - **Y** : 2314478
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 35 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 687 m².
Description : en bordure d'une mare, en bas d'une pente, proche de la ferme, forte concentration sur 25 x 35 m avec un reste de relief bien visible, scories de réduction denses en cordon, terre très charbonneuse. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 073.04 - Congrier - *Roche-Charbonneau 2*
X : 343978 - **Y** : 2314619
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site repéré par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 491 m².
Description : tache noire bien visible dans labour récent, à 200 m au nord-est du site 53 073.03. Le ferrier est très arasé sur 25 m environ, fragments de scories denses en cordon avec morceaux de parois vitrifiés. Quelques fragments de tuiles qui évoquent de la tegula (à vérifier). (M. Hubert)
Mobilier : tuiles.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 074 – CONTEST

53 074.b - Contest - *La Chanteluère/La Terronière/La Moulière*
X : 374173 - **Y** : 2367180
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 187 à 189, 192 à 194, 202 et 203 "La Minée", "La Minée du Haut", "Le Minereau" et "La Minée Potie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 824 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 074.c - Contest - *Le Vieux Contest*
X : 376938 - **Y** : 2367425
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 104 "La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 824 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : parcelle non prospectée mais rencontre avec le propriétaire qui ne connais pas l'existence de scorie. Il indique en revanche de nombreuses "forges" dans la région.
Site : non.

53 074.d - Contest - *L'Épine*
X : 377892 - **Y** : 2365870
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 431 "Pré des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 824 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès à la parcelle.
Site : non.

53 074.e - Contest - *La Rigaudière*
X : 374173 - **Y** : 2367180
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B3 444, 445 "Le Champ de la Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 824 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 076 – COSSÉ-EN-CHAMPAGNE

53 076.01 - Cossé-en-Champagne - *L'Herbougère*
X : 400530 - **Y** : 2334372
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 541, 542, 543 "Champ Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale un site à scories. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.02 - Cossé-en-Champagne - *Le Genetay*
X : 401063 - **Y** : 2334806
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 35 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1924 m².
Description : ferrier arasé avec une tache noire assez marquée sans relief conservé. Les scories ont glissé dans la pente dans le sens des labours.
Mobilier : mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.03 - Cossé-en-Champagne - *Villemarchand*
X : 401468 - **Y** : 2335026
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories repérées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : scories dispersées dans l'angle du champ. Le site n'a pas été reconnu de façon exhaustive. La présence de scories est peut-être liée au croisement des voies romaines.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.04 - Cossé-en-Champagne - *Les Helberdières*
X : 402053 - **Y** : 2335234
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B1 91 "Champ Rouge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : scories éparses dans le champ avec des zones plus ou moins denses sans coloration de la terre ni micro-relief apparent.
Mobilier : néant
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.05 - Cossé-en-Champagne - *La Moinerie*
X : 402260 - **Y** : 2333715
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B3 360 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : examen en bord de champ.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : quelques scories et fragments de minerai en bord de champ.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.06 - Cossé-en-Champagne - *La Forêt*
X : 399928 - **Y** : 2332093
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A3 649, 656 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert a localisé de gros fragments de scories à cordons. Rien n'a été vu lors de la vérification.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.07 - Cossé-en-Champagne - *Les Ferettes*
X : 404057 - **Y** : 2331881
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle C3 676 "La Ferrette". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : le ferrier est nivelé et s'étend au pied des ruines de la ferme sur une cinquantaine de mètre. La terre est bien noire et la densité de scories assez forte.
Mobilier : céramiques, tuiles modernes (proximité immédiate de la ferme).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.08 - Cossé-en-Champagne - *La Novale*
X : 404128 - **Y** : 2331801
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : pierres fondues à l'entrée du champ.
Référence(s) : propriétaire des Reinières.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier nivelé avec terre noire et présence de blocs pluridécimétriques.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.09 - Cossé-en-Champagne - *La Bésiguière 1*
X : 402667 - **Y** : 2330663
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories à cordons localisé en bord de parcelle par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des rives du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 15 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : des scories ont été repérées dans la coupe du ruisseau sur une cinquantaine de centimètre d'épaisseur. Ce ferrier est composé de grandes plaques de scories coulées à cordons enterrées sous 40 cm de terre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.10 - Cossé-en-Champagne - *La Bésiguière 2*
X : 402443 - **Y** : 2330424
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle C2 455 "La Ferrière".Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1290).
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836) ; PAV IGN
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier complètement nivelé. La densité de scories est moyenne mais la terre est plus foncée.
Mobilier : tegulae.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 076.11 - Cossé-en-Champagne - *Belle Vue / Le Petit Varenne*
X : 402410 - **Y** : 2332915
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : scories localisées par le propriétaire M. Morand.
Référence(s) : M. Morand
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 20 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Morand, le propriétaire, indique avoir trouvé une couche de scories en curant le ruisseau à 80 cm sous le niveau du sol. Le ferrier est au pied d'une colline et dans le lit majeur du Treulon. Il a gardé une plaque de scorie à cordon comme témoin.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.12 - Cossé-en-Champagne - *La Pommeraie*
X : 401072 - **Y** : 2334270
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1347) ; 2001 FD 35-53 (1171).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : proximité d'un ruisseau (30 m). Nouvelle prospection le 16/10/05.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 50 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 392 m².
Description : on trouve des scories denses à cordon le long de la haie sur une cinquantaine de mètres de long et dix de large. Présence de blocs décimétrique dans la haie. La visibilité est mauvaise mais la terre n'est pas noire, il ne s'agit pas d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.13 - Cossé-en-Champagne - *La Grande Hardonnière*
X : 403520 - **Y** : 2330915
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : belle tache noire sur photographie aérienne (3-4 mm soit 75 à 100 m). site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1290) ; 1996 FD 35-53 (1166) ; 2001 FD 35-53 (418).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 90 m. ; **l**. : 65 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 4595 m².
Description : ferrier assez important avec relief conservé sur environ 1 m et étalé par les labours (65 x 90 m).
Mobilier : céramique, grès XVI-XVIIe, tuiles à crochet, briques modernes (proximité immédiate de la ferme).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.14 - Cossé-en-Champagne - *La Forêt 2*
X : 400167 - **Y** : 2331760
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1169).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lors d'une première visite au mois d'août 2005, une unique scorie avait été découverte dans le pré voisin.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 3769 m².
Description : ferrier légèrement arasé appuyé sur la pente. Très forte densité de scories en plaquettes fragmentées. La terre est bien noire et les morceaux de parois sont abondants. Pas de mobilier associé au site. Le site est coupé par les haies au nord et à l'ouest.
Mobilier : épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.15 - Cossé-en-Champagne - *La Forêt 3*
X : 400164 - **Y** : 2331719
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1169).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lors d'une première visite au mois d'août 2005, une unique scorie avait été découverte dans le pré voisin.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1570 m².
Description : ferrier distinct de 53 076.14. Appuyé contre la pente l'amas est étalé dans le sens des labours sur 50x40 m.
Mobilier : tuiles à crochet et épandage.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.16 - Cossé-en-Champagne - *La Petite Houssaie*
X : 404503 - **Y** : 2331481
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache grise à l'angle de la parcelle. Site sidérurgique potentiel. F84 300 / 1419-1819 (128)
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1885 m².
Description : scories denses en cordons et terre noire sur les trois quarts de la parcelle. Ferrier totalement arasé sans relief conservé. A noter la présence de blocs de scories décimétriques.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.17 - Cossé-en-Champagne - *Le Coudray*
X : 401241 - **Y** : 2333225
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : nuance grise à l'extrémité de la parcelle. F84 300/1419/1819 (81). site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : parcelle en jachère. Ferrier sans relief conservé avec très forte densité de scories en plaquettes fragmentées et terre noire sur 50 x 70 m.
Mobilier : tuiles à crochet et grès (épandage).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 076.l - Cossé-en-Champagne - *La Guérinière*
X : 398500 - **Y** : 2333010
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1164) ; 2001 FD 35-53 (412).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune scorie n'a été remarqué, seulement quelques fragments de minerai. A revoir après labour.
Site : non.

53 076.m - Cossé-en-Champagne - *Le Chénot*
X : 400550 - **Y** : 2333270
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (412).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 076.r - Cossé-en-Champagne - *L'Habit*
X : 398440 - **Y** : 2332553
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 25 "La Lande Minérale". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et du chemin et passage dans le champ. L'abondance de pierres très dures sur le chemin pourrait expliquer le toponyme "minérale".
Site : non.

53 076.s - Cossé-en-Champagne - *Le Minerai*
X : 403710 - **Y** : 2331870
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C3 653 "Le Champ du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 826 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec le propriétaire de la Novale, il ne connaît pas de scories à la ferme du Minerai mais nous indique le site des Ferettes.
Site : non.

53 076.u - Cossé-en-Champagne - *Le Minerai 2*
X : 403896 - **Y** : 2331359
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Cliché 2000 FD 72 . Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tas de stérile d'anthracite.
Site : non.

53 077 – COSSÉ-LE-VIVIEN

53 077.a - Cossé-le-Vivien - *La Bourette*
X : 352778 - **Y** : 2332413
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles K1 64, 91 "La Ferrière Longue" et "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 827 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès, le chemin rural a disparu. prospection impossible.
Site : non.

53 077.b - Cossé-le-Vivien - *La Petite Lande*
X : 356695 - **Y** : 2335383
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire étalé par les labours visible sur photographie aérienne (3 mm de diamètre, soit 45 m). Site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (1764)
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 079 – COUESMES-VAUCÉ

53 079.a - Couesmes-Vaucé - *La Guilminière*
X : 373340 - **Y** : 2386725
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D17, D18, E1, E2, E3 "La Guilminière" et "Férée du Grand Champ". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 829 (1840).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des bords de champ. RAS.
Site : non.

53 079.b - Couesmes-Vaucé - *Les Champs*
X : 372850 - **Y** : 2386985
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E1 (4) 6 "Férée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 829 (1840).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de blocs de granit expliquant le toponyme Ferrée.
Site : non.

53 084 – CRAON

53 084.a - Craon - *Tissu Baraton*
X : 353670 - **Y** : 2323370
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1557).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : pas de scories visibles dans les talus ou les chemins, ni de micro-relief.
Site : non.

53 084.b - Craon - *Le Rocher*
X : 353798 - **Y** : 2322060
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A3 524 "Le Pré de Machefer et de La Bouve". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 834 (1842).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 084.c - Craon - *La Jeulinière*
X : 356195 - **Y** : 2322483
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 202 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 834 (1842).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : bonne visibilité sur la parcelle. Pas de tache noire ou de micro-relief, pas de scorie dans les talus.
Site : non.

53 084.d - Craon - *La Goupillère*
X : 353385 - **Y** : 2319555
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache bun-rouge à peu de distance du chemin (2 à 3 mm soit 50 à 75 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1005).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : affleurement de sable rouge ferrugineux formant des blocs de bétain sous la semelle des labours (vu avec le propriétaire).
Site : non.

53 085 – CRENNES-SUR-FRAUBÉE

53 085.01 - Crennes-sur-Fraubée - *La Fontaine*
X : 405295 - **Y** : 2377530
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D2 179-182, 198-204 "La Ferrière Longue", "La Ferrière", "Les Ferrières", "La Ferrière au Cerisié" et "La Ferrière au Mistigris". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 835 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 45 m. ; **l**. : 45 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1590 m².
Description : le ferrier nous a été indiqué par l'ancien propriétaire. Il est sous des herbages mais le relief est bien perceptible (0,5 à 1 m) sur 45 m de diamètre. Un petit sondage révèle la présence de scories abondantes en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 087 – CROPTE (LA)

53 087.a - Cropte (La) - *La Pellerie*
X : 389055 - **Y** : 2331120
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 396 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 837 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence d'une dépression et proximité d'un four à chaux pouvant expliquer le toponyme.
Site : non.

53 088 – CUILLÉ

53 088.a - Cuillé - *La Haigronnière*
X : 339505 - **Y** : 2333873
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle G 695 "La Godeferière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 838 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 088.b - Cuillé - *La Barderie*
X : 339518 - **Y** : 2333685
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle G 72 2 "La Godeferière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 838 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 090 – DENAZÉ

53 090.a - Denazé - *Le Grand Bois*
X : 359868 - **Y** : 2324733
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne (2 mm de diamètre soit 60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1255).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 092 – DEUX-ÉVAILLES

53 092.a - Deux-Évailles - *La Mortrie*
X : 387257 - **Y** : 2358195
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B4 781, 788, 790, 791 "Le Champ de La Noe Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 842 (1841).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : micro-relief important. Pas de scories.
Site : non.

53 093 – DORÉE (LA)

53 093.01 - Dorée (La) - *La Taille Ferrière*
X : 355121 - **Y** : 2389271
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 767 "La Taille Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 843 (1838).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec le propriétaire. Il nous indique la présence de scories. Il nous montre aussi ce qui semble être des battitures qu'il ramasse avec les aimants de son aplatisseur.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : autour de la tombe indiquer sur la carte au 1/25000 on trouve des fragments de ce qui semble être des scories. Leur faciès est très particulier. Vitreuses et riches en inclusions de graviers il est difficile de dire si elles sont issues du procédé direct ou indirect.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 094 – ENTRAMMES

53 094.a - Entrammes - *La Petite Chevallerie*
X : 373920 - **Y** : 2336523
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache bien délimitée au bord du chemin (2 mm de diamètre soit 50 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1555).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : accès jusqu'à la cours de la ferme. Il n'y avait personne lors de notre visite. Nous n'avons pas eu accès à la parcelle où se situe l'indice. prospection impossible.
Site : non.

53 095 – ÉPINEUX-LE-SEGUIN

53 095.01 - Épineux-le-Seguin - *Les Bousselières*
X : 397948 - **Y** : 2329520
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (417).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : problème de localisation. Propriétaire M. Clément à Epinoyau. A revoir après labour.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : dispersion de scories très roulées sur une vingtaine de mètres de diamètre. Proximité probable d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 095.b - Epineux-le-Seguin - *La Perdière*
X : 400315 - **Y** : 2330458
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 188 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 845 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en maïs. Le propriétaire sait ce qu'est une scorie mais n'en connaît pas sur ses terrains. Par contre des terrils de mine sont visibles et l'agriculteur connaît l'existence de deux puis, d'où le toponyme.
Site : non.

53 095.c - Epineux-le-Seguin - *Les Touches*
X : 397575 - **Y** : 2330210
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : belle tache noire dans l'angle de la parcelle (3-4 mm de diamètre soit 90-120 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1288).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement géologique de terre rouge et de blocs.
Site : non.

53 095.d - Epineux-le-Seguin - *Le Domaine*
X : 398908 - **Y** : 2331292
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire bien marquée. Ferrier ou anthracite ? Proximité d'un puits de mine... 1992 F161 9-1719 (26)
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tas de stérile d'anthracite de part et d'autre du chemin d'accès de la ferme du Domaine.
Site : non.

53 097 – ÉVRON

53 097.a - Évron - *Le Blé*
X : 397005 - **Y** : 2356037
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 434, 435 "La Minière" et "Le Closeau de La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 097.b - Évron - *Le Rotoir*
X : 398495 - **Y** : 2353573
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 161 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : observation faite dans les talus. RAS
Site : non.

53 097.c - Évron - *La Rochette*
X : 399753 - **Y** : 2353938
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 237 "La Noe des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

53 097.e - Évron - *La Gasnerie*
X : 397855 - **Y** : 2351680
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F2 153 , 154 "Les Minières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : clôtures, vaches.
Site : non.

53 097.f - Évron - *La Loge*
X : 396123 - **Y** : 2351803
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle H1 10 "Le Champ de La Mine". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de minerai (?) dans le champ et épandage de mobilier diverse (tuiles, scories roulées et fragmentées...).
Site : non.

53 097.g - Évron - *Sainte-Marie*
X : 394158 - **Y** : 2354775
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles J1 50, 51 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle qui porte le toponyme est actuellement une forêt privée. Seule la parcelle voisine a pu être prospectée. Découverte de deux scories coulées dans le bruit de fond.
Site : non.

53 097.h - Évron - *Bottereau*
X : 394000 - **Y** : 2355195
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle J1 76 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 847.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la carte indique la présence d'une mare à présent disparue et pouvant correspondre à une minière. Découverte de deux scories et de roches ferrugineuses.
Site : non.

53 100 – FOUGEROLLES-DU-PLESSIS

53 100.a - Fougerolles-du-Plessis - *Les Loges*
X : 350455 - **Y** : 2393465
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 136 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 850 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : très grande parcelle en chaume de maïs. la terre est très grasse, il y a un peu de pierre mais pas de scorie.
Site : non.

53 101 – FROMENTIÈRES

53 101.a - Fromentières - *La Guérinière*
X : 374430 - **Y** : 2322990
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 445 "La Ferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 851 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : les champs sont tous en pré ou en maïs. visibilité nulle, prospection impossible.
Site : non.

53 101.b - Fromentières - *La Macheferrerie*
X : 375335 - **Y** : 2324030
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "La Macheferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : l'examen des talus n'a pas révélé la présence de scorie.
Site : non.

53 101.c - Fromentières - *La Rouairie*
X : 373810 - **Y** : 2322610
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 244 "La Ferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 851 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des bords de champs. Pas de scorie.
Site : non.

53 101.d - Fromentières - *La Ferrerie*
X : 373100 - **Y** : 2323830
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 42, 47-64, 175 "La Ferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 851 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : personne à la ferme. Examen des talus. RAS. Les ferreries de Fromentières sont peut-être liées à une seigneurie?
Site : non.

53 104 – GENNES-SUR-GLAISE

53 104.01 - Gennes-sur-Glaize - *La Gaignerie*
X : 382830 - **Y** : 2317720
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire à l'extrémité de la parcelle visible sur photographie aérienne (3 mm de diamètre soit 45 m). Site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (2983) ; 1990 FD 53-61-72 (1128) ; 1996 FD 35-53 (1019).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : parcelle remembrée, difficulté de localisation.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l.** : 10 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 157 m².
Description : dispersion de scories le long de la haie. Le site doit se trouver dans le pré voisin.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 104.a - Gennes-sur-Glaize - *Le Grand Bois Hubert*
X : 381170 - **Y** : 2322310
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 12 "La Ferée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 854 (1810).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec les propriétaire du Grand Bois Hubert et avec le fils du propriétaire du terrain. Ils ne connaissent pas les scories. la parcelle est en pré, visibilité nulle.
Site : non.

53 104.b - Gennes-sur-Glaize - *La Chatrie*
X : 380180 - **Y** : 2319448
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E2 117 "La Ferée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 854 (1810).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

53 105 – GESNES

53 105.c - Gesnes - *La Beslinière*
X : 383813 - **Y** : 2353110
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 317, 355 "Le Champ Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 855 (1831).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : petite butte avec anomalie de culture. prospection sur 100 m en bord de route. Découverte d'une scorie roulée.
Site : non.

53 106 – GESVRES

53 106.01 - Gesvres - *La Hégronnière*
X : 412982 - **Y** : 2380311
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site localisé par M. Hubert et repéré a posteriori sur photographie aérienne : 1990 FD 53-61-72 (61 1) ; 1996 FD 35-53 (171).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier totalement arasé coupé (en son centre ?) par la route. Du côté nord, dans un champ en semis non lessivé, la terre noire et les scories s'étendent sur 30 x 20 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.02 - Gesvres - *La Garenne*
X : 414403 - **Y** : 2377488
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert indique un petit ferrier.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ruisseau canalisé à immédiate proximité.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 15 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 177 m².
Description : la terre est noire et les scories dispersées sur une quinzaine de mètres de diamètre. La végétation et le gel ne permettent pas de bien caractériser le site. Proximité d'excavation.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.03 - Gesvres - *La Grande Boulaye*
X : 416835 - **Y** : 2374640
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 150 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7069 m².
Description : deux concentrations de scories ont été repérées : l'une à l'entrée du champ (scories dispersées assez dense sur une quinzaine de mètres), l'autre concentration s'étale dans la pente. La densité de scorie et la présence de blocs décimétriques laissent penser qu'il y avait ici un ferrier à présent détruit.
Mobilier : forte concentration de tuiles romaines dans la partie nord du site.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 106.04 - Gesvres - *Le Plessis*
X : 415390 - **Y** : 2375959
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles G3 765, 773-779, 789 "La Petite Ferrière" et "Le Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 856 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : l'accès du site était difficile et la visibilité mauvaise. Le site n'a pas été prospecté.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 314 m².
Description : Michel Hubert décrit un petit ferrier d'une vingtaine de mètre de diamètre avec terre noire et scories abondantes. Le site était couvert par la végétation lors de la vérification.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.05 - Gesvres - *La Fontaine*
X : 415223 - **Y** : 2376118
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles G3 765, 776-779, 789 "La Petite Ferrière" et "Le Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 856 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 90 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 5655 m².
Description : ferrier bien conservé avec très forte densité de scories et présence de très grosses plaques de scorie coulée. Micro-relief d'environ 2 m. Terre noire. Présence de plaquettes.
Mobilier : beaucoup de mobilier moderne, contemporain.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.06 - Gesvres - *La Heslouinière*
X : 415787 - **Y** : 2376269
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site indiqué par M. Hubert. Il a également été repéré par photographie aérienne (2001 FD 35-53 (1886)).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 884 m².
Description : ferrier arasé avec très léger micro-relief, tache noire bien marquée. La visibilité au sol était très mauvaise lors de la prospection.
Mobilier : 1 tegula, TCA romaine, 2 bords céramique commune gallo-romaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 106.07 - Gesvres - *La Bazoge*
X : 415408 - **Y** : 2376429
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2513 m².
Description : ferrier arasé dans le sens des labours sur 80 x 40 m. On peut noter une butte d'environ d'1 m de hauteur correspondant à la concentration. Terre noire.
Mobilier : mobilier XVIe-XIXe s., un tesson type Héloup (XIII-XV e s.)
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.08 - Gesvres - *Sainte-Catherine*
X : 415539 - **Y** : 2376548
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique la présence d'un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 353 m².
Description : on voit la terre noire et les scories dans les taupinières sur une trentaine de mètres de longueur et environ 15 de large à proximité d'une zone déprimée plus humide. Il y a ici un ferrier mais il a dû être endommagé par le percement du plan d'eau.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.09 - Gesvres - *La Haie 1*
X : 416389 - **Y** : 2376388
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 236 m².
Description : ferrier détruit avec très légère coloration et scories éparses. Le site formait un tas d'après le propriétaire.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.10 - Gesvres - *La Houstière du Bourg*
X : 416457 - **Y** : 2376920
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site a été découvert fortuitement par M. Hubert. A posteriori le site est visible sur photographie aérienne (cliché 2001 ; 1990 FD 53-61-72 (1666)).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 3141 m².
Description : ferrier arasé avec forte densité de scories et micro-relief d'environ 0,5 m. Plusieurs ensembles peuvent être distingués en fonction des couleurs de la terre variant de rouge à noire.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.11 - Gesvres - *La Ragotière*
X : 414192 - **Y** : 2378131
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site indiqué par M. Hubert. Il a également été repéré par photographie aérienne 1990 FD 53-61-72 (61 1).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 393 m².
Description : ferrier totalement arasé situé en bas de pente et visible du bord de la route. Densité de scories moyenne avec terre noire sur 25 x 20 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.12 - Gesvres - *La Haie 2*
X : 416562 - **Y** : 2376285
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : Michel Hubert indique un site à scories au sud de la ferme de la Haie. Ce site lui aurait été indiqué par l'ancien propriétaire de la ferme. Le site aurait été étalé par les travaux agricoles.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le site déborde sur une petite partie dans la chaume mais la majorité des scories sont visibles contre les barbelés et autour des poteaux téléphoniques dans la parcelle en herbe. Scories éparses sur une grande surface. Présence de blocs décimétriques de scories en cordons.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.13 - Gesvres - *Cour Malabry*
X : 414738 - **Y** : 2378880
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle E1 193 "Le Champ de la Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 856 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale un ferrier. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.14 - Gesvres - *Les Anellières*
X : 414070 - **Y** : 2378966
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 100 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7854 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire et densité de scories assez forte. Trois micro-reliefs correspondant à des concentrations peuvent être notés. Le ferrier déborde dans le champ voisin.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.15 - Gesvres - *Les Champs Elysées*
X : 413477 - **Y** : 2379889
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : sites à scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l.** : 20 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 471 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire et densité de scories en cordon assez forte sur une dizaine de mètres.
Mobilier : un tesson.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.16 - Gesvres - *Saint-Sulpice*
X : 414745 - **Y** : 2376439
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Wardwar.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l.** : 50 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 2749 m².
Description : ferrier coupé par une carrière de tout-venant. Constitution d'une coupe d'environ 1 à 1,2 m de haut à la sortie de la carrière. Scories coulées vacuolaires.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.17 - Gesvres - *Le Moulin de Feujean*
X : 417299 - **Y** : 2378459
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E3 871, 879 "La Ferrette". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 856 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : Michel Hubert signale une dispersion de scories le long de la haie et dans les talus de l'ancien chemin. Le site n'a pu être vérifié en raison de la présence de chevaux.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 106.r - Gesvres - *La Garenne*
X : 414403 - **Y** : 2377488
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert indique un petit ferrier.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ruisseau canalisé à immédiate proximité.
Site : non.

53 108 – GRAVELLE (LA)

53 108.01 - Gravelle (La) - *La Prise à Legal 1*
X : 350134 - **Y** : 2348912
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 15 m. ; **l.** : 10 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 118 m².
Description : les scories (en cordons denses) sont dispersés à l'entrée du champ. A noter la forte présence de mobilier moderne. Concentration d'environ 10 x 15 m.
Mobilier : céramique, tuiles, grès, ardoises.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.02 - Gravelle (La) - *Cropé 1*
X : 350092 - **Y** : 2348479
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site découvert par M. Hubert lors des labours. Le site a été repéré a posteriori sur photographie aérienne (2001 FD 35-53).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : trois ferriers ont été distingués.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l.** : 45 m. ; **h.** : 2 m. ; **S.** : 2827 m².
Description : ferrier très dense avec terre noire charbonneuse et scories denses à cordons vacuolaires. Le site se poursuit dans la parcelle voisine et a été coupé par la route. Le ferrier s'étend sur 80 x 45 m.
Mobilier : céramique, tuiles.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.03 - Gravelle (La) - *La Brousse*
X : 348568 - **Y** : 2348182
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l.** : 20 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 314 m².
Description : petit ferrier avec densité de scories moyenne (20 x 20 m). Aucun relief perceptible. Petites scories en cordons denses.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.04 - Gravelle (La) - *La Cassée*
X : 348328 - **Y** : 2348580
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérifiée en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l.** : 15 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 294 m².
Description : dispersion de petits fragments de scories coulées en bord du chemin. Il y a une très légère coloration de la terre mais aucun relief. La densité de scorie ne permet pas d'en faire un ferrier.
Mobilier : néant
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.05 - Gravelle (La) - *Cropé 2*
X : 350045 - **Y** : 2348579
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site découvert par M. Hubert lors des labours. Le site a été repéré a posteriori sur photographie aérienne (2001 FD 35-53).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : trois ferriers ont été distingués.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier avec relief conservé sur environ un mètre de hauteur. Terre noire et scorie dense à cordons vacuolaires sur 40 x 30 m.
Mobilier : céramique, tuiles.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.06 - Gravelle (La) - *Le Pâtis Boivin*
X : 350278 - **Y** : 2348658
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté ave M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 70 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 3848 m².
Description : ferrier arasé avec terre très noire et léger micro-relief (environ 1 m). Concentration sur 70 m de diamètre et étalement dans le champ dans le pré voisin et dans le jardin. Beaucoup de mobilier en surface.
Mobilier : grès XVI e et plus.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.07 - Gravelle (La) - *La Haute Juberdière*
X : 349580 - **Y** : 2348358
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A1 60, 61 "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 859 (1835) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique une dispersion de scories de réduction.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.08 - Gravelle (La) - *Le Haut Bois 1*
X : 350284 - **Y** : 2347650
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie piégée signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de petits fragments de coulures internes et de scories piégées à l'angle de la parcelle. Une scorie piégée isolée a été repéré à proximité.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.09 - Gravelle (La) - *Le Haut Bois 2*
X : 350177 - **Y** : 2347918
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie piégée signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de petites coulures internes et de fragments de scories piégées. Un bloc de scorie piégée a été repéré au pied d'un poteau téléphonique à une centaine de mètres.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.10 - Gravelle (La) - *Les Pavés*
X : 349305 - **Y** : 2347475
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : morceau de bloc de scorie piégée dans muret.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale la présence d'une scorie piégée prise dans un mur.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.11 - Gravelle (La) - *La Prise à Legal 2*
X : 350100 - **Y** : 2348990
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : à revoir après les moissons.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion importante de scories denses en cordon dans une chaume de maïs (revoir après labour). Proches d'autres ferriers.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 108.12 - Gravelle (La) - *Cropé 3*
X : 350031 - **Y** : 2348531
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site découvert par M. Hubert lors des labours. Le site a été repéré a posteriori sur photographie aérienne (2001 FD 35-53).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : trois ferriers ont été distingués.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier arasé conservant un léger relief. Terre noire et charbonneuse sur 30 mètres de diamètre. Les scories sont denses avec une partie supérieure très bulleuse (cordons vacuolaires).
Mobilier : céramique, tuiles.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 109 – GRAZAY

53 109.01 - Grazay - *Grazay*
X : 389094 - **Y** : 2370298
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "Des excavations profondes, en partie comblées, qu'entourent de nombreuses scories (Ecure), indiquent également des exploitations de minerai de fer ; telle est aussi, sans doute, l'origine de l'excavation, actuellement remplie d'eau, située dans le champ du Mortier, au N. de Grazay." (ANGOT 1910 : II, 232)
Référence(s) : ANGOT 1910 : II, 232.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec le propriétaire des Écures que connaît M. Hubert. Il indique seulement des excavations qui pourraient être des minières.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : les minières sont actuellement remplies d'eau. Aucune scorie n'est visibles à leurs abords.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 109.b - Grazay - *Lillavois*
X : 390181 - **Y** : 2370206
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : l'ingénieur Lambert signale une couche de scories de fer épaisse de 15 cm au sommet de la voie de Jublains à Vieux dans un sondage qu'il a réalisé à proximité du gué sur l'Aron. Cette information est reprise par Barbe dans son texte de la même année.
Référence(s) : LAMBERT 1865 : 118 ; BARBE 1865 : 135.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 110 – GREZ-EN-BOUÈRE

53 110.a - Grez-en-Bouère - *Ferrière*
X : 384920 - **Y** : 2324270
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A3 465 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 860 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection le long des voies et dans une parcelle. Rencontre avec le propriétaire. Il ne connaît pas l'existence de scories.
Site : non.

53 113 – HAMBERS

53 113.a - Hambers - *La Tressinière*
X : 396413 - **Y** : 2364468
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 630, 631, 735 "Le Tas de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 863.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

53 113.c - Hambers - *Le Bois Chabot*
X : 393040 - **Y** : 2365798
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D4 769, 778 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 863.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les flans de deux petits vallons ont été exploités pour l'extraction de pierre. Encore connu par l'exploitant.
Site : non.

53 113.d - Hambers - *Les Foutellaies*
X : 393410 - **Y** : 2366160
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D4 747 "Champ Ferrant". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 863.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 114 – HARDANGES

53 114.c - Hardanges - *La Poupardière*
X : 398650 - **Y** : 2373035
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D7 24 "Le Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 864.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de granit : "perrière" ?
Site : non.

53 115 – HERCÉ

53 115.a - Hercé - *La Beugerie*
X : 363013 - **Y** : 2384100
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 978, 1113-1114 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 865 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès. On voit sur la photographie aérienne une ancienne mare qui pourrait correspondre à une minière.
Site : non.

53 116 – HORPS (LE)

53 116.a - Horps (Le) - *Ricordeau*
X : 393375 - **Y** : 2377432
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles G6/G8 2 23, 24, 38, 40 "Le Jardin de La Forge" et "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 866.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : problème de localisation ? Pas de scorie.
Site : non.

53 117 – HOUSSAY

53 117.a - Houssay - *La Brosse*
X : 369408 - **Y** : 2327205
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 514 "La Godferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 867 (1835).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 118 – HOUSSEAU-BRÉTIGNOLLES (LE)

53 118.a - Housseau-Brétignolles (Le) - *Les Hauts Rochaux*
X : 388153 - **Y** : 2388263
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 1998 IFN 61 (967).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 119 – L'HUISSERIE

53 119.01 - Huisserie (L') - *Pierre Blanche*
X : 366510 - **Y** : 2341100
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : très fort bruit de fond contemporain dans tout le champ. Présence probable d'un ancien bâtiment à proximité du site. Prospecté avec Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : ferrier arasé avec tache noire et micro-relief. Possibilité de continuité sous le champ voisin et sous la route. Dimension totale : 100 x 80 m ?.
Mobilier : un fragment de sigillée Sud Gaule fin Ier - début IIe s. 3 fgts IIe s. 1 fgt modelé La Tène ?, 3 céramique commune gallo-romaine et céramique XVII-XVIII e s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Empire.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 119.02 - Huisserie (L') - *Le Pâtis*
X : 367713 - **Y** : 2341729
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection antérieure du 23/03/04.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 55 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2120 m².
Description : ferrier arasé avec tache noire et très léger micro-relief. Plusieurs ensembles peuvent être distingués. Activités de post-réduction probable sur le site (1 scorie forge).
Mobilier : 2 fgts de coupe Lezoux 44-45, 1 fgt de mortier Lezoux 96, 2 fgt de commune claire gallo-romaine et céramique moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Empire.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 119.c - Huisserie (L') - *Le Pont Pottier*
X : 367645 - **Y** : 2339860
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire à proximité d'un bosquet sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1190) ; 2001 FD 35-53 (1699).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à des résidus d'exploitation de l'anthracite.
Site : non.

53 119.d - Huisserie (L') - *La Tonnairie*
X : 367770 - **Y** : 2339630
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : deux taches noires l'une en limite de la parcelle l'autre au centre (2 mm de diamètre chacune soit 60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1359).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à des résidus d'exploitation de l'anthracite.
Site : non.

53 120 – IZÉ

53 120.a - Izé - *La Gautraie*
X : 404668 - **Y** : 2359798
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 269 "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 871.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec les fermiers de la Gautraie et de la Fontaine Noire. Ils ne connaissent pas l'existence de scories dans la région.
Site : non.

53 120.b - Izé - *La Sourderie*
X : 403310 - **Y** : 2360090
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D3 1023 "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 871.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : maïs sur pied.
Site : non.

53 121 – JAVRON-LES-CHAPELLES

53 121.a - Javron-les-Chapelles - *La Vallée Plée*
X : 401750 - **Y** : 2382890
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle H1 230 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 872 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 122 – JUBLAINS

53 122.01 - Jublains - *La Grande Boissière*
X : 389784 - **Y** : 2365830
Précision de la localisation : bonne.
Indication : fouille.
Citation : quartier artisanal identifié à l'angle d'un des îlots de la ville antique de Jublains. En plus de l'utilisation abondante de scories dans les remblais, deux ateliers de forge ont été identifiés.
Référence(s) : CHUNIAUD, NAVEAU 1996 ; BOCQUET 1997 ; BOCQUET 2002 ; BOCQUET et al. 2004.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le quartier artisanal a principalement livré des déchets et des structures liées aux opérations de post-réduction mais on trouve également en abondance des scories de réduction dans les remblais et les niveaux de circulation dans toute l'agglomération antique.
Mobilier : capitale de cité romaine.
Interprétation : forge en contexte urbain.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 122.02 - Jublains - *Le Taillis des Boissières*
X : 389774 - **Y** : 2365878
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : fouille.
Citation : prolongement de la fouille de sauvetage de La Grande Boissière dans la parcelle contiguë au nord. Fouille programmée 1998-2004.
Référence(s) : BOCQUET et al. 2004.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : continuité du quartier artisanal de La Grande Boissière. Mise en évidence d'au moins un autre atelier de forge (bât. 4). Les scories de forge, très abondantes ont été employées dans les recharges du trottoir et de la voie. Les scories réduction sont également présentes, notamment dans les remblais. La présence de battitures dans les niveaux de sol et dans certaines structures attestent de la pratique de la forge sur place. Aucune structure liée à la réduction n'a été découverte dans l'emprise de la fouille.
Mobilier : quartier artisanal.
Interprétation : forge en contexte urbain.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 122.03 - Jublains - *Terrain de sport*
X : 389804 - **Y** : 2365951
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : fouille.
Citation : les surveillances de travaux réalisées lors de l'aménagement d'un terrain de football au lieu-dit La Boissière au début des années 1970 ont permis de reconnaitre les vestiges d'une demeure péri-urbaine appelée "villa" de La Boissière. Des fouilles ont été menées sur ce terrain de 1972 à 1979. Une partie des bâtiments d'habitats étaient construits sur un radier de scories (de réduction ?) qui pouvaient atteindre 30 cm d'épaisseur.
Référence(s) : NAVEAU 1973b, 1980, 1984a : 70, 1992 : 65, 1997 : 81 ; BOISSEL et al. 1976 ; LAMBERT, RIOUFREYT 1978 ; BOISSEL, NAVEAU 1980 ; AUBIN 1980 : 384-385, 1981a : 336-337.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : l'utilisation de scories, de forge ou de réduction, semble être la règle dans toute l'agglomération pour lutter contre l'humidité. En l'absence de structures liées à la réduction du minerai, l'interprétation reste la même : proximité d'un site de réduction.
Mobilier : structures datable de La Tène finale à l'époque mérovingienne.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 122.04 - Jublains - *Lotissement de la Poste*
X : 389766 - **Y** : 2365616
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : fouille.
Citation : "Dans le lotissement de la Poste (site 022), les fouilles d' E. Mare (1987, complétées en 1991) ont mis au jour (...) de nombreux fragments de tuyères et des scories de fer en grande quantité (travaux inédits)." (NAVEAU 1992 : 73)
Ce site correspond au site enregistré sous le nom de "jardin communal" par le SRA (53 122 0022). reconnu par sondages par J. Naveau et B. Debien.
Référence(s) : NAVEAU 1986d ; DEBIEN 1987 ; NAVEAU 1992 : 71, 73.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit probablement de scories de post-réduction. La présence d'une tuyère de forge va dans ce sens. La chronologie de ces activités n'est pas connue et on ne petu assurer qu'elel soit liée à l'occupation antique.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 122.05 - Jublains - *Route de Grazay*
X : 389655 - **Y** : 2366147
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Route de Grazay, dans le fossé bordant au nord la rue 2 (site 29), une masse de laitier indique la proximité d'une forge." (NAVEAU 1992 : 73)
Référence(s) : NAVEAU 1985 : 19, pl. 19 ; 1992 : 73.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le mot laitier désigne normalement un résidu issu de la filière indirecte. Ici, il est difficile de trancher. Ce déchet est-il une scorie de réduction ou de forge lié à l'occupation romaine, à l'habitat ou à la voirie ou à une recharge de la route par les laitiers des hauts fourneaux proche d'Aron, Hermet ou Bourgon ?
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 122.06 - Jublains - *Bellevue*
X : 389886 - **Y** : 2365590
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "des moellons, des tuiles, des scories et des poteries romaines ont été trouvés à l'emplacement d'un talus arasé, à l'est du théâtre (site 125). Ni les survols aériens, ni la prospection au sol ne permettent de confirmer la présence de substructions : renseignement M. Bonaventure." (NAVEAU 992 : 71)
Référence(s) : NAVEAU 1989 ; 1992 : 71.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : en l'absence d'élément supplémentaire sur la nature du métal travaillé et la morphologie des scories, il est impossible de conclure sur l'activité à laquelle sont liés ces déchets.
Mobilier : moellons, tuiles, poteries.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 122.a - Jublains - *La Petite Antepoutre*
X : 389250 - **Y** : 2363650
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 34, 35 "Le petit Champ Ferré" et "Le Champ Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 873.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle prospectée est voisine de celle portant le toponyme. Quelques scories roulées (passage de la voie ?).
Site : non.

53 122.b - Jublains - *La Foucheraie*
X : 393378 - **Y** : 2365125
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 486 "Pré Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 873.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 122.i - Jublains - *Théâtre*
X : 389766 - **Y** : 2365551
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Le long du théâtre, les pesantes scories, éparses sur le sol, trahissent le passage de la voie." (BARBE 1865 : 126)
Référence(s) : BARBE 1865 : 126.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 123 – JUVIGNÉ

53 123.01 - Juvigné - *Coultru*
X : 353279 - **Y** : 2362388
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "(…) scories de fer très bulleuses dans une zone où la terre est plus noire. Il s'agit probablement d'un site de bas-fourneaux médiéval (scories bulleuses + tessons ?). Quelques tessons médiévaux ou moderne disséminés dans le champ (par les fumures?)" (fiche SRA)
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit très probablement d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Moyen Âge.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 123.b - Juvigné - *La Gasnerie*
X : 354935 - **Y** : 2362580
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1574).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache noire correspond à une charbonnière. Pas de scories.
Site : non.

53 123.c - Juvigné - *Guimé*
X : 347513 - **Y** : 2367751
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles L3 661 , 666, 803, 806 "La / Les Mignières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 874-875 (1817).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 125 – LANDIVY

53 125.a - Landivy - *Bray de Fer*
X : 349133 - **Y** : 2389078
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Bray de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire est absent. Les champs alentours sont en prairie, la visibilité est nulle.
Site : non.

53 126 – LARCHAMP

53 126.a - Larchamp - *Le Petit Villiers*
X : 354105 - **Y** : 2376800
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1517).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en fourrage. la tache se trouve en bas de pente dans un talweg. Tache d'humidité probable.
Site : non.

53 126.b - Larchamp - *Les Minières*
X : 350445 - **Y** : 2379350
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 118 (86) "La Friche Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 878 (1811).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune dépression n'est visible dans le secteur. Il n'y a pas de minerai apparent. L'agriculteur rencontré n'a jamais vu de scories. Il précise que la terre est très bonne, qu'il n'y a pas de pierre et qu'il n'a jamais vu d'excavation.
Site : non.

53 126.c - Larchamp - *Les Minières*
X : 350420 - **Y** : 2379415
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Les Minières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune dépression n'est visible dans le secteur. Il n'y a pas de minerai apparent. L'agriculteur rencontré n'a jamais vu de scories. Il précise que la terre est très bonne, qu'il n'y a pas de pierre et qu'il n'a jamais vu d'excavation.
Site : non.

53 127 – LASSAY-LES-CHÂTEAUX

53 127.01 - Lassay-les-Châteaux - *Grande Métairie (La)*
X : 387574 - **Y** : 2385807
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "À la Grande Métairie (ancienne commune de Niort-la-Fontaine), tuiles à rebords, poteries romaines, dont sigillée, figurines en terre blanche, scories de fer et d'argent (l'une analysé à la Faculté des Sciences de Caen)." Prospecté par R. Dansard en 1962 (inédit). (NAVEAU 1992 : 120).
Référence(s) : BOUSQUET 1963 ; NAVEAU 1992 : 120.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il est probable qu'il s'agisse de scories de post-réduction. Toutefois, nous ne pouvons être absolument sûr.
Mobilier : néant.
Interprétation : métallurgie du fer en contexte d'occupation rurale.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 127.a - Lassay-les-Châteaux - *La Villa des Roses*
X : 391640 - **Y** : 2386390
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B3 86, 88 "Le Grand Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 879 (1825).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible, problème d'accès du aux travaux du contournement de lassay.
Site : non.

53 127.c - Lassay-les-Châteaux - *Valoup*
X : 391420 - **Y** : 2385965
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B3 87, 91-92, 105-109 "Le petit Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 879 (1825).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. Les parcelles sont actuellement sous la route et sous le rond point du contournement de Lassay.
Site : non.

53 129 – LAUNAY-VILLIERS

53 129.01 - Launay-Villiers - *La Minerais*
X : 349540 - **Y** : 2352865
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "La Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 881 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le bloc de scorie piégée a été déposée dans la cour de la ferme.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : bloc de scorie piégée dont il reste essentiellement la partie inférieure avec les coulures et le traces de charbons. Il est impossible de restituer le diamètre de ce bloc.
Mobilier : 2 tesson dont un XIII-XIV e s. ?
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.02 - Launay-Villiers - *La Gannerie*
X : 350696 - **Y** : 2354837
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : M. L'Hôtelier, propriétaire résidant au Minerais, indique des scories piégées dans ces parcelles. Blocs de scorie piégée localisés par M. Hubert.
Référence(s) : M. L'Hôtellier.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de petites coulures internes et de fragments de scories piégées. Un bloc de scorie piégée a été découvert dans le champ voisin.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.03 - Launay-Villiers - *L'Euche*
X : 349150 - **Y** : 2352238
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : fragments de scories piégées dispersés.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : bloc de scorie piégée isolé signalé par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.04 - Launay-Villiers - *La Petite Balorais*
X : 348935 - **Y** : 2352325
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : blocs de scorie piégée + scories internes dans les labours.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique la présence de blocs de scorie piégée isolés et une dispersion de petits fragments de coulures internes dans les labours. Le site n'a pas pu être vérifié.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.05 - Launay-Villiers - *La Rouérie*
X : 351008 - **Y** : 2352670
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : blocs de scorie piégée localisés par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un demi-bloc de scorie piégée dans la tas d'épierrement. Diamètre = 70 cm.
Mobilier : néant
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.06 - Launay-Villiers - *Les Jaunais*
X : 350710 - **Y** : 2352960
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : bloc de scorie piégée localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : une scorie piégée dans un tas d'épierrement.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.07 - Launay-Villiers - *La Prée 1*
X : 351643 - **Y** : 2352842
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/information orale.
Citation : - parcelles A2 433, 434 "Le Champ du Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- M. Rocherand, fermier à Launay-Villiers, indique un bloc de scorie piégée et des fragments de scorie internes et de minerai dans les labours.
Référence(s) : ADM 3 P 881 (1833) ; M. Rocherand.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : dans un tas d'épierrement on trouve une quinzaine de fragments de scorie piégée. Le propriétaire qui passait par là, nous a indiqué l'endroit précis d'où provenait les scories (53 129.08).
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.08 - Launay-Villiers - *La Prée 2*
X : 351202 - **Y** : 2353115
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/information orale.
Citation : - parcelles A2 433, 434 "Le Champ du Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- l'exploitant de la parcelle nous a indiqué l'endroit précis d'où venait les scoires découverts dans le tas d'épierrement du site précédent.
Référence(s) : ADM 3 P 881 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : on trouve de nombreux fragments de coulures internes et de scorie piégée sur une centaine de mètres carrés. Nous nous trouvons sur l'atelier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.09 - Launay-Villiers - *Le Chêne Vert*
X : 351622 - **Y** : 2353619
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : bloc de scorie piégée localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tas d'épierrement.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : on trouve dans un tas d'épierrement à proximité d'une vieille grange de nombreux fragments de bloc de scorie piégée.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.10 - Launay-Villiers - *Les Petites Brillais*
X : 351832 - **Y** : 2352010
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : morceaux de scories piégées.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : M. Rocherand, propriétaire à La Rouérie a indiqué à M. Hubert plusieurs scories piégées dans ce secteur. Lors d'une première visite M. Hubert avait repéré ici un bloc. Lors de la vérification seul un petit fragment a été retrouvé. On peut retenir la proximité d'un site.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 129.h - Launay-Villiers - *Saint-Pierre-la-Cour*
X : 349323 - **Y** : 2351740
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 199, 201 "Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 881 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 130 – LAVAL

53 130.01 - Laval - *La Gaufrie*
X : 366446 - **Y** : 2343788
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, parfaitement visible du bord de la route avait été repéré par M. Hubert. Il est également bien visible sur photographie aérienne (2001 FD 35-53).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 90 m. ; **l.** : 90 m. ; **h.** : 1,5 m. ; **S.** : 6361 m².
Description : ferrier avec très forte concentration de scorie. Le site est marquée par une butte d'environ 1,5 m. Mobilier datant très abondant.
Mobilier : fragments d'assiettes Lezoux 54 et Lezoux 43, de coupelles Drag. 33 et Lezoux 42, d'une coupe Lezoux 8, d'un mortier Lezoux 97 et de vases moulés Drag 37 (deux potiers décorateurs : cinnamus, paternus) tegulae, céramique commune gallo-romaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Empire.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 133 – LIGNIÈRES-ORGÈRES

53 133.01 - Lignières-Orgères - *La Ferrière*

X : 412788 - **Y** : 2394781
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles H2 783-801 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "On y trouve des scories de fer provenant d'anciennes forges." (ANGOT 1910 : II, 160) ;
- - "Parcelle (pré) au relief artificiel très mouvementé. On y recueille du laitier." (fiche SRA)
- "Ferrière, à 200 m. de Moulin-Lassue : j'ai trouvé à cet endroit des scories de bas-fourneau dispersées dans les champs labourés autour, et davantage concentrées dans le fossé bordant le lieu-dit habité Ferrière (maison et « pré au relief artificiel… ») ; on trouve aussi naturellement du laitier dispersé issu du haut-fourneau tout proche." (M. Hubert)
Référence(s) : ANGOT 1910 : II, 160 ; DAVY 1913 : 100 ; SRA Pays de la Loire ; ADM 3 P 889 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen dans les talus du fossé et dans le jardin de la maison.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le ferrier se trouve sous les bâtiments de la ferme de la Ferrière. Les scories et la terre noire sont bien visibles dans le fossé bordier et dans le jardin. Il ne s'agit pas de laitier comme l'indique la fiche du SRA.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.02 - Lignières-Orgères - *La Gallière*

X : 410390 - **Y** : 2397133
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert signale un site à scories de réduction.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : ancienne commune de Orgères.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale un ferrier. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.03 - Lignières-Orgères - *La Vannerie*

X : 410134 - **Y** : 2395764
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles Gu 838-847 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré avec des bêtes lors de la vérification. Seules les abords du ferrier ont pu être repérés.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : le ferrier a été récupéré dans les années 1990 pour empierrer les entrées de champs et les cours de fermes. Il reste une petite butte de 30 m de diamètre environ sur 50 cm de hauteur. D'après Michel Hubert entre 300 et 400 tonnes ont été enlevées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.04 - Lignières-Orgères - *La Pesnière*

X : 412285 - **Y** : 2397540
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 817 à 819 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les parcelles ont été remembrées et mises en herbe, la visibilité y est nulle.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses repérées par M. Hubert dans le talus de la haie à présent disparue.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.05 - Lignières-Orgères - *Monthard*

X : 413322 - **Y** : 2397134
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B1 336 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en herbe, le ferrier est marqué par une tache d'herbe plus verte. Des scories ont été localisées le long de la parcelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 491 m².
Description : le ferrier a été vu après labour par M. Hubert. La terre est noire et les scories en cordons abondantes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.06 - Lignières-Orgères - *La Paquerie*

X : 414350 - **Y** : 2394938
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles C1 243, 246, 247 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisés par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale un sites à scories de réduction. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 133.g - Lignières-Orgères - *Moulin Lassue*
X : 412965 - **Y** : 2394865
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Au moulin Lassue, anciennes forges importantes qui ont laissé des scories en quantité considérable." (DAVY 1913 : 100)
- Moulin-Lassue : haut-fourneau bien connu, construit en 1550 par Jean Le Veneur seigneur de Carrouges, actif jusqu'en 1666 (voir Cahiers de l'Inventaire : La Métallurgie Normande et La Métallurgie du Maine). Les scories (encore visibles) mentionnées à cet endroit par Angot et Davy sont du laitier de haut-fourneau (appelé « cline » localement). (M. Hubert)
Référence(s) : ANGOT 1910 : II, 160 ; DAVY 1913 : 100.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 133.h - Lignières-Orgères - *Moulin-Lassue (2)*
X : 413363 - **Y** : 2395155
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 394, 395 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 133.i - Lignières-Orgères - *La Touche*
X : 413506 - **Y** : 2395614
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 443 "Le Mineraie (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 133.j - Lignières-Orgères - *Petit Etinoux*
X : 414829 - **Y** : 2394348
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 492 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 133.k - Lignières-Orgères - *Souchets*
X : 409081 - **Y** : 2395274
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles G 625, 630, 631, 635 "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 133.l - Lignières-Orgères - *Fouchardière*
X : 411455 - **Y** : 2395143
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle H1 403 "Chenevière des Ferrières (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice visité par M. Hubert. aucune scorie n'a été repérée.
Site : non.

53 133.m - Lignières-Orgères - *Gérardière*
X : 411521 - **Y** : 2394460
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles H2 928, 950-953 "petit Mineray" et "Grand Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 889 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : Michel Hubert signale de nombreuses excavations pour l'exploitation du minerai (?). aucune scorie.
Site : non.

53 134 – LIVET

53 134.01 - Livet - *La Petite Cochinière*
X : 393055 - **Y** : 2348880
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : ferrier très arasé sans relief conservé mais avec terre noire et densité de scories moyenne.
Mobilier : tuiles à rebord.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 134.02 - Livet - *Villeneuve*
X : 392450 - **Y** : 2349050
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, déjà connu par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : 1990 FD 53-61-72 (1491) ; 1996 FD 35-53 (1457).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ruisseau à environ 200 m.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : tache noire avec scories en surface. Continuité dans pré voisin. Léger relief.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 134.03 - Livet - *Le Haut Livet*
X : 391685 - **Y** : 2349057
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des jardins.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la terre du potager de la maison du Haut Livet est noire et les fragments de scories y sont omniprésents, on peut supposer la présence d'un ferrier sous les bâtiments du bourg.
Mobilier : épandages de mobilier moderne et contemporain.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 134.04 - Livet - *Le Bourg (plan d'eau)*
X : 391478 - **Y** : 2349090
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories de réduction signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories de réduction signalé par M. Hubert. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 134.05 - Livet - *Pâtis aux Loups*
X : 391240 - **Y** : 2349496
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, découvert par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : F 84 300 / 1518-1818 (157).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus du chemin de randonnée.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : des scories en fins cordons sont visibles dans l'empierrement du chemin ainsi que dans les talus anormalement élevés sur une quinzaine de mètres. Le ferrier se situe dans le pré voisin il est visible sur un cliché aérien.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 134.06 - Livet - *Moncrintin*
X : 393435 - **Y** : 2349988
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne (2001 FD 53). Site métallurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1884 m².
Description : scories dispersées avec concentration principale d'une dizaine de mètre de diamètre et épandage sur 80 m de long. La terre est légèrement plus sombre dans la concentration. Ancien ferrier détruit ou comblement d'une dépression avec des matériaux rapportés.
Mobilier : néant
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136 – LOIGNÉ-SUR-MAYENNE

53 136.01 - Loigné-sur-Mayenne - *Ménité*
X : 368193 - **Y** : 2324872
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles A1 154, 159, 160 "Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "Forges à bras dont il reste des scories près de la Ménité, de l'étang desséché de la Grue, de la Petite-Frézelière, de la Chelurère." (ANGOT 1910 : II, 707)
- "centre d'anciennes landes où on trouve des scories de fer." (ANGOT 1910 : III, 18).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : II, 707 et III, 18 ; DAVY 1913 : 23 ; ADM 3 P 896 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. Chemin barré. Chasse en cours ?
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert a localisé une concentration de scories de réduction. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136.02 - Loigné-sur-Mayenne - *La Grue*
X : 369280 - **Y** : 2323805
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "Forges à bras dont il reste des scories près de la Ménité, de l'étang desséché de la Grue, de la Petite-Frézelière, de la Chelurère." (ANGOT 1910 : II, 707)
Référence(s) : ANGOT 1910 II, 707 ; DAVY 1913 : 23.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doute d'un site de réduction directe.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136.03 - Loigné-sur-Mayenne - *Petite-Frezellière (La)*
X : 372183 - **Y** : 2320875
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Forges à bras dont il reste des scories près de la Ménité, de l'étang desséché de la Grue, de la Petite-Frézelière, de la Chelurère." (ANGOT 1910 : II, 707).
- "A la Pettite-Frézelière, éperon barré au confluent de la Mayenne et du ruisseau du Bouillon, dominat de 45 m les vallées. (...) Cet ouvrage entre dans la catégorie des petits oppida qui bordent la Mayenne." (NAVEAU 1992 : 87).
Référence(s) : ANGOT 1910 : II, 707 ; DAVY 1913 : 23 ; NAVEAU 1992 : 87.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le site indiqué par M. Hubert n'a pas été retrouvé. Problème de localisation ?
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Miche Hubert signale la découverte de quelques scories de réduction directe à proximité de l'oppidum de la Petite Frézelière.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136.04 - Loigné-sur-Mayenne - *Chelluère (La)*
X : 370185 - **Y** : 2325025
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles B1 121, 131 "Taillis des Forges" et "Pâtis des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel. S'étend sur la commune de Saint-Sulpice (53 254) : B1 (267).
- "Forges à bras dont il reste des scories près de la Ménité, de l'étang desséché de la Grue, de la Petite-Frézelière, de la Cheluère." (ANGOT 1910 : II, 707).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 II, 707 ; DAVY 1913 : 23 ; ADM 3 P 896 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 130 m. ; **l**. : 120 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 13273 m².
Description : ferrier très arasé avec terre noire et très léger micro-relief. Site très étalé et probablement récupérer (très petits fragments de scories). Présence de pierres rouges = minerai ?
Mobilier : céramique indéterminé.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136.05 - Loigné-sur-Mayenne - *Les Landes*
X : 369129 - **Y** : 2325150
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories repérées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en bord de champs.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : dispersion de scories de réduction denses en cordons sur environ 30 x 20 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 136.06 - Loigné-sur-Mayenne - *Les Heronnères*
X : 368458 - **Y** : 2322464
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle A4 753 "Les Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne : 1967 FR 1390 (2865) ; 1990 FD 53-61-72 (1160) ; 1996 FD 35-53 (1045).
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 896 (1836) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 3770 m².
Description : ferrier très arasé avec terre noire et très léger micro-relief conservé. Les scories sont très fragmentées et la densité est assez moyenne en surface. ferrier récupéré ?
Mobilier : céramique, tuiles, briques.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 137 – LOIRON

53 137.a - Loiron - *La Mâcheferrière*
X : 357535 - **Y** : 2345555
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 393 "Mâcheferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 893 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert. Quelques scories éparses. Pas de quoi faire un site.
Site : non.

53 137.b - Loiron - *Le Chêne Macé*
X : 356823 - **Y** : 2345908
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 326, 327 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 893 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

53 137.c - Loiron - *La Bouillère*
X : 358945 - **Y** : 2344070
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B4 995, 1116 "Grande Machefaire" et "petite Machefaire". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 893 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès. prospection impossible.
Site : non.

53 140 – LOUVERNÉ

53 140.a - Louverné - *Basse Marches*
X : 373460 - **Y** : 2352790
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A 437 "Le Champ des Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 896 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de chevaux dans la parcelle. L'herbe est très dispersée mais on ne voit pas de scories ni de terre noire.
Site : non.

53 144 – MARCILLÉ-LA-VILLE

53 144.01 - Marcillé-la-Ville - *La Chauvinais*
X : 389884 - **Y** : 2372336
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : bord d'une crête granitique. Prospecté avec Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 210 m. ; **l**. : 130 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 21441 m².
Description : ferrier très arasé situé sur le bord d'une crête granitique. Mobilier métallurgique abondant mais très fragmentés. Tâche noire bien nette. Trois ensemble peuvent être distingués par la couleur, mais les labours successifs ne permettent pas d'isoler le mobilier. Proximité des minerais éocène et ordovicien.
Mobilier : céramiques modernes (grès et bord de cuvier) et TCA indéterminée.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 144.02 - Marcillé-la-Ville - *L'Efandière*
X : 390065 - **Y** : 2373615
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection rapide de l'ensemble de la parcelle.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : petits fragments de scories en cordons éparses sur toute la parcelle. Viennent-elles de la voie romaine toute proche ?
Mobilier : grès XVI e ou plus.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 144.03 - Marcillé-la-Ville - *Les Fours-à-Chaux*
X : 388262 - **Y** : 2372415
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "scories anciennes aux environs du village des Fours-à-Chaux." (DAVY 1913 : 100)
Référence(s) : DAVY 1913 : 100.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : maison privée. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : les scories éparses sont connus à proximité du lieu-dit Les Fours-à-Chaux, elles ont pu être déplacées à la suite des exploitations du calcaire lacustre pour les fours à chaux.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 144.a - Marcillé-la-Ville - *La Mordantière*
X : 390443 - **Y** : 2374678
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C5 1125 "Le petit Champ des Caves de Mines". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 900 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté par M. Hubert. RAS.
Site : non.

53 144.e - Marcillé-la-Ville - *Le Haut Housseau*
X : 390318 - **Y** : 2373383
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : l'ingénieur Lambert signale la présence de scories dans l'empierrement de la voie romaine de Jublains à Vieux qu'il a coupé à trois reprise entre Marcillé et Saint-Anne.
Référence(s) : LAMBERT 1865 : 120 ; BARBE 1865 : 137.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 146 – MARTIGNÉ-SUR-MAYENNE

53 146.a - Martigné-sur-Mayenne - *La Rigaud*
X : 374808 - **Y** : 2363198
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 67, 68 "Le Pré de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 902 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 146.b - Martigné-sur-Mayenne - *Le Rigaud 2*
X : 374935 - **Y** : 2363395
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 75, 76 "Le Champ de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 902 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 146.c - Martigné-sur-Mayenne - *La Thébaudière*
X : 379588 - **Y** : 2359005
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B3 951-953 "Les Forges du Haut / du Bas". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 902 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 146.d - Martigné-sur-Mayenne - *Le Grand Hallier*
X : 377420 - **Y** : 2358553
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 79 "Le Champ du Feret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 902 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 146.f - Martigné-sur-Mayenne - *Le Petit Hallier*
X : 377410 - **Y** : 2357961
Précision de la localisation :
Indication : information orale.
Citation : présence d'une "dalle" de fer au fond d'une mare.
Référence(s) : Agriculteur.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : mare en bas de pente avec formation d'alios ferrugineux.
Site : non.

53 146.g - Martigné-sur-Mayenne - *Le Ferré*
X : 375026 - **Y** : 2360931
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale/toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "Le Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel. - Selon le propriétaire, découverte de pierre en "lave" lors du drainage de la parcelle.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la prospection en bord de champ et dans le drainage du ruisseau n'a pas fourni de scorie mais de l'alios ferrugineux.
Site : non.

53 150 – MÉNIL

53 150.01 - Ménil - *Bois de la Grande Lande*
X : 373820 - **Y** : 2310580
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "(…) forges et fonderies importantes entre les fermes de la Grande et de la Petite Lande : bois de la Grande Lande (…) énormes monticules de scories ou mâchefer." (JOUBERT 1900).
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : JOUBERT 1900 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lors de la vérification, la végétation recouvrait tout l'espace entre les deux bois. Aucune scorie n'a été vu.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées. A noter la proximité d'une motte et d'une forge mentionnées en 1258.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 150.b - Ménil - *Les Grandes Touches*
X : 373955 - **Y** : 2314023
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 702, 745-747, 749, 753 "Les Fers à Feux". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 906 (1835).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de la parcelle. RAS.
Site : non.

53 151 – MÉRAL

53 151.a - Méral - *Les Ferrières*
X : 352280 - **Y** : 2333053
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D2 518-53 4 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 907 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 152 – MESLAY-DU-MAINE

53 152.01 - Meslay-du-Maine - *La Maison de Paille*
X : 384715 - **Y** : 2331590
Précision de la localisation : bonne.
Indication : Diagnostic INRAP.
Citation : fosses comblées de scories de réduction découvertes à l'occasion de diagnostic préalable à la construction d'un lotissement
Référence(s) : LETHO DUCLOS 2005.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visite lors du diagnostic sur le terrain pour identification.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : plusieurs fosses de 5 à 10 m de diamètre sur une profondeur de 0,3 à 1 m comblées de scories de réduction. Ces rejets sont associés avec un chemin et plusieurs trous de poteaux.
Mobilier : céramique.
Interprétation : site de réduction directe du fer et de post-réduction.
Datation proposée : XIe-XIIe' s.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 152.02 - Meslay-du-Maine - *Richebourg*
X : 383065 - **Y** : 2329798
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire polylobée avec de nombreuses nuances débutant à peu de distance du chemin (6x3 mm soit 75 x 125 m). site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1526).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie du propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 120 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7540 m².
Description : ferrier nivelé avec terre bien noire et scories abondantes. Le propriétaire en a prélevé pour ses parterres. Le site couvre environ 1ha et se situe à proximité d'une source et d'une ancienne mare (minière ?).
Mobilier : un tesson (médiéval ?).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 152.03 - Meslay-du-Maine - *Le Plein Chêne*
X : 380746 - **Y** : 2331118
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1319).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1178 m².
Description : ferrier nivelé étalé dans la pente couvert d'herbe. Les scories sont très fragmentées mais assez abondantes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 152.c - Meslay-du-Maine - *Le Chêne Drouet*
X : 384185 - **Y** : 2333675
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A 67 "La Feurière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 908 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection du bord du champ et d'une partie de la parcelle. RAS.
Site : non.

53 153 – MÉZANGERS

53 153 .b - Mézangers - *Les Foucaudières*
X : 393733 - **Y** : 2358415
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F2 161 "Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 909 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des coupes des fossés bordiers. RAS.
Site : non.

53 153 .c - Mézangers - *Loria*
X : 393868 - **Y** : 2358418
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F2 171 "Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 909 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des coupes de fossés bordiers. RAS.
Site : non.

53 154 – MONTAUDIN

53 154.a - Montaudin - *La Roirie*
X : 351795 - **Y** : 2380848
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F 399 "Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 910 (1839).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle se trouve au fond d'un talweg. Elle est traversée par le ruisseau et semble très marécageuse? Le locataire de l'Eplus n'a jamais vu de scories. Les coupes du chemin révèle la présence de granit. S'agit-il d'une "perrière" ?
Site : non.

53 159 – MONTOURTIER

53 159.a - Montourtier - *Les Hauts Champs*
X : 387628 - **Y** : 2360928
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A6 664 à 667 "Le Mineraie" et "Champ Clos du Mineraie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 915 (1832).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence d'une mare = ancienne minière ? Pas de scorie.
Site : non.

53 159.b - Montourtier - *La Haute Roche*
X : 385028 - **Y** : 2359918
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B4 1214 "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 915 (1832).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : probable forge de la ferme des Hautes-Roches.
Site : non.

53 159.c - Montourtier - *La Hutière*
X : 383105 - **Y** : 2360020
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B4 1494 "Le Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 915 (1832).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : vaches.
Site : non.

53 160 – MONTREUIL-POULAY

53 160.01 - Montreuil-Poulay - *Le Fresne*
X : 386065 - **Y** : 2377658
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique une dispersion de scories de fer.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique une dispersion de scories de fer. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : 2 grès.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 160.b - Montreuil-Poulay - *Les Prés Corbeaux/Les Fosses au Loup*
X : 386798 - **Y** : 2378928
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A6 2 12, 14, 35, 36 "Le Pré des Minerais", "Le Mineray", "Le Champ du Grand Mineray " et "Le petit Minier". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 916-942 (1840).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 161 – MONTSÛRS

53 161 .a - Montsûrs - *Les Hardières*
X : 384392 - **Y** : 2355327
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 1 "La Minée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 917 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 161 .b - Montsûrs - *Le Buron/Crotignes*
X : 384575 - **Y** : 2353185
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 288, 321 "La petite Minée", "La Grande Minée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 917 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lotissement en construction. Examen des tranches de fondations. RAS.
Site : non.

53 162 – MOULAY

53 162.01 - Moulay - *Moulay – Le Grand Mesnil*
X : 379845 - **Y** : 2367713
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie et diagnostic préventif.
Citation : le mobilier [de l'oppidum] témoigne d'une activité artisanale : moule à bracelets, scories de fer et déchets de bronze. (NAVEAU 1992 : 136)
Référence(s) : voire bibliographie in extenso dans NAVEAU 1992 : 136 ; VALAIS 2004a ; VALAIS *et al*. 2004.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il est probable qu'il s'agisse de scories de post-réduction trahissant une activité de forge sur le site (classique dans de telles agglomérations). Nous ne pouvons pas cependant être affirmatif.
Mobilier : oppidum.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : La Tène finale
Fiabilité de la datation : bonne.

53 168 – NUILLÉ-SUR-VICOIN

53 168.a - Nuillé-sur-Vicoin - *La Godeferière*
X : 370355 - **Y** : 2334090
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "La Godeferière".Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des bords du champ de maïs. RAS. A revoir.
Site : non.

53 170 – OISSEAU

53 170.f - Oisseau - *Neuville*
X : 376033 - **Y** : 2377202
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle K2 509 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 927 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des jardins. RAS.
Site : non.

53 174 – PARIGNÉ-SUR-BRAYE

53 174.a - Parigné-sur-Braye - *Le Bourg / Le Grand Bois*
X : 378298 - **Y** : 2373173
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 241-243 "Le Pré Taillefer" et "Le Taille Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 931.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 176 – PAS (LE)

53 176.a - Pas (Le) - *La Douetterie*
X : 373535 - **Y** : 2385705
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1950).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à une dépression au bord d'un ruisseau. la couleur noire est due à l'humidité.
Site : non.

53 178 – PEUTON

53 178.01 - Peuton - *La Sensie*
X : 366928 - **Y** : 2325466
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 301-302, 305 "La Petite Ferrière" et "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 935 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rencontre avec le propriétaire. Ils nous dit qu'il y a bien des taches noires et des scories dans le champ voisin de la ferme le long du ruisseau mais pas dans la parcelle ferrière.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : le propriétaire décrit la présence dans la parcelle de plusieurs taches noires d'environ 50 m de diamètre avec des pierres noires ressemblant à de la lave. La parcelle est en herbe. Impossible de vérifier ses dires.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 179 – PLACÉ

53 179.a - Placé - *Le Bourg*
X : 368460 - **Y** : 2366103
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 172 -174, 186 "Le Machefer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 936 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle se situe à l'arrière du bourg et repose sur le roc. Le propriétaire indique la présence de pierres mais n'a jamais vu de scories.
Site : non.

53 185 – PRÉ-EN-PAIL

53 185.01 - Pré-en-Pail - *Grange Neuve*
X : 413995 - **Y** : 2384820
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 185.02 - Pré-en-Pail - *Le Vieux Saint-Julien*
X : 412794 - **Y** : 2383605
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle J6 51 "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 944-945 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen dans les talus, parterre et tas d'épierrement.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 628 m².
Description : le ferrier est coupé par le chemin est s'étend sous le verger. Les scories est la terre noire sont visibles dans les talus et dans les parterres.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 185.b - Pré-en-Pail - *Nauvray*
X : 413454 - **Y** : 2388974
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C13 2-6, 28-31 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 944-945 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : moutons.
Site : non.

53 186 – QUELAINES-SAINT-GAULT

53 186.01 - Quelaines-Saint-Gault - *La Fardelière*
X : 363873 - **Y** : 2327932
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire proche d'une mare (2 mm de diamètre soit 50 m). site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1516).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : ferrier nivelé avec terre noire et densité de scories assez forte, aucun relief conservé.
Mobilier : deux fragments de tegulae.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 186.02 - Quelaines-Saint-Gault - *La Puronnière*
X : 362062 - **Y** : 2330459
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1623).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : champ en herbe, mais relief bien accentué et très visible à l'emplacement du ferrier. Le fermier signale aussi à quelques mètres à côté, une excavation très profonde aux contours irréguliers qui ne ressemblait pas à une mare et qu'il a dû combler parce qu'il la trouvait dangereuse (ancien trou de mine ?). Le site sera à nouveau labouré dans deux ans.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 186.03 - Quelaines-Saint-Gault - *Les Gast*
X : 363278 - **Y** : 2329830
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1647).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : première prospection en août. Seules des fragments de charbon avaient été repérés. Lors d'un second passage, M. Hubert a localisé des scories à l'emplacement précis de la tache.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : champ en herbe en bordure du chemin du Gast. Scories visibles en grattant l'herbe à l'endroit précis de la tache. ferrier d'environ 25 m sans relief.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 186.c - Quelaines-Saint-Gault - *La Haute Machefrrière*
X : 361398 - **Y** : 2332223
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 16-18 "La Haute Macheferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 946 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : on peut voir dans le jardin de la maison ce qui semble être une motte médiéval. Voir l'article du dictionnaire de l'abbé Angot sur ce toponyme.
Site : non.

53 186.d - Quelaines-Saint-Gault - *Le Petit Brossay*
X : 365480 - **Y** : 2331070
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 527 "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 946 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 186.e - Quelaines-Saint-Gault - *Le Plessis Bochard*
X : 367140 - **Y** : 2333225
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E1 31 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 946 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des bords de champ. Pas de scorie.
Site : non.

53 186.f - Quelaines-Saint-Gault - *Le Monceau*
X : 368103 - **Y** : 2331633
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 394-395, 446 "Le Bas de La Feurière" et "La Feurière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 946 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès. Les affleurements de schiste visibles de la route sont peut-être à l'origine du toponyme.
Site : non.

53 187 – RAVIGNY

53 187.01 - Ravigny - *Sainte-Anne*
X : 420528 - **Y** : 2385048
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert distingue deux ferriers.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : Michel Hubert signale la présence de deux ferriers d'une vingtaine de mètre actuellement recouverts par des herbages.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 187.02 - Ravigny - *La Muletière*
X : 420898 - **Y** : 2385247
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : information orale. recueillie par M. Hubert.
Référence(s) : M. Ligot.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle était occupée par des bêtes lors de la vérification.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : Michel Hubert a vu la parcelle labourée, il décrit un ferrier nivelé avec une tache noire peu marquée et une concentration de scories en cordon sur une vingtaine de mètres de diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 187.c - Ravigny - *Les Vaux*
X : 422818 - **Y** : 2384545
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 49, 53 "La Noë de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 947 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice vu par M. Hubert. RAS.
Site : non.

53 188 – RENAZÉ

53 188.01 - Renazé - *Saint-Joseph*
X : 345501 - **Y** : 2313650
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/PAV.
Citation : - "Un monceau de scories faisant partie du group des Ecrennes dont je viens de parler existe encore à proximité de la route de Renazé à la Chapelle-Hullin, à peu près à la limite des deux communes (300 à 400 tonnes)." (DAVY 1913 : 26) ;
- le site est visible sur photographie aérienne (1990 FD 53-61-72 (1039)).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : DAVY 1913 : 26 ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier arasé avec terre très noire, très léger micro-relief (moins de 50 cm). Densité de scories moyenne.
Mobilier : 1 tesson XVI-XVII e s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 188.02 - Renazé - *Bois Saint Gilles*
X : 347485 - **Y** : 2313330
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses en sous bois.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 188.03 - Renazé - *La Joliserie 1*
X : 346175 - **Y** : 2314035
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire bien visible sur photographie aérienne au bord du chemin proche de l'angle (3 mm env. soit 75 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (868).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 55 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2595 m².
Description : ferrier arasé avec terre très noire et cendreuse, scories très fragmentées et dalles d'ardoises chauffées. Relief dépassant le mètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 188.04 - Renazé - *La Joliserie 2*
X : 346268 - **Y** : 2313905
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache bien marquée sur la photographie aérienne proche d'un ruisseau (1 à 2 mm soit 25 à 50 m). 1996 FD 35-53 (868).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier arasé avec terre très noire, blocs décimétriques de fond de four, et nombreuses parois de four. Très léger micro-relief.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 192 – ROUAUDIÈRE (LA)

53 192.a - Rouaudière (La) - *La Biraudière*
X : 337585 - **Y** : 2320625
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire diffuse sur photographie aérienne (3 mm de diamètre env. soit 90 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1149).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à un affleurement géologique.
Site : non.

53 195 – SACÉ

53 195.c - Sacé - *Les Portes*
X : 375895 - **Y** : 2357035
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 408, 411 "Lande des Minerais" et "Les Minières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 955 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 197 – SAINT-AIGNAN-SUR-ROË

53 197.01 - Saint-Aignan-sur-Roë - *Bois d'Andigné*
X : 336106 - **Y** : 2323187
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : description et plan du ferrier sous couvert boisé (MEURET 1993 : 524-525).
Référence(s) : MEURET 1993 : 524-525.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : ferrier conservé en sous bois avec des buttes atteignant 2 m de hauteur. A noter la présence d'excavations à proximité immédiate du site.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Moyen Age.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 197.02 - Saint-Aignan-sur-Roë - *La Croix Blanche*
X : 342502 - **Y** : 2321936
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache demi-circulaire noire en bord de ruisseau (2 mm soit 50 m). 1996 FD 35-53 (1000) ; 2001 FD 35-53 (1457).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 120 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 9438 m².
Description : le ferrier est coupé par la route et la terre noire est bien visible dans les talus. On voit les scories et la terre noire sur environ 60 x 30 m dans le champ en blé. Le site s'étend dans le pré de l'autre côté de la route mais l'on ne peut le délimiter avec précision.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 197.03 - Saint-Aignan-sur-Roë - *La Morinaie*
X : 336554 - **Y** : 2324248
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1149) ; 2001 FD 35-53 (1384).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 45 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1374 m².
Description : ferrier nivelé avec terre noire et densité de scories moyenne. Le site est coupée en son centre par un fossé et s'étale dans la parcelle voisine. Les scories sont très fragmentées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 197.d - Saint-Aignan-sur-Roë - *La Touche*
X : 339768 - **Y** : 2321743
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D2 227, 232 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 957 (1842).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : correspond à une ancienne sablière mentionnée sur la carte.
Site : non.

53 201 – SAINT-BERTHEVIN

53 201.01 - Saint-Berthevin - *Villembois*
X : 363760 - **Y** : 2348434
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : proximité d'une source. Prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 589 m².
Description : ferrier arasé de couleur brun-rouge situé au bord d'un talweg à proximité d'une source.
Mobilier : un tesson de cruche engobé blanc Ier - début IIe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.02 - Saint-Berthevin - *La Daubinais*
X : 363195 - **Y** : 2348769
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le blé est trop haut. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 314 m².
Description : le ferrier était couvert par la végétation lors de la vérification, mais les photos prises par M. Hubert atteste la présence d'un ferrier d'une vingtaine de mètre de diamètre avec terre noire et scories en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.03 - Saint-Berthevin - *La Moriniere*
X : 361996 - **Y** : 2349180
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B1 178, 193 "Grande Ferrière" et "Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 961 (1810) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité quasi nulle. Observation faite sur une petite fenêtre. Vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : ferrier reconnu sur une petite fenêtre et le long de la haie. L'amas paraît bien conservé sur le flan d'un talweg.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.04 - Saint-Berthevin - *Les Coquelinieres*
X : 361566 - **Y** : 2347706
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site connu par M. Hubert, vu sur le cliché 1996 FD 35-53 (1443).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérifié en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 15 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 118 m².
Description : ferrier très arasé en raison des labours répétés avec tache brun-rouge et très léger micro-relief.
Mobilier : céramique, verre. Épandage moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.06 - Saint-Berthevin - *Château La Loge*
X : 362268 - **Y** : 2344634
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 35 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 825 m².
Description : ferrier très arasé mais conservant quand même un très léger relief et une tache noire. Les scories sont concentrées sur 30 m de diamètre environ mais l'épandage s'étend sur environ 60 m de diamètre en remontant la pente. Présence d'une mare sur la carte à présent disparue (ancienne minière).
Mobilier : 3 tegulae + mobilier moderne et contemporain.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 201.07 - Saint-Berthevin - *La Chapelle*
X : 362580 - **Y** : 2348925
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1,2 m. ; **S**. : 628 m².
Description : ferrier assez bien conservé coupé par un fossé et par une mare. Au moins 1,20 m d'épaisseur dans la coupe du fossé.
Mobilier : 1 pied de tripode ou réchaud moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.08 - Saint-Berthevin - *Le Pont*
X : 360455 - **Y** : 2345219
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire (1-2 mm de diamètre soit 30-60 m). site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1379).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier nivelé et étalé dans le sens de la pente. Terre noire et scories concentrées.
Mobilier : grès moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 201.e - Saint-Berthevin - *La Maison Brulée*
X : 362840 - **Y** : 2345095
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rien a été retrouvé lors de la vérification.
Site : non.

53 201.i - Saint-Berthevin - *La Fenardière*
X : 365104 - **Y** : 23461 79
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire ovale bien marquée (2 x 3 mm soit 60 x 90 m)Cliché 1990 FD 53-61-72 (1473). Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tache d'humidité.
Site : non.

53 202 – SAINT-BERTHEVIN-LA-TANNIÈRE

53 202.a - Saint-Berthevin-la-Tannière - *La Cuinière*
X : 357575 - **Y** : 2381073
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 272 -273 "Le Pré de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 962 (1839).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 202.b - Saint-Berthevin-la-Tannière - *Le Chêne Trumeau*
X : 355075 - **Y** : 2384625
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E 574 "Le Clos des Ferées". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 962 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire a labouré la parcelle il y a 25 ans environ. Il déclare avoir découvert des scories dispersées mais n' a pas permis que nous allions vérifier dans la parcelle. Le site n'a pas été retenu.
Site : non.

53 203 – SAINT-BRICE

53 203.01 - Saint-Brice - *Forêt de Bellebranche 1*
X : 391923 - **Y** : 2324500
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté avec Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier très arasé avec densité moyenne et tache noire assez marquée. Présence de plaques de scorie coulée à cordons et d'une demi scorie piégée dans le talus.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 203.02 - Saint-Brice - *Forêt de Bellebranche 2*
X : 391734 - **Y** : 2324550
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : plan des "forges" de la forêt de Bellebranche fourni par courrier par M. Firamin.
Référence(s) : M. Firamin, agent ONF.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection ponctuelle.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : scories visibles entre le chemin cavalier et le talus. Présence de blocs de scories à cordons pluridécimétriques, mais aussi de fragments de scories piégées sur près d'un mètre de profondeur dans le talus. La terre n'est pas noire.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 203.03 - Saint-Brice - *Curécy 3*
X : 391113 - **Y** : 2324754
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : plan des "forges" de la forêt de Bellebranche fourni par courrier par M. Firamin.
Référence(s) : M. Firamin, agent ONF.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection ponctuelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 10 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 78 m².
Description : petit tas de scories parfaitement conservé voisin d'un second tas légèrement plus grand à 5m de distance. Amas de 10m de diamètre et 1m de hauteur.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 203.04 - Saint-Brice - *Curécy 4*
X : 391127 - **Y** : 2324755
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : plan des "forges" de la forêt de Bellebranche fourni par courrier par M. Firamin.
Référence(s) : M. Firamin, agent ONF.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection ponctuelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 12 m. ; **l**. : 12 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 113 m².
Description : petit amas de scories en cordon parfaitement conservé. 12m de diamètre sur près de 1,5m de hauteur.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 203.05 - Saint-Brice - *Le Prieur*
X : 391112 - **Y** : 2324544
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : plan des "forges" de la forêt de Bellebranche fourni par courrier par M. Firamin.
Référence(s) : M. Firamin, agent ONF.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection ponctuelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier étalé conservant un relief d'environ 1m de hauteur. Terre très noire et scories en plaquettes très abondantes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 203.06 - Saint-Brice - *La Manchetière*
X : 391436 - **Y** : 2323976
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : plan des "forges" de la forêt de Bellebranche fourni par courrier par M. Firamin.
Référence(s) : M. Firamin, agent ONF.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection ponctuelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 15 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 177 m².
Description : amas de scories parfaitement conservé sur près de 2m de hauteur et environ 15m de diamètre.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 204 – SAINT-CALAIS-DU-DÉSERT

53 204.a - Saint-Calais-du-Désert - *La Feillère*
X : 410425 - **Y** : 2391973
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 449 "Champ du Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 964 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : blocs de grès dans les talus et dans les tas d'épierrement, aucune scorie.
Site : non.

53 206 – SAINT-CHARLES-LA-FORÊT

53 206.a - Saint-Charles-la-Forêt - *Le Mineré*
X : 382885 - **Y** : 2327575
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 677, 680 "Mineré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 966 (1830).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de blocs de grès ferrugineux dans les murs des bâtiments et dans les talus. Pas d'excavation, pas de scorie.
Site : non.

53 207 – SAINT-CHRISTOPHE-DU-LUAT

53 207.01 - Saint-Christophe-du-Luat - *La Héraudière*
X : 389395 - **Y** : 2352472
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle E1 92 "Pré Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées pas Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 967 (1838) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories localisée pas Michel Hubert. Nous ne possédons aucune description précise du site.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 207.02 - Saint-Christophe-du-Luat - *Les Petites Haies*
X : 392235 - **Y** : 2353035
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : sites à scories dispersées d'après Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune scorie n' a pas été repérées en raison du couvert végétal. Le site reste à vérifier.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories dispersées d'après Michel Hubert.
Mobilier : 1 tegula.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 207.b - Saint-Christophe-du-Luat - *Maret*
X : 387890 - **Y** : 2352560
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1268).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 208 – SAINT-CYR-EN-PAIL

53 208.01 - Saint-Cyr-en-Pail - *Le Coudray*
X : 411294 - **Y** : 2384708
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E4 58, 61 , 64 "Les Petites Ferrières", "Petite Ferrière", "La Grande Ferrière" et "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 968 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : toutes les parcelles "ferrière" n'ont pas pu être prospecté.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories le long du chemin creux abandonné. On peut supposer l'existence d'un ferrier proche. A revoir.
Mobilier : un tesson gallo-romain.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 209 – SAINT-CYR-LE-GRAVELAIS

53 209.01 - Saint-Cyr-le-Gravelais - *La Masure*
X : 349990 - **Y** : 2344250
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : gîte ferrifère sur la carte géologique du BRGM.
Référence(s) : BRGM.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées tout près d'anciennes minières.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 210 – SAINT-DENIS-D'ANJOU

53 210.01 - Saint-Denis-d'Anjou - *Mer-de-Fer*
X : 393212 - **Y** : 2312964
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/bibliographie.
Citation : - parcelles E1 (51, 52) + 2112 "La Merde de Fer ". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- "Il existait un important dépôt de scories de forges appelé la Merde-de-Fer (sic) ; il en subsiste quelques restes" (JOUBERT 1883 : 202)
- "Amas de scories de fer à Mer-de-Fer"" (NAVEAU 1992 : 82)".
- Scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : JOUBERT 1883 : 202 ; LE FIZELIER s.d.b : II, 69 ; NAVEAU 1992 : 82 ; ADM 3P 970 (s.d.) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des fossés bordiers.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories visibles dans le talus sous les thuyas de la haies.
Mobilier : épandage.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 210.02 - Saint-Denis-d'Anjou - *La Saulnerie*
X : 394375 - **Y** : 2310960
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tache rouge bien visible à l'endroit indiqué mais aucune scories n'a été vues (en raison de la sécheresse ?), dispersion ?
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories localisée par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 210.c - Saint-Denis-d'Anjou - *La Courayère*
X : 393100 - **Y** : 2314343
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 378 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 970 (s.d.).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec les propriétaires de la Courayère (des Anglais). Bref passage dans la parcelle en herbe haute, quelques scories éparses (site ?).
Site : non.

53 210.d - Saint-Denis-d'Anjou - *Rambouillet*
X : 392900 - **Y** : 2313163
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 883 "Le Clos Merde Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 970 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accessibilité, prospection impossible.
Site : non.

53 210.e - Saint-Denis-d'Anjou - *La Brochère*
X : 393408 - **Y** : 2311123
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E1 796, 797 "Le Champ Ferray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3P 970 (s.d.)
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen de l'encaissement du chemin des talus et de la parcelle voisine en labour. Pas de scorie. Un micro-relief est toutefois perceptible au centre de la prairie.
Site : non.

53 212 – SAINT-DENIS-DU-MAINE

53 212.a - Saint-Denis-du-Maine - *La Terpinière*
X : 385215 - **Y** : 2335805
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 173-175 "Le Closeau du Mineray", "Le petit Mineray" et "Le Grand Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 972 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 218 – SAINTE-GEMMES-LE-ROBERT

53 218.a - Sainte-Gemmes-le-Robert - *La Mercerie*
X : 395790 - **Y** : 2361433
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 380 "Le Jardin de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 978 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : fossé, barbelé, vache, veau.
Site : non.

53 218.b - Sainte-Gemmes-le-Robert - *Boissay*
X : 396085 - **Y** : 2359775
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F2 338, 339 "La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 978 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 218.c - Sainte-Gemmes-le-Robert - *La Normandière*
X : 399773 - **Y** : 2359775
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles H2 380, 474, 475, 476 "Le Champ de La Forge" et "Le Jardin de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 978 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : prairie enclose, visibilité nulle.
Site : non.

53 218.d - Sainte-Gemmes-le-Robert - *Le Bourg Chevreau*
X : 400593 - **Y** : 2358438
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle J1 233 "Le Jardin de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 978 (1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle correspond actuellement à une maison.
Site : non.

53 219 – SAINT-GEORGES-BUTTAVENT

53 219.d - Saint-Georges-Buttavent - *Salair*
X : 374813 - **Y** : 2369628
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 316 "Champ de Mine". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 979 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. prospection impossible.
Site : non.

53 219.e - Saint-Georges-Buttavent - *La Grande Haltière*
X : 374610 - **Y** : 237153 3
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E2 475 "Friche de Derrière Le Ferer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 979 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 220 – SAINT-GEORGES-LE-FLÉCHARD

53 220.01 - Saint-Georges-le-Fléchard - *L'Hommée*
X : 389188 - **Y** : 2340738
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories de réduction dispersées à proximité d'une carrière de calcaire pour les fours à chaux (M. Hubert).
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la carrière est actuellement aménagée pour y mettre des bêtes. Le long du mur et du chemin qui longe le champ au nord de la carrière on trouve quelques scories dispersées.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 221 – SAINT-GEORGES-SUR-ERVE

53 221.b - Saint-Georges-sur-Erve - *Le Domaine*
X : 406085 - **Y** : 2355835
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 477, 478 "Les petites Forges" et "Les Grandes Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 981 (1838).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en bord du champ.
Site : non.

53 221.c - Saint-Georges-sur-Erve - *Mortrets*
X : 405103 - **Y** : 2354435
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F 635 a 638 "Les Landes Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 981 (1838).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec les exploitants de la ferme du Fourneau. Ils ne connaissent pas les scories mais ils indiquent la présence d'ancienne carrière avec des haldes dans la pente. Probable "perrière".
Site : non.

53 223 – SAINT-GERMAIN-DE-COULAMER

53 223.a - Saint-Germain-de-Coulamer - *La Sauvagère*
X : 411958 - **Y** : 2367778
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 151, 154,157, 219-222, 230 "Le Pré de La Ferrée", "La Ferrée" et "La petite Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 983 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 223.b - Saint-Germain-de-Coulamer - *La Martinière*
X : 412658 - **Y** : 2363933
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 37 "Les Ferettes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 983 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré et la visibilité y est nulle. Dans les chemins et les champs voisins on note la présence de schistes et de grès, mais aucune scorie n'a été repéré.
Site : non.

53 223.c - Saint-Germain-de-Coulamer - *Juiilet*
X : 412408 - **Y** : 2365573
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 587-588 "Les Ferrioches". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 983 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : épandage de fumier récent. Les bords du champs et les talus ont révélé la forte présence de pierres, comme pour l'indice de la Martinière, les toponymes pourrait dériver de ce fait.
Site : non.

53 224 – SAINT-GERMAIN-LE-FOUILLOUX

53 224.01 - Saint-Germain-le-Fouilloux - *La Marpaudière*
X : 363764 - **Y** : 2353668
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle C2 228 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 985 (1810) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection de la parcelle impossible : refus du propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : présence d'excavation correspondant probablement à une ancienne minière. Scories éparses à l'entrée de la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 224.b - Saint-Germain-le-Fouilloux - *La Forge*
X : 365250 - **Y** : 2355278
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 76 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 985 (1810).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : blé haut. M. Hubert connaît l'agriculteur, il n'a pas signalé de scorie.
Site : non.

53 226 – SAINT-HILAIRE-DU-MAINE

53 226.a - Saint-Hilaire-du-Maine - *La Templerie*
X : 355945 - **Y** : 2359720
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F 172 "Le petit Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 987 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : dans la partie en pré la visibilité est nulle. Dans les labours on trouve de nombreux laitiers à l'entrée du champ avec de l'épandage du mobilier. Au fond de la parcelle une dépression est visible correspondant probablement à une minière.
Site : non.

53 226.b - Saint-Hilaire-du-Maine - *La Templerie 2*
X : 355648 - **Y** : 2359720
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F 194-206 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 987 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : dans la partie en pré la visibilité est nulle. Dans les labours on trouve de nombreux laitiers à l'entrée du champ avec de l'épandage du mobilier. Au fond de la parcelle une dépression est visible correspondant probablement à une minière.
Site : non.

53 228 – SAINT-JEAN-SUR-ERVE

53 228.01 - Saint-Jean-sur-Erve - *Les Maillardières*
X : 395049 - **Y** : 2343599
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier repéré par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection interrompue.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 55 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 172 8 m².
Description : ferrier très arasé, assez dense avec tache noire assez marquée. Le micro-relief a disparu. Le locataire de la ferme a indiqué la présence d'autres ferriers sur les terres alentours. Le propriétaire est arrivé en cours de prospection et nous a sommé de partir.
Mobilier : grès modernes et contemporains.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.02 - Saint-Jean-sur-Erve - *La Tellerie*
X : 3953 20 - **Y** : 2343295
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A3 265, 274 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 989 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories localisées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.03 - Saint-Jean-sur-Erve - *Buisarderie*
X : 394353 - **Y** : 2343475
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle A2 184 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1391).
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 989 (1843) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : fort épandage de mobilier moderne et contemporain dû à la destruction d'un bâtiment encore visible sur la carte au 1/25000.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 4398 m².
Description : ferrier légèrement arasé. Très forte concentration et tache noire accompagnent un micro-relief d'environ 1,5 m de hauteur.
Mobilier : Mobilier du XVIIe au XIXe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.04 - Saint-Jean-sur-Erve - *La Noë*
X : 394145 - **Y** : 2342235
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B1 44, 45 "La Petite Ferrière" et "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 989 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observations faites dans les talus et aux pieds des arbres.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : des scories sont dispersées un peu partout dans la cour entre les poulaillers. Au pieds des arbres la concentration est plus importante et laisse supposer la présence d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.05 - Saint-Jean-sur-Erve - *Basse Mancellière 1*
X : 400327 - **Y** : 2341218
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert.
Mobilier : 1 tesson XV-XVI e s.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.06 - Saint-Jean-sur-Erve - *La Petite Peloye*
X : 398952 - **Y** : 2340793
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.07 - Saint-Jean-sur-Erve - *La Baforière*
X : 398720 - **Y** : 2340560
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert signale un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale un site à scories.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.08 - Saint-Jean-sur-Erve - *Le Gast*
X : 395668 - **Y** : 2342982
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1135).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : ferrier arasé il y a quelques années par le fermier des Maillardières rencontré en 2004. Le site couvre environ 50m de diamètre avec terre très noire et scories denses en cordon.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 228.i - Saint-Jean-sur-Erve - *La Gauterie*
X : 395995 - **Y** : 2341538
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 303, 305 "Chemin du Mineray" et "Pré du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 989 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la visibilité est nulle. Pas de scories repérées.
Site : non.

53 228.j - Saint-Jean-sur-Erve - *Les Vergers*
X : 395535 - **Y** : 2340008
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F3 481 "Le Pré du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 989 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès, prospection impossible.
Site : non.

53 232 – SAINT-LÉGER

53 232.01 - Saint-Léger - *Le Fay*
X : 391805 - **Y** : 2346095
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle C2 172 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "Anciennes forges à bras au Fay, à Guivain et Rocheteau." (ANGOT 1910 : III, 61 4)
Référence(s) : ANGOT 1910 : III, 61 4 ; DAVY 1913 : 100 ; ADM 3 P 993 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : ferrier très dense avec tache noire très marquée. Plusieurs ensembles devaient existé et le site peut s'étendre dans la parcelle voisine. L'étalage dépasse 1,5 ha de surface.
Mobilier : mobilier médiéval-moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.02 - Saint-Léger - *Les Guivains*
X : 394665 - **Y** : 2346220
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Anciennes forges à bras au Fay, à Guivain et Rocheteau." (ANGOT 1910 : III, 61 4).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : III, 61 4 ; DAVY 1913 : 100 ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert déclare avoir localisé un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.03 - Saint-Léger - *Rocheteau*
X : 391975 - **Y** : 2346295
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Anciennes forges à bras au Fay, à Guivain et Rocheteau." (ANGOT 1910 : III, 61 4).
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ANGOT 1910 : III, 61 4 ; DAVY 1913 : 100 ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert déclare avoir localisé un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.04 - Saint-Léger - *Le Bas Taillis*
X : 392099 - **Y** : 2346896
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelles A2 56, 72 "Les Ferrières du Haut", "La Ferrière", "La Ferrière du Bas". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert également visible sur photographie aérienne 2001 FD 35-53 (1224).
Référence(s) : ADM 3 P 993 (1843) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : scories très fragmentées en surface (labour par broyage) mais gros blocs en bord de champ. Prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 120 m. ; **l**. : 90 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 8482 m².
Description : ferrier arasé avec léger relief conservé. Tâche noire bien visible dans les labours récents. La tâche est très étalée mais on note une concentration au centre d'environ 90 m x 60 m.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.05 - Saint-Léger - *Les Echelettes*
X : 392516 - **Y** : 2344738
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle C2 234 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert également visible sur photographie aérienne. 2001 FD 35-53 (1224).
Référence(s) : ADM 3 P 993 (1843) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 35 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1237 m².
Description : ferrier arasé avec léger micro-relief. Tache noire bien marquée. Forte concentration de scorie. Écoulement des scories dans la pente. Le site est coupé par la route et se poursuit de l'autre côté.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.06 - Saint-Léger - *Florence*
X : 392173 - **Y** : 2345381
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1224).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rencontre avec la propriétaire qui indique un autre site.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 35 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 687 m².
Description : ferrier très arasé quasi détruit. Il ne subsiste que quelques scories concentrées et une légère coloration brun-noir.
Mobilier : un fgt de tuile romaine ?
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 232.07 - Saint-Léger - *Le Coin*
X : 389579 - **Y** : 2347245
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1455) ; 2001 FD 35-53 (1264).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1178 m².
Description : concentration de scories denses en cordon fragmentées et usées. Il ne s'agit pas d'un ferrier (la couleur noire perçue sur la photo ne semble pas liée à la présence de scories) mais cela indique la proximité d'un site de réduction directe du fer.
Mobilier : drain, tuiles à crochet, épandage de mobilier moderne et contemporain.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233 – SAINT-LOUP-DU-DORAT

53 233.01 - Saint-Loup-du-Dorat – *Curécy 1*
X : 392083 - **Y** : 2325198
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle A2 364 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert également visible sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1242) ; 1996 FD 35-53 (1309).
Référence(s) : ADM 3 P 994 (1830) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 100 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 5498 m².
Description : très important ferrier (100 x 70 m) probablement formé à l'origine de deux tas juxtaposés. Relief bien conservé (1,5 m).
Mobilier : céramique.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.02 - Saint-Loup-du-Dorat - *Les Cormiers*
X : 392838 - **Y** : 2324452
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : deux ensembles ont été distingués par M. Hubert
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune scorie n'a été repéré lors de la prospection. Erreur de localisation ?
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le site indiqué par M. Hubert n'a pas été retrouvé lors de la vérification. Celui-ci nous a pourtant assuré de son existence. Il a donc été conservé. Problème de localisation ?
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.03 - Saint-Loup-du-Dorat - *Ruisseau de Curécy*
X : 392348 - **Y** : 2324220
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle A2 364 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 994 (1830) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 35 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 687 m².
Description : ferrier arasé avec micro-relief conservé et tache noire bien marquée. Présence de gros fragments de scories à cordons mais également de plaquettes. A noter la présence d'une excavation.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.04 - Saint-Loup-du-Dorat - *Le Plessis*
X : 393953 - **Y** : 2324270
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories repérées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : dispersion de fragments de scories coulées à cordons dont certains atteignent la taille du poing. Ancien ferrier ?
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.05 - Saint-Loup-du-Dorat - *Les Harnas 1*
X : 394020 - **Y** : 2323568
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert sur l'indication de M. Géré, fermier au Harnas.
Référence(s) : M. Géré.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert et de M. Géré, propriétaire du terrain.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1885 m².
Description : ferrier arasé avec tache noire et gros blocs de scories à cordons, probablement coupé par la mare. Le propriétaire indique la présence de galeries souterraines dans ces terrains à 3 ou 4 m de profondeur peut-être pour l'exploitation du minerai de fer.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.06 - Saint-Loup-du-Dorat - *Les Harnas 2*
X : 394171 - **Y** : 2323603
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : gros fragments de scories localisées par Michel Hubert grâce aux informations de M. Géré propriétaire de la ferme des Harnas.
Référence(s) : M. Géré.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de M. Hubert et de M. Géré, propriétaire du terrain.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 15 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 118 m².
Description : ferrier très arasé, détruit. Mais la présence de grosses plaques de scorie à cordons indique la présence d'un site. Le propriétaire indique la présence de scories sous le chemin et la continuité de l'autre côté.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.07 - Saint-Loup-du-Dorat - *Curécy 2*
X : 391452 - **Y** : 2325282
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache brune ovale dans l'angle de la parcelle (3 mm environ soit 75 m). site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (2827) ; 2001 FD 35-53 (1234).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 70 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 3848 m².
Description : ferrier arasé avec terre très noire et auréole rouge tout autour du site (70 m de diamètre). Relief bien perceptible.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.08 - Saint-Loup-du-Dorat - *La Maison Neuve*
X : 392995 - **Y** : 2323905
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1235).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1414 m².
Description : Accès au site par le chemin de la Maison Neuve. La parcelle a été labourée et préparée récemment, la visibilité est bonne et la tache rougeâtre est facilement repérable entre l'habitation et une partie boisée roche de l'Abbaye de Bellebranche ; elle se distingue de plusieurs brûlis voisins par sa couleur rouge, son ampleur et une trace de relief encore bien marquée à cet endroit. Elle mesure 60 m. de long (dans le sens du labour) par 30 m. de large, sa partie sommitale est noire et charbonneuse sur 10 à 15m. Les scories y sont nombreuses et jointives, le faciès est à plaquettes, avec quelques morceaux de parois scorifiées, mais pas de trace de mobilier malgré une recherche prolongée. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 233.09 - Saint-Loup-du-Dorat - *Les Harnas 3*
X : 394090 - **Y** : 2323523
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : gros fragments de scories localisées par Michel Hubert grâce aux informations de M. Géré propriétaire de la ferme des Harnas.
Référence(s) : M. Géré.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection en compagnie de M. Hubert et de M. Géré, propriétaire du terrain.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : deux blocs de scories piégées ont été utilisés par M. Géré pour combler des trous dans la cour de la ferme des Harnas. Il s'agit de petits blocs d'environ 40 cm de diamètres conservé sur 20 à 30 cm d'épaisseur. Les deux ont pu être prélevé, l'un a fait l'objet d'une datation radiocarbone.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Hallstatt – La Tène ancienne (770 – 410 av. J.-C, datation ^{14}C).
Fiabilité de la datation : bonne.

53 233.i - Saint-Loup-du-Dorat - *Les Allais*
X : 394715 - **Y** : 2323860
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 139, 140 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 994 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 233.j - Saint-Loup-du-Dorat - *La Boucardière*
X : 393154 - **Y** : 2324672
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire le long du chemin d'accès à la ferme. Site sidérurgique potentiel. F1974 300 / 149-161 9 (114)
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 237 – SAINT-MARS-SUR-COLMONT

53 237.01 - Saint-Mars-sur-Colmont - *La Lanfrayère*
X : 372656 - **Y** : 2383105
Précision de la localisation : bonne.
Indication : prospection au sol.
Citation : une pierre ferrugineuse avec traces de fusion (fiche SRA) Prospecté par A. Guéguen en 1982 (inédit).
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rien n'a été vu lors de la vérification.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : rien n'a été vu lors de la vérification.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 237.b - Saint-Mars-sur-Colmont - *Le Hameau*
X : 3761 10 - **Y** : 2382250
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 1-5 "La Ferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 999 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès.
Site : non.

53 237.c - Saint-Mars-sur-Colmont - *La Hamelinière*
X : 374313 - **Y** : 2378918
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 333 "La Friche Ferrerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 999 (1836).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. RAS.
Site : non.

53 239 – SAINT-MARTIN-DE-CONNÉE

53 239.a - Saint-Martin-de-Conéee - *La Vincendière*
X : 408128 - **Y** : 2360895
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 1505, 1506 "Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1001 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec le propriétaire. Il ne connaît pas l'existence de scories coulées. Les prés ne sont jamais labourés et le bois corresponds à une butte de sables potentiellement ferrugineux.
Site : non.

53 239.b - Saint-Martin-de-Conéee - *La Transorière*
X : 408098 - **Y** : 2359813
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 772 , 775, 782, 783, 793, 795 "Le petit Ferré du Bas", "Le Jardin Ferré", "Le petit Ferré du Haut", "Le Champ du Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1001 (1834).e
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans la coupe d'un chemin creux. Présence de nombreux blocs de granit expliquent le toponyme.
Site : non.

53 240 – SAINT-MARTIN-DU-LIMET

53 240.01 - Saint-Martin-du-Limet - *Bois du Limet*
X : 346748 - **Y** : 2317840
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Dans cette forêt existaient des forges catalanes, dont les scories ont été employées, il y a une dizaine d'années, à consolider le chemin de St. Saturnin à Rochepoulain. Ces forges appartenaient à l'abbaye de La Roë par le don que lui en fit Jourdain de Eancé, vers 1150. (…) Les énormes monceaux de ces scories que l'on voit dans les bois des environs prouvent que l'exploitation du fer est fort ancienne dans le Craonnais. (…) Vers le même temps, Renaud de Iriaco (du Bourg-d'Iré) donna à la même abbaye : quiiquid juris tam in Taulia quam in allius rebus ipse habebat in illa terra quae vocatur de Escreneriis et dedit Cosdunam ferri quod canonici possent habere de suis fabrici"" (CXVIIIe ch. de La Roë.) (BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869)".
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869 ; ANGOT 1910 : III, 672 ; DAVY 1913 : 26 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 942 m².
Description : plusieurs petits tas de scories juxtaposés ne dépassant pas 1,5 m de hauteur. Présence de blocs décimétriques de scories à cordons vacuolaires.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Moyen Age.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 240.02 - Saint-Martin-du-Limet - *Rochepoulain*
X : 346785 - **Y** : 2317253
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles D2-6 18, 22 "La Petite Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "Dans cette forêt existaient des forges catalanes, dont les scories ont été employées, il y a une dizaine d'années, à consolider le chemin de St. Saturnin à Rochepoulain. Ces forges appartenaient à l'abbaye de La Roë par le don que lui en fit Jourdain de Eancé, vers 1150. (…) Les énormes monceaux de ces scories que l'on voit dans les bois des environs prouvent que l'exploitation du fer est fort ancienne dans le Craonnais. (…) Vers le même temps, Renaud de Iriaco (du Bourg-d'Iré) donna à la même abbaye : quiiquid juris tam in Taulia quam in allius rebus ipse habebat in illa terra quae vocatur de Escreneriis et dedit Cosdunam ferri quod canonici possent habere de suis fabrici"" (CXVIIIe ch. de La Roë.) (BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869)".
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1002 (1842) ; BODARD DE LA JACOPIÈRE 1869 ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : blé haut. Visibilité nulle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : vue lors des labours par M. Hubert, tache noire de dimensions moyennes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Moyen Age.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 240.03 - Saint-Martin-du-Limet - *Château La Chesnaie*
X : 347043 - **Y** : 2316916
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles E3-11 (2) "La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1002 (1842) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories repérées par M. Hubert dans la voirie et les fossés. La densité de scories au niveau des arbres et la couleur noire de la terre indique la présence d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 240.04 - Saint-Martin-du-Limet - *Echasserie*
X : 348288 - **Y** : 2317353
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle E1-3 (7) "La Grande Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1002 (1842) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses repérées par M. Hubert lors des labours.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 240.05 - Saint-Martin-du-Limet - *Le Petit Moulin*
X : 347187 - **Y** : 2316877
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : vu sur la campagne de 1996 : possibilité de deux ensembles : deux taches, l'une en bord de route, l'autre un peu plus loin dans la parcelle. 1996 FD 35-53 (921).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier totalement nivelé avec tache noire très marqué, scories abondantes sur une trentaine de mètres de diamètre. On trouve des scories dans les talus de la route voisine (réutilisation ?).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 240.06 - Saint-Martin-du-Limet - *Le Bois Valet*
X : 346875 - **Y** : 2317550
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 707 m².
Description : tache noire localisée par M. Hubert lors des labours. Ferrier d'une trentaine de mètres de diamètre avec scories bulleuses et terre noire.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 240.e - Saint-Martin-du-Limet - *Le Buisson*
X : 347965 - **Y** : 2317590
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1468).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 240.f - Saint-Martin-du-Limet - *Le Tertre*
X : 348452 - **Y** : 2317695
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1544).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 242 – SAINT-MICHEL-DE-LA-ROË

53 242.a - Saint-Michel-de-la-Roë - *L'Eclèche*
X : 341218 - **Y** : 2324438
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 428-429 "La Rinférière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1004 (1842).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 243 – SAINT-OUËN-DES-TOITS

53 243.b - Saint-Ouën-des-Toits - *La Grande Touche*

X : 360733 - **Y** : 2354533
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles BA 1146, 1147 "Le Champ Ferray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1005 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : M. Hubert a vu le champ labouré. RAS.
Site : non.

53 243.c - Saint-Ouën-des-Toits - *Les Rochereux*

X : 361575 - **Y** : 2354865
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 445 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1005 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : il y a des micro-reliefs perceptibles dans la parcelle, mais la visibilité au sol est nulle.
Site : non.

53 244 - SAINT-OUËN-DES-VALLONS

53 244.a - Saint-Ouën-des-Vallons - *Les Ormeaux*

X : 386143 - **Y** : 2356293
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 96, 98 "Le Verger de La Minée", "La petite Minée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1006 (1831).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 244.c - Saint-Ouën-des-Vallons - *Bray*

X : 383570 - **Y** : 2356260
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 83, 90 "Le Clos Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1006 (1831).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : vaches.
Site : non.

53 244.d - Saint-Ouën-des-Vallons - *Oisillière*

X : 384038 - **Y** : 2355550
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 407, 408, 426, 433 "La Grande Minée", "La Jaunaie de La Minée", "La petite Minée", "La Minée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1006 (1831).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : jardin privé.
Site : non.

53 245 – SAINT-PIERRE-DES-LANDES

53 245.a - Saint-Pierre-des-Landes - *La Touche*

X : 351373 - **Y** : 2369093
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 225, E 181-184 "Lande des Minières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1007 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection rapide de la parcelle en bord de route. Il y a très peu de pierre. Pas de minerai apparent. Pas de dépression. Pas de scories.
Site : non.

53 245.b - Saint-Pierre-des-Landes - *Le Bas Fousseau*

X : 346783 - **Y** : 2369985
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle G 461 "Le Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1007 (1812).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS dans la parcelle. On voit sur la photographie aérienne une mare dans le bois voisin. S'agit-il d'une minière ?
Site : non.

53 246 – SAINT-PIERRE-DES-NIDS

53 246.01 - Saint-Pierre-des-Nids - *Champ Ferré*

X : 415197 - **Y** : 2379699
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelles B2-9 1-6 "Le Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
- tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 63-61 -72 (61 3) ; 2000 FD 72 (44).

Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l.** : 30 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 707 m².
Description : le site était couvert par la végétation lors de le vérification mais le site a déjà été vu lors des labours. Il s'agit d'un ferrier très arasé avec des scories en cordons (30x30 m).
Mobilier : grès modernes, un tesson gallo-romain.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.02 - Saint-Pierre-des-Nids - *Bourgelière*

X : 415285 - **Y** : 2380963
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles C1-1 7-74 "La Ferrette", "Champ de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.

Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : site à scories localisé par M. Hubert. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.03 - Saint-Pierre-des-Nids - *Barillon*
X : 416074 - **Y** : 2380766
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site signalé par M. Hubert est visible sur le cliché 1990 FD 53-61-72 (61 3).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 236 m².
Description : ferrier détruit avec légère coloration du sol et aucun micro-relief. Les scories sont dispersé au sein de la tache et plus éparses dans le reste du champ. D'après l'ancien propriétaire il y avait un tas qui a été démantelé.
Mobilier : un fragment de tuile médiévale/moderne. un fragment de tegula.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.04 - Saint-Pierre-des-Nids - *La Mière 1*
X : 421512 - **Y** : 2380383
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert a repéré une couche de scories enterrés dans le potager de la ferme lors de travaux réalisés par le propriétaire.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les scories ne sont pas visibles.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le potager a été remblayé sous une épaisse couche de tout venant. Michel Hubert indique une couche de scories informes mélangées à de la terre très noire.
Mobilier : tuiles à crochet, ciment, verre.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.05 - Saint-Pierre-des-Nids - *Ville Perdue*
X : 422370 - **Y** : 2381970
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles I3-11 96, 97, 98 "Pré de La Mine". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale une importante concentration de scories, probablement un ancien ferrier arasé.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.06 - Saint-Pierre-des-Nids - *La Mière 2*
X : 421298 - **Y** : 2380463
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (42).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : concentration de scories informes avec terre noire sur une surface de 20x30 m environ. Le faciès des scories n'est pas caractéristique.
Mobilier : céramique, tuiles.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.07 - Saint-Pierre-des-Nids - *La Pilonière*
X : 4172 25 - **Y** : 2379744
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D8-2 26, 27, 39 "Les Ferreres (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 157 m².
Description : on trouve des scories denses en cordons en bordure du chemin. Nous n'avons pas pénétré plus avant dans la parcelle en raison des cultures. Proximité probable d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 246.g - Saint-Pierre-des-Nids - *La Couaslonnière*
X : 415275 - **Y** : 2381773
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C6-2 128-132 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : un seul d'entre nous est rentré dans la parcelle. Il a fait le tour de la parcelle. Le champ est très humide. RAS.
Site : non.

53 246.i - Saint-Pierre-des-Nids - *Montaigu*
X : 420736 - **Y** : 2377693
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles K4-1 51-53 "La petite Ferrière", "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est difficile d'accès mais M. Hubert connaît le fermier. Il a prospecté à plusieurs reprises ce secteur et n'a rien trouvé.
Site : non.

53 246.j - Saint-Pierre-des-Nids - *La Tempétrie*
X : 420416 - **Y** : 2377969
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle K5-1 33 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 939-940 (1839).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : accès difficile. Toutefois, l'abondance de pierres pourraient indiquer la présence d'une "perrière" ?
Site : non.

53 247 – SAINT-PIERRE-LA-COUR

53 247.01 - Saint-Pierre-la-Cour - *Le Bourg*
X : 349202 - **Y** : 2351855
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B1 199, 200, 201 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1008 (1834) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories de réduction découvertes dans les VRD lors de la construction du lotissement à côté de l'école. Proximité probable d'un site de réduction.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.02 - Saint-Pierre-la-Cour - *L'Embuche*
X : 348759 - **Y** : 2349952
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus de la route.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : on trouve dans les talus des fossés bordiers des fragments de scories coulées en cordons et de nombreux fragments de minerai probablement ramené par les déblais de la carrière toute proche.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.03 - Saint-Pierre-la-Cour - *Le Moulin Neuf*
X : 348503 - **Y** : 2349915
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : tas d'épierrement pris dans des ronces.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert signale la découverte de plusieurs blocs de scories coulées en cordons et de scories piégées dans un tas d'épierrement en bordure de route.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.04 - Saint-Pierre-la-Cour - *Le Roc*
X : 350309 - **Y** : 2349426
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dans le talus on trouve quelques fragments de scorie piégée. Le plus gros blocs a été ramené chez le propriétaire. Dans le champ, une concentration de petits morceaux de coulures internes soulignée par une léger micro-relief (0,5 m) peut indiquer la présence de l'atelier.
Mobilier : un tesson moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.05 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Petite Haubrie*
X : 350217 - **Y** : 2348980
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 10 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 78 m².
Description : petit ferrier totalement arasé conservant sa couleur noire et une densité de scories denses à cordons vacuolaires.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.06 - Saint-Pierre-la-Cour - *Moulin de Cornesse*
X : 351240 - **Y** : 2349498
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : un client de M. Hubert lui a indiqué un site à scories. Ce dernier signale un ferrier.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : l'accès est bloqué par de grosse flaque de boue. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1413 m².
Description : lors de la vérification le chemin d'accès est bloqué par la boue. M. Hubert décrit un ferrier ovale d'environ 60 x 30 conservé sous un pré. Les scories sont bien visibles dans les talus et les fossés.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.07 - Saint-Pierre-la-Cour - *Bois des Effretais*
X : 348778 - **Y** : 2349800
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A3 892, 893, 900 "Le Champ du Mineraie", "Les Minerais des...". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- Minières modernes de la forge de Port-Brillet.
Référence(s) : ADM 3 P 1008 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories autour d'une minière moderne.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.08 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Basse Barolais*
X : 348950 - **Y** : 2351871
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérifié en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 5 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier arasé avec tâche noire et léger micro-relief conservé. On peut noter une plus forte concentration au sommet de la butte sur environ 15 m de diamètre. Les scories sont très fragmentées. Présence de blocs en bord de champ.
Mobilier : 1 tegula.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.09 - Saint-Pierre-la-Cour - *Les Effretais*
X : 349600 - **Y** : 2349459
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : bloc de scorie piégée découvert par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence d'un bloc de scorie piégée à proximité du potager. Diamètre approximatif 60 cm.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.10 - Saint-Pierre-la-Cour - *Les Rottes 1*
X : 350011 - **Y** : 2350387
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : trois blocs de scories piégées plus des fragments (trois stockés à Mayenne).
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : il ne s'agit pas d'une parcelle mais d'un tas d'épierrement.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : on trouve dans un tas d'épierrement de nombreux fragments de scories piégées. M. Hubert en a pris trois blocs complets.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.11 - Saint-Pierre-la-Cour - *Bel Orient*
X : 347823 - **Y** : 2350118
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : trois blocs de scories piégées + morceaux (1 stocké à Mayenne).
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence de trois scories piégées dans le tas d'épierrement en bord de champ. Une a été rapportée à Mayenne. Une autre a été datée par radiocarbone (93-335 ap. J.-C.)
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaiue.
Fiabilité de la datation : bonne.

53 247.12 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Noë Baudron 1*
X : 351233 - **Y** : 2351268
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : deux blocs de scories piégées localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérifié avec M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un bloc de scorie piégée complet de 70 cm de diamètre et un autre conservé au tiers de son diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.13 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Lande Baloire*
X : 350208 - **Y** : 2350370
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : fragments de scories piégées.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un fragment de scorie piégée isolée dans un ruisseau.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.14 - Saint-Pierre-la-Cour - *Les Rottes 2*
X : 350103 - **Y** : 2350163
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : scories coulées repérées à l'occasion du dessouchage de deux arbres dans un pré.
Référence(s) : M. Houdeline.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie du propriétaire, M. Houdeline et de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la densité et la taille des fragments ajoutées à la coloration rouge de la terre indique la présence d'un ferrier dont la conservation et la forme restent indéterminées.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.15 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Noë Baudron 2*
X : 351493 - **Y** : 2351325
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : un bloc de scorie piégée dans un talus.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : bloc de scorie piégée de 50 à cm de diamètre supérieur et de 46 cm de diamètre inférieur. La partie inférieure est manquante.
Mobilier : néant
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.16 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Noë Baudron 3*
X : 351790 - **Y** : 2351203
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : un bloc de scorie piégée au milieu du champ.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : un bloc de scorie piégée au milieu du champ.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.17 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Reveurie*
X : 350316 - **Y** : 2351171
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie découvert par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : bloc de scorie piégée visible dans une tranchée récemment creusée lors de travaux de VRD.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.18 - Saint-Pierre-la-Cour - *La Feuillée*
X : 350277 - **Y** : 2350607
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories découvert par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : bloc de scorie piégée déposé à l'entrée d'une maison de construction récente, en bordure du fossé de la voie.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 247.q - Saint-Pierre-la-Cour - *Le Bois des Essards*
X : 351060 - **Y** : 2349770
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 589 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1008 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : très importantes minières modernes emplies d'eau visibles sur la carte au 1/25000 et sur les photographies aériennes.
Site : non.

53 247.r - Saint-Pierre-la-Cour - *La Rue Boucher*
X : 350955 - **Y** : 2350718
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache brune circulaire (1-2 mm soit 25-50 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1437).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 248 – SAINT-PIERRE-SUR-ERVE

53 248.01 - Saint-Pierre-sur-Erve - *Les Hallais*
X : 395250 - **Y** : 2336100
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au pied du plateau des Hallais (site 001), dans le lit de l'Erve, abondant mobilier gallo-romain (moellons, tuiles, poteries, scories)." (NAVEAU 1992 : 151)
Référence(s) : Prospections 1976-1 : 11 ; GUYARD 1991 ; NAVEAU 1992 : 151.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le texte ne précise ni le type de scorie ni le métal travaillé. L'activité métallurgique reste donc difficile à cerner.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 249 – SAINT-PIERRE-SUR-ORTHE

53 249.01 - Saint-Pierre-sur-Orthe - *La Boissière*
X : 414350 - **Y** : 2361415
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : mine de fer signalée sur carte Jaillot.
Référence(s) : Carte Jaillot.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation dans les talus.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : scories dispersées en bord de route localisées par Michel Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 249.b - Saint-Pierre-sur-Orthe - *Gauchardière*
X : 414993 - **Y** : 2360708
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B4 1934 "Le Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1010 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de nombreuses excavations à flan de colline (calcaire ?).
Site : non.

53 249.c - Saint-Pierre-sur-Orthe - *La Butte*
X : 412958 - **Y** : 2360183
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 733, 734 "Le Jardin de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1010 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS, terre claire, présence de grès.
Site : non.

53 251 – SAINT-QUENTIN-LES-ANGES

53 251.01 - Saint-Quentin-les-Anges - *Le Moulin des Anges*
X : 359253 - **Y** : 2312107
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1632).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : champ labouré, tache noire bien visible en bas du champs. Concentration de scories denses en cordon sur 30m environ.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 251.a - Saint-Quentin-les-Anges - *La Goupillière*
X : 358935 - **Y** : 2312970
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache brune sur photographie aérienne (3x5 mm soit 75x125 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (874) ; 2001 FD 35-53 (1631).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indices prospecté par M. Hubert. Pas de scorie.
Site : non.

53 252 – SAINT-SAMSON

53 252.a - Saint-Samson - *La Sauvagère*
X : 411230 - **Y** : 2389935
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E2 50, 56, 57 "La Ferrière". Toponymie lié à la métallurgie. Site métallurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1013 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 253 – SAINT-SATURNIN-DU-LIMET

53 253 .01 - Saint-Saturnin-du-Limet - *Lande Ferrière*
X : 342818 - **Y** : 2319885
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "Lande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 707 m².
Description : tache noire visible lors des labours. Site repéré par M. Hubert. Il s'agit d'un petit ferrier, d'environ 30 m de diamètre présentant des scories bulleuses.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 253 .02 - Saint-Saturnin-du-Limet - *Beauchêne*
X : 343453 - **Y** : 2318728
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2001 FD 35-53 (1459). Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier très arasé mais avec terre noire cendreuse et densité de scories moyenne. Résidus très fragmentés.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 255 – SAINTE-SUZANNE

53 255.01 - Sainte-Suzanne - *La Pillonière*
X : 398348 - **Y** : 2349361
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelles G2 280, 281 "Le Cloteau de La Ferrière", "Pré des Ferrières", "La Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- scories localisées par Michel Hubert.
- le ferrier est visible sur photographie aérienne (1959).
Référence(s) : ADM 3 P 1016 (1843) ; PAV IGN ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site détruit sous une étable.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le propriétaire indique que le site était bien visible mais qu'il est à présent sous l'étable. Le ferrier est à présent détruit. Ne subsistent que quelques scories éparses autour des bâtiments.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 255.02 - Sainte-Suzanne - *La Grouas*
X : 400668 - **Y** : 2348154
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site signalé par M. Hubert est visible sur le cliché aérien 2001 FD 35-53 (1177).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté avec M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 45 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1590 m².
Description : ferrier très dense avec tache noire cachée sous les herbages lors de la prospection. Le ferrier a été coupé par la route. Les dimensions sont approximatives.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 255.a - Sainte-Suzanne - *Le Haut Rocher*
X : 399498 - **Y** : 2351350
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 230, 231, 231 bis "Le Grand Minerai", "Le petit Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1016 (1843).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 256 – SAINT-THOMAS-DE-COURCERIERS

53 256.a - Saint-Thomas-de-Courceriers - *Le Portail*
X : 407325 - **Y** : 2366597
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A 574 "Les Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1017 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : découverte de fragment de laitier de haut-fourneau.
Site : non.

53 256.b - Saint-Thomas-de-Courceriers - *Le Perron*
X : 408450 - **Y** : 2366597
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A 836 "Le Pâtis des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1017 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible.
Site : non.

53 256.d - Saint-Thomas-de-Courceriers - *Le Beauvais*
X : 408957 - **Y** : 2365585
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 354, 358 "Le Champ Ferrere". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1017 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection du coteau jusqu'au sommet. RAS
Site : non.

53 256.e - Saint-Thomas-de-Courceriers - *La Chevalerie*
X : 408260 - **Y** : 2366225
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 566 "Le Jardin de La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1017 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible : jardin privé.
Site : non.

53 257 – SAULGES

53 257.01 - Saulges - *Plateau de la Cité (Le)*
X : 395250 - **Y** : 2335075
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "Ce même auteur [Le Fizellier] mentionne l'existence d'une forge que l'on peut encore vérifier sur le terrain par l'abondance des scories." (NAVEAU 1992 : 141) . Peut-être même site que 53 257.02
Référence(s) : LE FIZELIE 1878 ; NAVEAU 1992 : 141.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : s'agit-il de scories de réduction ou de post-réduction ? Le texte n'est pas explicite.
Mobilier : néant.
Interprétation : métallurgie du fer en contexte d'occupation rurale.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 257.02 - Saulges - *Le Fourneau*
X : 395753 - **Y** : 2335735
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "Le Fourneau". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert. Peut-être même site que 53 257.01.
Référence(s) : ADM 3 P 1018 (1839) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : 1 tegula.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 257.03 - Saulges - *La Croix*
X : 396215 - **Y** : 2335120
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert signale un site à scories de fer.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le pré est clôturé et des bêtes empêchent la prospection.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert signale un site à scories de fer. Nous n'en possédons aucune description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 257.04 - Saulges - *La Touche*
X : 396863 - **Y** : 2332375
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle H1 9, 10 "La Grande Ferrière", "La Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1018 (1839) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indication du propriétaire. Prospecté en compagnie de M. Hubert et du propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 600 m².
Description : le propriétaire indique que lors du labour la terre était noire et qu'il y avait des scories partout. Par contre il ne sait pas si cela s'étend sur la parcelle du toponyme. Surface : au moins 600 m 2.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 258 – SELLE-CRAONNAISE (LA)

53 258.01 - Selle-Craonnaise (La) - *La Houinière*
X : 345588 - **Y** : 2318907
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1470).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : un poteau téléphonique est implanté au milieu du site.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 315 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire cendreuse. Scories très fragmentées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 258.b - Selle-Craonnaise (La) - *Malabry*
X : 343860 - **Y** : 2323393
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D 340-346 "La petite Mère de Fer", "La Mère de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1019 (1841).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

53 258.c - Selle-Craonnaise (La) - *La Croix Blanche*
X : 346675 - **Y** : 2319515
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne (3 mm de diamètre soit 90 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1140).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : affleurement de sol avec de nombreuses pierres. Pas de scories.
Site : non.

53 259 – SENONNES

53 259.a - Senonnes - *Le Pâtis*
X : 337345 - **Y** : 2319468
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 586 "Langeferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1020 (1842).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le chemin visible sur la carte a disparu. On ne peut plus traversé le ruisseau par là. prospection impossible.
Site : non.

53 260 – SIMPLÉ

53 260.a - Simplé - *La Rivière Neuve*
X : 361773 - **Y** : 2326730
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 243 "La Pièce à Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1021 (s.d.).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : difficulté d'accès. Le chemin visible sur la carte est disparu. Pas de scorie dans les talus.
Site : non.

53 264 – THORIGNÉ-EN-CHARNIE

53 264.01 - Thorigné-en-Charnie - *L'Oisardière*
X : 400262 - **Y** : 2339287
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle A2 192 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1025 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories localisées par M. Hubert. Nous ne possédons pas de description précise du site.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 264.02 - Thorigné-en-Charnie - *La Grasselière*
X : 399963 - **Y** : 2337470
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert. Nous ne possédons pas de description précise du site.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 264.03 - Thorigné-en-Charnie - *Beau Soleil*
X : 400275 - **Y** : 2337065
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert signale un site à scories de fer.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert signale un site à scories de fer. Nous ne possédons aucune description précise du site.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 264.04 - Thorigné-en-Charnie - *La Jonchère*
X : 399195 - **Y** : 2336101
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, déjà connu par M. Hubert, a été vu sur le cliché 1996 FD 35-53 (1542).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : ferrier très arasé avec tache brun-noir et concentration diffuse.
Mobilier : mobilier moderne et contemporain.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 264.05 - Thorigné-en-Charnie - *Le Cormier*
X : 398077 - **Y** : 2335508
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache diffuse en limite de parcelle à proximité d'un ruisseau visible sur photographie aérienne (3 à 4 mm soit 45 à 60 m). Site métallurgique potentiel. 1968 FR 1390 (6623).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la parcelle dans laquelle se trouve l'indice est actuellement en herbe et difficile d'accès (bêtes). Des scories ont été découvertes sur le chemin et dispersées à l'angle de la parcelle à proximité de la ferme de la Grande Huaudière. A garder pour mémoire.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265 – TORCÉ-VIVIERS-EN-CHARNIE

53 265.01 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *Ambriers*
X : 401952 - **Y** : 2349090
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : " A Ambriers, des fouilles ont été pratiquées vers 1850 sur une construction longue d'environ 80 m. A l'est, groupe de cinq pièces, réuni par une galerie à un bâtiment de bains. De ce dernier, un mur mène à un groupe occidental qui a livré des cendres et des scories et qui comprenait donc un atelier. (...) (NAVEAU 1992 : 152)
Référence(s) : ADS Mal 802 bis/441 ; B.C.H.A.M. 2e série t. 3 1891 : 633 et t. 25 1909 : 499 ; LIGER 1903 : 98 ; ANGOT 1910 : I, 33 et IV, 5, 834-835 et 945 ; LEDRU 1911 : 336 ; BOUTON 1962 : 113 ; LAMBERT, RIOUFREYT 1986 : 48-49, fig. 8 ; NAVEAU 1992 : 152.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le texte n'est pas suffisamment précis pour spécifier la nature du métal travaillé, mais on peut supposer qu'il s'agit d'une forge.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

53 265.02 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *La Ferrière - La Loge*
X : 404649 - **Y** : 2347361
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B1 147, 148 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1036 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérifié avec M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 295 m².
Description : ferrier très arasé avec tâche noire assez terne et léger micro-relief.
Mobilier : céramique moderne et contemporaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265.03 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *L'Ormeau - La Rouillère*
X : 404385 - **Y** : 2349443
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A2 312 à 319 "Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- scories repérées par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1026 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265.04 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *Le Grand Erclou*
X : 406545 - **Y** : 2348875
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence de scories en plaquettes dans l'empierrement du chemin et en bordure du champ. Dépôt ou ancien ferrier ?
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265.05 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *Soltru 1*
X : 406811 - **Y** : 2348690
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle E2 "Champ Minier". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1026 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,8 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier très arasé avec tache brun-noir (visibilité moyenne au sol). Le ferrier est coupé par les deux routes mais ne semble pas se poursuivre de l'autre côté. Dans la coupe la terre noire fait environ 0,8 m d'épaisseur.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265.06 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *Le Gravier*
X : 409593 - **Y** : 2348155
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories localisées par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 265.07 - Torcé-Viviers-en-Charnie - *Soltru 2*
X : 406710 - **Y** : 2348659
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vérification en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier assez dense avec tache noire bien marqué. Léger micro-relief.
Mobilier : 1 tegula, 2 tessons modernes.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 266 – TRANS

53 266.a - Trans - *La Maison Neuve*
X : 403183 - **Y** : 2363885
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 428, 429 "Les Grandes Forges", "La petite Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1027 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

53 267 – VAIGES

53 267.01 - Vaiges - *Le Bailleul*
X : 393018 - **Y** : 2340743
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles H1 96, 99 "La Petite Ferrière", "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "Ferrière coupée par une route. Coupe très visible sur les bas côtés." (fiche SRA) Prospection au sol A. Guéguen en 1981 (inédit).
Référence(s) : ADM 3 P 1028 (1843) ; SRA Pays de la Loire.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le site se trouve actuellement dans un enclos à sangliers.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : le site a été labouré par les sangliers de l'élevage de Bailleul. La tache noire est visible de la route. Le site est coupé par le chemin et on voit des scories dans la coupe sur au moins 50 cm de haut. On peut évaluer la taille du site à environ 60 m de diamètre.
Mobilier : 2 tessons gallo-romains.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.02 - Vaiges - *La Tardivière de la Butte*
X : 391595 - **Y** : 2344708
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle F2 151 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1028 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : ferrier localisé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.03 - Vaiges - *Les Gruaulières*
X : 392952 - **Y** : 2343970
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles G1 23, 24 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1028 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le site se trouve dans un enclos à poneys et n'a pas pu être clairement délimité. Toutefois, la présence de terre noire et de scories à l'entrée du champ accompagnant un léger relief indique la présence d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.04 - Vaiges - *Le Perrichet*
X : 391270 - **Y** : 2343271
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier arasé sans relief conservé mais gardant une terre plus sombre sur 30 x 20 m environ. Scories denses en cordons.
Mobilier : épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.05 - Vaiges - *Aubigné*
X : 391213 - **Y** : 2342960
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté avec M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : scories assez dense sur 10-15 m de diamètre avec étalement sur 35 à 40 m. La terre est brun-rouge avec aucun micro-relief perceptible. Il peut s'agir d'un ancien ferrier.
Mobilier : céramique (non prélevé).
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.06 - Vaiges - *Courtentré*
X : 390939 - **Y** : 2341756
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : terre noire et scories en cordons très fragmentées visibles sous les herbages. Le site a été vu labouré par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 267.07 - Vaiges - *Le Grand Rocher*
X : 391520 - **Y** : 2340350
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle I2 154 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer.
- site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADM 3 P 1028 (1843) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le blé levé a empêché la prospection exhaustive de la parcelle.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert indique ici la présence de scories dispersées. Celles-ci, très rares, pourraient venir d'un site détruit ou de l'ancien chemin qui traversait la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

53 271 – VILLAINES-JA-JUHEL

53 271.b - Villaines-la-Juhel - *La Petite Sourderie*
X : 405343 - **Y** : 2376793
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C1 143 "Le Champ Minier". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1032 (1843).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

53 273 – VILLIERS-CHARLEMAGNE

53 273.a - Villiers-Charlemagne - *Jouannerie*
X : 373270 - **Y** : 2331145
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E1 167-169 "La petite Ferrière", "La Grande Ferrière" et" Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADM 3 P 1034 (1830).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visite en compagnie de M. Hubert. la parcelle est occupée de façon permanente par des chevaux.
Site : non.

Orne

61 024 – BANVOU

61 024.01 - Banvou - *Vente Burnou*
X : 388571 - **Y** : 2409797
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : T. Olivier.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier avec terre noire et scories abondantes situé à cheval sur un pré et un petit bois. Présence de petits monticules dans la partie boisée.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 075 – CÉAUCÉ

61 075.01 - Céaucé - *La Grande Bretonnière*
X : 378260 - **Y** : 2391985
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : découverte par M. Hubert d'un bloc de scorie à cordon dans un tas d'épierrement.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scorie isolée dans une parcelle bâtie repérée par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 075.b - Céaucé - *Olivault*
X : 382323 - **Y** : 2391703
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F 342 "Les Tailles-Fers". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-075/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré mais on voit un bloc de granit affleuré. Les fermiers d'Olivault n'ont jamais vu de scories. On est ici sur le roc.
Site : non.

61 091 – CHAMPSECRET

61 091.01 - Champsecret - *La Tuilerie*
X : 387465 - **Y** : 2403909
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : M. Hubert indique un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : talus du chemin.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : on trouve dans les talus de l'ancien chemin menant du haut-fourneau (La Forge) à la fenderie de gros culots de forge (post-réduction) qui pourrait correspondre au déchets d'une forge liée à l'installation sidérurgique moderne.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : moderne.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 091.02 - Champsecret - *Verrerie*
X : 387706 - **Y** : 2403958
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories repéré par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus du chemin et des tas d'épierrement.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées dans un pré. Mélanges de gros blocs de scorie de réduction informe et de scories de forge.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 091.c - Champsecret - *L'Être aux Lièvres*
X : 384718 - **Y** : 2407795
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle Au 526-527 "Les Mineries". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-091/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 091.d - Champsecret - *Le Gacel*
X : 389190 - **Y** : 2408193
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 157-161 "La Haie de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel. cf. ARNOUX 1991 et BERNOUIS et al. 1992.
Référence(s) : ADO 3P3-091/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection inutile (Bois de la commune de la Ferrière). Correspond à un bois en limite de la commune de la Ferrière-aux-Étangs. prospection inutile.
Site : non.

61 091.e - Champsecret - *L'Être Ferrière*
X : 389585 - **Y** : 2406230
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "L'Être Ferrière" (E 377-382, 386-404, 431-437, 439-461). Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-091/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : plusieurs passages par ce secteur. RAS.
Site : non.

61 091.f - Champsecret - *La Touche*
X : 386843 - **Y** : 2404748
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles Q 384, 386-392 "La Minerie", "Les Mineries". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-091/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

61 096 – CHAPELLE-D'ANDAINE (LA)

61 096.a - Chapelle-d'Andaine (La) - *La Minerie*
X : 392303 - **Y** : 2395648
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "La Minerie" (H 398-400, 414-415, 417-431, 451-452). Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-096/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : examen des talus et entrée de champs. RAS.
Site : non.

61 107 – CIRAL

61 107.a - Ciral - *Le Gué Chartier*
X : 416621 - **Y** : 2392776
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles G2 210-212 "Le Grand Mineret", "Le petit Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-107/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 124 – COULONCHE (LA)

61 124.01 - Coulonche (La) - *Le Grand Roz*
X : 394153 - **Y** : 2408965
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au lieu-dit le Grand Roz, J.-.R. Maréchal signale la découverte d'un bloc de scorie de fer circulaire (diam. 0,80 ; haut. 0,60 m) correspondant aux vestiges d'un four sidérurgique par procédé de réduction directe." (BERNOUIS 1999 : 116)
Référence(s) : MARECHAL 1975 : 851 ; BERNOUIS 1999 : 116.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le Grand Roz n'existe pas à La Coulonche, il faut peut-être comprendre Le Grand Ros situé à Ste. Opportune au nord et en limite de Bellou-en-Houlme. Cette indication imprécise a été retenue vu l'aspect exceptionnel de ce genre de vestige.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 145 – DOMFRONT

61 145.a - Domfront - *La Roustière*
X : 379135 - **Y** : 2401353
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle O/R 174 "La Lande Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-145/2.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : accès difficile. Prospection impossible.
Site : non.

61 146 – DOMPIERRE

61 146.a - Dompierre - *Vieux Champ*
X : 387083 - **Y** : 2409085
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire en bordure de parcelle (1-2 mm soit 30-60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (336).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : tache d'humidité. Pas de site.
Site : non.

61 146.b - Dompierre - *Le Château*
X : 388410 - **Y** : 2408315
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 1-3, 223 "La Haye de La Ferrière.". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel. cf. ARNOUX 1991 et BERNOUIS et al. 1992.
Référence(s) : ADO 3P3-146/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : correspond à l'ancien bois de la commune de la Ferrière. Correspond à un ancien bois en limite de la commune de la Ferrière-aux-Étangs. prospection inutile.
Site : non.

61 155 – ÉPINAY-LE-COMPTE

61 155.a - Epinay-le-Compte - *Le Haut Pré Gelain*
X : 370033 - **Y** : 2392400
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 35-36 "L'Acre du Champ Ferré", "Le Champ Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-155/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec la fermière et son fils. Ces parcelles sont actuellement en herbage. Le fils les a déjà labouré et n'a vu ni tache noire ni scorie.
Site : non.

61 163 – FERRIÈRE-AUX-ÉTANGS (LA)

61 163.02 - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Le Puits Pralon*
X : 390118 - **Y** : 2409352
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale/PAV.
Citation : le site indiqué par T. Olivier est également visible sur photographie aérienne (1990 FD 53-61-72 (334)).
Référence(s) : T. Olivier ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : ferrier avec terre noire et léger microrelief conservé. Scories en cordons vacuolaires et scories plano-convexes déchiquetées (épuration ?).
Mobilier : céramiques XVI-XVIII e s., tuiles modernes.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 163.03 - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Darcet*
X : 389785 - **Y** : 2410970
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "On m'a signalé l'existence d'autres blocs plus importants encore dans la région (...) : culot pesant environ 58 kg à Darcet, près de Bellou-en-Houlme." (MARÉCHAL 1975a : 851).
Référence(s) : MARÉCHAL 1975a : 851.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Darcet n'existe pas à La Ferrière-aux-Etangs ou à Bellou-en-Houlme, il faudrait peut-être comprendre Durcet, nom d'une commune située à une quinzaine de kms. au nord de La Ferrière. Cette indication imprécise a été retenue vu l'aspect exceptionnel de ce genre de vestige.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 163.05 - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Mont Brûlé*
X : 389548 - **Y** : 2410668
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : site indiqué par M. Hubert sur les informations de T. Olivier.
Référence(s) : T. Olivier.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 315 m².
Description : on trouve des scories nombreuses dans la cave du bâtiment en bord de route. Le ferrier se poursuit dans le jardin derrière la maison jusqu'à la rive du ruisseau.
Mobilier : épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 163.06 - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Le Bois des Minières*
X : 389835 - **Y** : 2409203
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories éparses dans les talus du chemin forestier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 163.a - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Le Brûlé*
X : 389900 - **Y** : 2409700
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : quelques scories très éparses dans les talus. Pas de quoi faire un site.
Site : non.

61 163.d - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Le Gué Plat*
X : 389320 - **Y** : 2409290
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : scories trop éparses pour enregistrer un site.
Site : non.

61 163.g - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Maison de retraite*
X : 389406 - **Y** : 2411110
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 77-83 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-163/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle portant le toponyme est aujourd'hui occupé par la maison de retraite de la Ferrière.
Site : non.

61 163.h - Ferrière-aux-Étangs (La) - *Le Bourg 2*
X : 389201 - **Y** : 2411243
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 390-401 "La Prairie de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-163/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : correspond à la prairie communale de la Ferrière. Toponyme lié à la commune de la Ferrière-aux-Étangs, prospection inutile.
Site : non.

61 163.i - Ferrière-aux-Étangs (La) - *La Ferrière*
X : 389673 - **Y** : 2410825
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 88-114 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-163/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : correspond au bourg de la Ferrière-aux-Étangs, prospection inutile.
Site : non.

61 163.j - Ferrière-aux-Étangs (La) - *La Haie / Le Gué Plat*
X : 388650 - **Y** : 2408905
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F 1-2 "La Haie de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-163/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : correspond à un ancien bois mentionné dans les textes, lié au bourg de la Ferrière-aux-Étangs. prospection inutile.
Site : non.

61 165 – FERRIÈRE-BOCHARD (LA)

61 165.01 - Ferrière-Bochard (La) - *Beaucaire*
X : 423910 - **Y** : 2382353
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 15 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 118 m².
Description : petit ferrier coupé par la route. La terre est noire et le relief perceptible. Présence de gros blocs dans les fossés.
Mobilier : épandage.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.02 - Ferrière-Bochard (La) - *La Goistière 1*
X : 423219 - **Y** : 2380943
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de trois ferriers distincts. Indice prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 70 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 3848 m².
Description : ferrier bien conservé formant une butte de terre noire avec scories en cordons fins abondantes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.03 - Ferrière-Bochard (La) - *Bois de la Garenne*
X : 423843 - **Y** : 2380760
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : puits de mine signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : d'importantes minières modernes recoupent des puits anciens circulaires ne dépassant pas 80 cm de diamètre percés dans le grès roussard. Certains de ces puits sont ouverts, le plus profond atteint 6,30 m de profondeur. Il y a des centaines de puits de ce genre dans le bois de la Garenne.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.04 - Ferrière-Bochard (La) - *Saint-Christophe*
X : 424273 - **Y** : 2381313
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 169-171 "Les Minerets". Toponyme lié à la métallurgie du fer. scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADO 3P3-165/1 ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 15 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 177 m².
Description : ferrier très étalé mais conservant une couleur noire marquée et une densité de scories moyenne.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.05 - Ferrière-Bochard (La) - *Le Fougeret*
X : 424827 - **Y** : 2383075
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert décrit une dispersion de scories en bordure de la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.06 - Ferrière-Bochard (La) - *Bois de Jarrias 1*
X : 424461 - **Y** : 2384226
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : plusieurs concentrations de scories ont été distingués par M. Hubert
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : épandage en cours lors de notre visite, à revoir après labours.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier arasé sans relief conservé mais avec terre noire et forte densité de scories en cordon pluridécimétriques. A noter la présence importante de blocs de scories internes dépassant les 5 kg.
Mobilier : torchis. Guy Leclerc indique la découverte de mobilier romain lors des labours.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

61 165.07 - Ferrière-Bochard (La) - *Le Fougeret 2*
X : 425027 - **Y** : 2383215
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. FR 1958 (377).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observations faites dans les trous de taupes, les abords de la clôture et dans la coupe du ferrier.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 100 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7854 m².
Description : ferrier bien conservé sous les herbages. Le micro-relief est important (2 à 3 m). La forme est circulaire et la taille est voisine de 100 m d'après le cliché IGN.
Mobilier : un tesson XVI e s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.08 - Ferrière-Bochard (La) - *Bois de Jarrias 2*
X : 424438 - **Y** : 2384191
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : plusieurs concentrations de scories ont été distingués par M. Hubert
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : épandage en cours lors de notre visite, à revoir après labours.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1256 m².
Description : ferrier arasé sans relief conservé mais avec forte densité de scories denses en cordon et terre noire s'étendant sur une quarantaine de mètres de diamètre. A noter la présence de blocs de scories internes en grande quantité.
Mobilier : torchis. Guy Leclerc indique la découverte de mobilier romain lors des labours.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

61 165.09 - Ferrière-Bochard (La) - *Bois de Jarrias 3*
X : 424438 - **Y** : 2384069
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : plusieurs concentrations de scories ont été distingués par M. Hubert
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : épandage en cours lors de notre visite, à revoir après labours.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : ferrier conservant un léger micro-relief (50 cm environ) avec terre noire et forte densité de scories denses en cordon s'étalant sur 70 x 50 m. Présence de très nombreux fragments de torchis.
Mobilier : torchis. Guy Leclerc indique la découverte de mobilier romain lors des labours. 1 sigillée.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

61 165.10 - Ferrière-Bochard (La) - *La Goistière 2*
X : 423184 - **Y** : 2380913
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de trois ferriers distincts. Indice prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire et forte densité de scories en plaquettes fines très fragmentées. Un relief est encore perceptible.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.11 - Ferrière-Bochard (La) - *La Goistière 3*
X : 423250 - **Y** : 2380901
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scorie localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de trois ferriers distincts. Indice prospecté en compagnie de Michel Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1649 m².
Description : ferrier arasé et étalé dans le sens des labours le long de la parcelle. La terre est très rouge par endroit et les scories se présentent sous forme de plaquettes épaisses et de gros fragments de cordons denses épatés.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 165.h - Ferrière-Bochard (La) - *Bois des Jarrias 2*
X : 42453 0 - **Y** : 2383865
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 57 "Le Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-165/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : traces d'effondrements correspondants probablement à des puits de mine du même genre que ceux repérés dans le bois de la Garenne. Aucun puits n'est ouvert.
Site : non.

61 165.i - Ferrière-Bochard (La) - *Bois des Jarrias 3*
X : 424890 - **Y** : 2384035
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 314-316 "Les Grands Minerets". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-165/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 168 – FERTÉ-MACÉ (LA)

61 168.b - Ferté-Macé (La) - *Le Fay Haut*
X : 402195 - **Y** : 2404103
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 322 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-168/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. On est sur une butte de granit avec une trace d'extraction. Vu aussi le fils de l'agriculteur qui passait : le champ a été labouré et il n'a rien remarqué.
Site : non.

61 182 – GANDELAIN

61 182.a - Gandelain - *Le Val*
X : 420439 - **Y** : 2387353
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F 95-99 "La petite", "La Grande Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-182/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 182.b - Gandelain - *Le Val 2*
X : 420684 - **Y** : 2387160
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle F 216 "Champ des Ferres". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-182/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 186 – GENESLAY

61 186.a - Geneslay - *La Banvère*
X : 391200 - **Y** : 2396016
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 8-10 "petit Machefer", "Pré de Machefer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-186/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des bords de champ. la pluie et le froid ont empêché une bonne prospection.
Site : non.

61 186.b - Geneslay - *Cimetère - Le Mard*
X : 391430 - **Y** : 2394183
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 135, 141-144 "Le Merdefer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-186/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des tas de terre de la construction de la maison du Mard. RAS.
Site : non.

61 201 – HAUTE-CHAPELLE (LA)

61 201.a - Haute-Chapelle (La) - *La Bourrée*
X : 375540 - **Y** : 2404983
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles G 147-149 "La Marre du Ferrier (?)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-201/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec la propriétaire, elle ne connaît pas les scories. prospection de la parcelle. On a changé de substrat géologique (grès), pas de scories.
Site : non.

61 211 – JUVIGNY-SOUS-ANDAINE

61 211.a - Juvigny-sous-Andaine - *La Volée*
X : 389030 - **Y** : 2399269
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D 336 "Le Closet Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-211/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 211.b - Juvigny-sous-Andaine - *La Banvère*
X : 391063 - **Y** : 2396049
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles F 125-126 "Le Pré Mâchefer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-211/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : nous ne sommes pas entrés dans les parcelles. A revoir ?
Site : non.

61 232 – LONLAY-L'ABBAYE

61 232.b - Lonlay-l'Abbaye - *La Peignerie Bouvet*
X : 378670 - **Y** : 2411043
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle G 142 "Le Bout des Mineries". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : dans la pente l'herbe est très épaisse et la visibilité est nulle. Au fond, la zone est très humide et forme une tourbière.
Site : non.

61 232.c - Lonlay-l'Abbaye - *La Montagne*
X : 377813 - **Y** : 2409018
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle I 254 "Le Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : parcelle surélevée par rapport au ruisseau. L'herbe est très dense, la visibilité nulle.
Site : non.

61 232.d - Lonlay-l'Abbaye - *La Bouvrie 1*
X : 376824 - **Y** : 2407655
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles K 362, 364, 366 "Le Pré à Ferré", "Le Champ Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : vu avec les propriétaires, ils n'ont jamais vu de scories. Les parcelles sont des prés à chevaux. Prospection impossible.
Site : non.

61 232.e - Lonlay-l'Abbaye - *La Bouvrie 2*
X : 376739 - **Y** : 2407481
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles K 376-377 "Le Courtil à Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : vu avec les propriétaires, ils n'ont jamais vu de scories. Les parcelles sont des prés à chevaux. Prospection impossible.
Site : non.

61 232.f - Lonlay-l'Abbaye - *Les Beaux Rochers*
X : 372 953 - **Y** : 2407790
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles P 94-95, 97 "Le petit Mineret", "Le Grand Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection des trois parcelles dont 2 en pré et une en chaume. RAS dans les champs. Blocs de grès dans les talus.
Site : non.

61 232.g - Lonlay-l'Abbaye - *Le Nezement*
X : 372874 - **Y** : 2411255
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles X 115-116 "La Ferrière", "Pré dessous La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-232/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : aucune trace de scorie dans la parcelle, un petit morceau recueilli dans une parcelle voisine (chaume de maïs).
Site : non.

61 235 – LORÉ

61 235.01 - Loré - *La Lande*
X : 384570 - **Y** : 2390698
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories en cordons usés et roulées. Proximité de l'agglomération antique du Gué de Loré.
Mobilier : céramique moderne.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 235.02 - Loré - *Gué de Loré / La Jottière*
X : 384705 - **Y** : 2389910
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Entre les lieux-dits Gué de Loré et la Jottière, dans une parcelle appelé la Lande des Anglais (cadastre), à une profondeur d'environ 0,40 m, une couche de scories de fer et un tesson (...) (attribué par J. Grandin à l'époque mérovingienne) ont été observé. J. Grandin a interprété ces traces comme celles d'un atelier métallurgiques. Rappelons que dans le ruisseau des Bois-Frangées qui est voisin du lieu de cette découverte, les vestiges d'une chaussée, rechargée d'une épaisse couche de scories ferrugineuses, ont été mis au jour." (BERNOUIS 1999 : 149-150).
Référence(s) : BERNOUIS 1999 : 149-150.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit probablement de scories de réduction provenant de l'encaisement de la voie romaine qui passait au gué de Loré et dont l'utilisation a du se poursuivre au Haut-Moyen Âge.
Mobilier : tesson.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Moyen Age.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 243 – MAGNY-LE-DÉSERT

61 243.01 - Magny-le-Désert - *La Binardière*
X : 404098 - **Y** : 2403330
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 161 , 165 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-243/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : présence de scories dans les taupinières du pré. Le relief laisse présager la présence de deux petits amas sous les herbages (entre 15 et 20 m de diamètre).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 248 – MANTILLY

61 248.01 - Mantilly - *Fer Battu*
X : 366775 - **Y** : 2392378
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Fer Battu". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de la parcelle à l'angle du chemin rural (en chaume de maïs). Découverte d'un élément vitrifié mais pas de scorie de fer.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scorie isolée découverte par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 279 – MIEUXCÉ

61 279.01 - Mieuxcé - *La Pelterie*
X : 424827 - **Y** : 2380162
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site localisé par M. Hubert sur la commune de Saint-Céneri. Se trouve en fait sur la commune de Mieuxcé, visible sur photographie aérienne. 1996 FD 35-53 (165) ; 2000 FD 72 (39).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2748 m².
Description : le site a été repéré par M. Hubert lors des labours. Lors de la vérification, seul la partie en bordure du champ est visible. Le ferrier est bien visible, il mesure environ 50x70 m avec terre très noire et scories en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 279.b - Mieuxcé - *La Mare*
X : 425913 - **Y** : 2381473
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle E 381 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-279/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence d'une dépression dans la parcelle. On trouve en surface du minerai en nodule ainsi que quelques scories dispersées. A revoir après labour.
Site : non.

61 324 – PASSAIS

61 324.01 - Passais - *Gué des Forges-Verrerie Chesnel*
X : 370090 - **Y** : 2394145
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit "Gué des Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. A revoir
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : tache noire et scories concentrées localisées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 324.b - Passais - *Bouherais*
X : 372323 - **Y** : 2397093
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 174-175 "Mare Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-324/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : présence de blocs de granit dans les talus et dans les fossés. la visibilité est nulle dans le verger. Pas de scorie.
Site : non.

61 324.c - Passais - *Passais*
X : 371768 - **Y** : 2395554
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 491-493 "Grande Ferrée", "Ferrée du Milieu", "Ferrée du Le Pré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-324/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le relief de la parcelle est très chaotique peut être à cause du creusement du plan d'eau voisin. Le champ est actuellement couvert de tas de déblai. Pas de scorie.
Site : non.

61 324.d - Passais - *Le Pont Rossignol*
X : 371283 - **Y** : 2396085
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 209 "La Planferière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-324/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS
Site : non.

61 324.e - Passais - *Bellefontaine*
X : 371171 - **Y** : 2395299
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 344 "Champ Feret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-324/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : problème d'accès. prospection impossible.
Site : non.

61 369 – SAINT-BÔMER-LES-FORGES

61 369.a - Saint-Bômer-les-Forges - *La Godefrairie*
X : 381465 - **Y** : 2407003
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles N 139-140 "Le Grand Champ Feray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-369/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rencontre avec le fermier de la Godefrairie et de celui de Jumilly. Ils n'ont jamais vu de scories dans cette parcelle. Le ferrier de Jumilly en indique à proximité de sa ferme. Après une rapide vérification, rien n'a été découvert.
Site : non.

61 372 – SAINT-CÉNÉRI-LE-GÉREI

61 372 .01 - Saint-Céneri-le-Gerei - *Trente Sillons*
X : 423840 - **Y** : 2379646
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : le ferrier est nivelé. La tache noire est encore visible mais les scories assez dispersées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

61 372 .b - Saint-Céneri-le-Gerei - *L'Angerie*
X : 425280 - **Y** : 2379908
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 158-159 "Champ de la Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-372 /1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des taupinières. RAS.
Site : non.

61 382 – SAINT-DENIS-SUR-SARTHON

61 382.a - Saint-Denis-sur-Sarthon - *La Minerie*
X : 425450 - **Y** : 2388210
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 444-446 "La Minerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-382/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

61 387 – SAINT-FRAIMBAULT

61 387.a - Saint-Fraimbault - *La Ferrie*
X : 375035 - **Y** : 2395705
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 443-445 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-387/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire n'a jamais vu de scorie. la prospection du pré et l'examen des taupinières n'a pas permis de localiser.
Site : non.

61 387.b - Saint-Fraimbault - *La Chatrie*
X : 376243 - **Y** : 2394040
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C 636-637 "Clos Feret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-387/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

61 387.c - Saint-Fraimbault - *Le Pont Chenu*
X : 373698 - **Y** : 2394898
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles L 141-146 "Pré Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P-387/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : les parcelles se trouvent le long d'un ruisseau et sont assez difficile d'accès. Il n'y avait personne à la ferme lors de notre passage. On note des affleurements de granit à proximité.
Site : non.

61 387.d - Saint-Fraimbault - *Belle Fontaine*
X : 3753 48 - **Y** : 2392389
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle M 25 "Champ Feret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-387/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle se trouve à côté d'une aire de détente. Le champ est labouré. Nombreux fragments de granit jaune et un peu de mobilier moderne en épandage. Pas de scorie.
Site : non.

61 401 – SAINT-GILLES-DES-MARAIS

61 401.a - Saint-Gilles-des-Marais - *Le Haut Lattay*
X : 375883 - **Y** : 2402750
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 134-141 "Le Pré du Latay", "Le Grand Closet au Latay", "Le petit Closet du Latay", "La Tranchée au Latay". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-401/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. Présence de bêtes dans les prés.
Site : non.

61 421 – SAINT-MARS-D'ÉGRENNE

61 421.a - Saint-Mars-d'Egrenne - *Le Coudray*
X : 371472 - **Y** : 2399396
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 497 "Le Bras de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-421/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : parcelle récemment mis en herbe. visibilité nulle. la parcelle n'a pas été prospecté exhaustivement.
Site : non.

61 442 – SAINT-PATRICE-DU-DÉSERT

61 442.a - Saint-Patrice-du-Désert - *Darivet*
X : 406473 - **Y** : 2398235
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 114 : 4-8, 10, 12-13, 15, 19-21, 23, 145 : 2-3, 146 : 1, 147 : 2 "Le Mineret", "Le Grand Mineret", "Le petit Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-442/1.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : prospection impossible. problème d'accès. On peut supposer ici la présence d'extraction moderne en lien avec les hauts-fourneaux de la région.
Site : non.

61 442.b - Saint-Patrice-du-Désert - *Darivet 2*
X : 407080 - **Y** : 2397920
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C 106 : 1 "Les Minerets". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-442/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : on voit du bord de la route une minière dans un petit taillis en face de GR 22.
Site : non.

61 442.c - Saint-Patrice-du-Désert - *Le Grand Jard*
X : 407533 - **Y** : 2395495
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E 203-208 "Le Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADO 3P3-442/1.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : nombreuses minières récentes (modernes, contemporaines ?) dans le taillis et laitier de haut-fourneau dans le chemin.
Site : non.

Sarthe

72 010 – ASNIÈRES-SUR-VÈGRE

72 010.01 - Asnières-sur-Vègre - *Le Grand Breil*

X : 409905 - **Y** : 2323995
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au Grand Breil et à Vilclair, les prospections au sol de Cl. Lambert et J. Rioufreyt ont révélé l'existence d'un habitat gallo-romain (pierres, tegulae, tessons de sigillée, scories) : inédit." (BOUVET 2001a : 139)
Référence(s) : BOUVET 2001a : 139.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : en l'absence de précision sur le type de scorie ou le métal travaillé, nous ne pouvons conclure sur la nature de l'activité métallurgique.
Mobilier : tegulae, sigillée.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 010.02 - Asnières-sur-Vègre - *Vilclair*

X : 409725 - **Y** : 2322585
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au Grand Breil et à Vilclair, les prospections au sol de Cl. Lambert et J. Rioufreyt ont révélé l'existence d'un habitat gallo-romain (pierres, tegulae, tessons de sigillée, scories) : inédit." (BOUVET 2001a : 139)
Référence(s) : BOUVET 2001a : 139.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : en l'absence d'élément sur le type de scorie ou le métal travaillé, nous ne pouvons préciser la nature de l'activité métallurgique.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 010.a - Asnières-sur-Vègre - *La Minière*

X : 406860 - **Y** : 2323905
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 204, 208, 212, 258-258, 267-269 "Le Pré de La Minière", "Le Champ de La Minière", "Le petit Pré de La Minière", "Le petit / Le Grand Champ de La Minière", "La Noë de La Minière", "La petite / La Grande Minière". Toponyme lié à la métallurgie
Référence(s) : ADS 3P 10/14.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : seule une parcelle est labourée. RAS.
Site : non.

72 010.b - Asnières-sur-Vègre - *Les Landes*

X : 405350 - **Y** : 2324655
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire dans l'angle de la parcelle. Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1237).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. A revoir.
Site : non.

72 011 – ASSÉ-LE-BOISNE

72 011.01 - Assé-le-Boisne - *Beauvais*

X : 422850 - **Y** : 2374806
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : scories abondantes sous le pré et dans le jardin dans la maison abandonné de Beauvais. (NEVOUX 2004) site SRA 72 011 0019. Proximité de la parcelle 'Ferrière' 72 011.c
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories abondantes sous le pré et dans le jardin dans la maison abandonné de Beauvais. (NEVOUX 2004) Site SRA 72 011 0019.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.02 - Assé-le-Boisne - *La Basse Rougesse de la Boissière*

X : 427276 - **Y** : 2368903
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles E2 376-381, 407 "Le Cloteau du Mineray", "Le Petit Mineray", "Le Mineray" et "Les Minerays". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "Au lieu-dit La Basse Rougesse de La Boissière, les labours remontent des débris de construction et du mobilier gallo-romains (tuiles, moellons, mortier, scories, céramiques) sur environ 1 ha. La prospection aérienne a révélé l'existence dans cette zone de plusieurs petits bâtiments quadrangulaires : NEVOUX 1986." (BOUVET 2001a : 139).
Référence(s) : NEVOUX 1986 ; BOUVET 2001a : 139 ; ADS 3 P 11/104 (1850).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le toponyme minerai peut s'expliquer par l'exploitation de calcaire pour le four à chaux tout proche.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : en l'absence d'élément sur le type de scorie ou le métal travaillé, nous ne pouvons préciser la nature de l'activité métallurgique.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 011.03 - Assé-le-Boisne - *Valette*
X : 424217 - **Y** : 2375656
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A Valette la densité [de scories] est plus importante [dans les parcelles] 15a, b et 36 au coeur de l'ancien village, fief probable." (NEVOUX 2004) site SRA 72 011 031. Proximité du Champ Laitier 72 011.c
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doutre de scories de réduction diecte du fer.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.04 - Assé-le-Boisne - *Le Pressoir*
X : 423971 - **Y** : 2375654
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : épandage [de scories] plus diffus. (NEVOUX 2004) site SRA 72 011 0031.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doutre de scories de réduction du fer.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.05 - Assé-le-Boisne - *Le Pressoir 2*
X : 424032 - **Y** : 2376330
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "En contre bas de 'Bel-Air' sur Moulins-le-Carbonnel et de la 'Tour Belin' sur le Grand Chemin, une concentration de scories métallurgiques se trouve au bord du même Grand Chemin venant de Saint-Céneri. Dans la parcelle quelques tessons micassés médiévaux type Bérus." (NEVOUX 2004) Site SRA 72 011 0029.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doutre de scories de fer mais nous ne pouvons pas spécifier à quelle phase de la chaîne opératoire elles correspondent.
Mobilier : céramique médiévale.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : Moyen Age.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 011.06 - Assé-le-Boisne - *Le Coin des Vieilles Fosses*
X : 424822 - **Y** : 2375166
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "La Parcelle 20b au nom évocateur est un bois. Les fosses sont omniprésentes et le 'travail' des blaireaux remonte quelques morceaux de minerai restants. Le sous-sol de la parcelle 21 doit aussi contenir du minerai si l'on en juge par les indices en surface. Quelques rares tessons médiévaux dans la parcelle 21 et même un petit rebord gallo-romain." (NEVOUX 2004) Site SRA 72 011 21.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : l'exploitation de minerai de fer est bien connu dans la région. Cette parcelle a pu faire l'objet d'une exploitation.
Mobilier : quelques rares tessons médiévaux dans la parcelle 21 et même un petit rebord gallo-romain.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.07 - Assé-le-Boisne - *La Séchetière - La Mandouillère*
X : 425539 - **Y** : 2374208
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : occupation romaine avec scories associées (information orale Y. Nevoux, prospection 2005)
Référence(s) : Y. Nevoux.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit probablement de scories de post-réduction. En l'absence de vérification, le doute demeure.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 011.08 - Assé-le-Boisne - *Le Fresne*
X : 424833 - **Y** : 2373905
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : scories épandues avec mobilier. (Information orale Y. Nevoux, prospection ACA 2005)
Référence(s) : Y. Nevoux.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doutre de scories de fer mais nous ne pouvons pas spécifier à quelle phase de la chaîne opératoire elles correspondent.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.09 - Assé-le-Boisne - *Le Petit Moland*
X : 425030 - **Y** : 2373368
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : épandages de scories (information orale Y. Nevoux, prospection ACA 2005)
Référence(s) : Y. Nevoux.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit sans aucun doutre de scories de fer mais nous ne pouvons pas spécifier à quelle phase de la chaîne opératoire elles correspondent.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.10 - Assé-le-Boisne - *La Herverie*
X : 428405 - **Y** : 2373101
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier de 100 m de diamètre avec un tesson de sigillée (information orale, Y. Nevoux, Prospection ACA)
Référence(s) : Y. Nevoux.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 100 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7854 m².
Description : ferrier de 100 m de diamètre avec un tesson de sigillée (information orale, Y. Nevoux, Prospection ACA)
Mobilier : un tesson de sigillée (information orale Y. Nevoux)
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.11 - Assé-le-Boisne - *Le Grand Rance*
X : 426400 - **Y** : 2369296
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : petit ferrier avec céramique romaine (information orale Y. Nevoux, prospection ACA 2005)
Référence(s) : Y. Nevoux.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : petit ferrier avec céramique romaine (information orale Y. Nevoux, prospection ACA 2005)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 011.a - Assé-le-Boisne - *La Ruisselle*
X : 424668 - **Y** : 2374867
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (50).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les taches correspondent à une mare asséchée (ou à une ancienne minière ?) et à l'entrée du champ ou la terre est très noire autour des mangeoires. Pas de scorie.
Site : non.

72 011.b - Assé-le-Boisne - *Le Pressoir*
X : 424375 - **Y** : 2375791
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 229-230 "Champ du Laitier". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3P 11/104.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec l'agriculteur. Il ne connaît pas les scories. On en trouve pourtant quelques unes à l'entrée du champ. Pas de quoi faire une site.
Site : non.

72 011.c - Assé-le-Boisne - *Le Grand Coslin*
X : 422958 - **Y** : 2374663
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 367 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3P 11/104.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : indice prospecté par M. Hubert. Tentative de prospection le 11/11/05, la parcelle est en semis de blé levé, visibilité mauvaise. A revoir.
Site : non.

72 011.d - Assé-le-Boisne - *Les Minerais*
X : 425260 - **Y** : 2375210
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : terre très rouge partout. Dans le bois, le relief chaotique et des buttes indiquent l'exploitation du minerai de fer. Nous sommes dans le secteur des Bercons.
Site : non.

72 011.e - Assé-le-Boisne - *La Linière*
X : 426958 - **Y** : 2374103
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 423 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3P 11/104.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : relief très chaotique, excavations nombreuses, visibilité nulle.
Site : non.

72 011.f - Assé-le-Boisne - *Le Moulin de Rance*
X : 426683 - **Y** : 2370193
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E1 14-16, 26-28, 37 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3P 11/104.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : excavation dans le calcaire bien visible. Pas de scorie alentour.
Site : non.

72 016 – AUVERS-LE-HAMON

72 016.01 - Auvers-le-Hamon - *Le Bas Toussaint*

X : 401815 - **Y** : 2328826
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "On trouve fréquemment des amas de scories : le Bas Toussaint à Auvers-le-Hamon, Auduron à Poillé-sur-Vègre, la Noé Bisseul à Avessé" (CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27)
Référence(s) : CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 1178 m².
Description : le ferrier correspond à la butte au pied de la Haute Toussaint (environ 50 x 30 m). Il a été coupé par le chemin d'accès et les scories ont servi à l'encaisser.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 016.02 - Auvers-le-Hamon - *La Forge*

X : 395616 - **Y** : 2325751
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "La Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel. - "Au nord du lieu-dit la Forge, nombreuses scories éparses." (BOUVET 2001a : 166)".
Référence(s) : VERDIER, VÉRON 1984 : 342 ; BOUVET 2001a : 166.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté en compagnie de M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier quasiment disparu avec densité moyenne. Présence de scories vacuolaires. Beaucoup de céramique médiévale.
Mobilier : céramique à oeil de perdrix XIV-XVe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : bas Moyen Age.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 016.03 - Auvers-le-Hamon - *Le Plessis Jobart*

X : 401700 - **Y** : 2323816
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire circulaire bien marquée (4 mm soit 100 m). 1996 FD 35-53 (1030) ; 2000 FD 72 (498).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 130 m. ; **l**. : 120 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 12281 m².
Description : très important ferrier (130 x 120 m) avec relief conservé sur 1 m. Zone noire avec très forte densité de scories en plaquettes. Zone plus rouge avec densité moindre. Beaucoup de mobilier en surface.
Mobilier : céramique commune grise gallo-romaine, 1 mortier, 1 sigillée, 3 tegulae.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 016.04 - Auvers-le-Hamon - *Vaille*

X : 401585 - **Y** : 2324235
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2000 FD 72 (498).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : important ferrier (50x70) avec relief conservé sur près de 2m. Forte concentration de scories, auréole rougeâtre sur le versant sud.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 016.05 - Auvers-le-Hamon - *Les Fraudières*

X : 402616 - **Y** : 2325985
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Cliché 2001 FD 35-53 (1168). Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : ferrier arasé avec léger relief conservé (50 cm environ) terre très noire et cendreuse. Scories à cordons vacuolaires et scories hétérogènes. Très nombreuses tuiles à crochet.
Mobilier : très nombreuses tuiles à crochet.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 016.06 - Auvers-le-Hamon - *Mère Fontaine*

X : 395215 - **Y** : 2327350
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A Mère Fontaine, habitat gallo-romain découvert en prospection au sol (pierres, tegulae, tessons de céramique commune et sigillé, scories) : Cl. Lambert, J. Rioufreyt, Déclaration de découverte archéologique, SRA, Nantes, 1974." (BOUVET 2001a : 166)
Référence(s) : BOUVET 2001a : 166.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : en l'absence de précision sur le type de scorie ou le métal travaillé, nous ne pouvons conclure sur la nature de l'activité métallurgique.
Mobilier : tegulae, sigillée.
Interprétation : site lié à la métallurgie.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 016.07 - Auvers-le-Hamon - *Les Moirés 1*

X : 402069 - **Y** : 2324188
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire ovale sur photographie aérienne (1x2 mm soit 30x60 m). site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1238).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : deux sites ont été distingués.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 55 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 172 8 m².
Description : ferrier avec terre noire et relief (env. 1m). Présence de plaques de cordons de taille décimétrique.
Mobilier : tegula, imbrex.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 016.08 - Auvers-le-Hamon - *Les Moirés 2*
X : 402090 - **Y** : 2324150
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire ovale sur photographie aérienne (1x2 mm soit 30x60 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1238).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : deux sites ont été distingués.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 35 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1345 m².
Description : ferrier arasé étalé dans le sens des labours. Forte densité de scories.
Mobilier : tegula, imbrex.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 016.09 - Auvers-le-Hamon - *Le Mesnil*
X : 402547 - **Y** : 2323972
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : site découvert fortuitement lors à l'été 2005.
Référence(s) : F. Sarreste ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le ruisseau visible sur la carte a disparu. A posteriori le site est visible sur photographie aérienne (2000 FD 72).
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 4398 m².
Description : ferrier très arasé avec très léger micro-relief. Le site est étalé dans la pente.
Mobilier : TCA indéterminée.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 016.f - Auvers-le-Hamon - *Le Haut Toussaint 2*
X : 401170 - **Y** : 2329055
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 234 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 17/116.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 016.g - Auvers-le-Hamon - *La Treulerie*
X : 401238 - **Y** : 2324788
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C5 1244-1245, 1418-1419 "Le petit Minerai", "Le Grand Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 17/116.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : seules les abords de la parcelle de la parcelle ont pu être prospecté. Minerai visible.
Site : non.

72 016.h - Auvers-le-Hamon - *Le Mesnil 1*
X : 402945 - **Y** : 2324203
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C7 1603 "Le Champ de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 17/116.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le bois appartient au château de Juigné. Aucun relief ni aucune scorie n'y ont été découverts;
Site : non.

72 016.i - Auvers-le-Hamon - *Guette-Loup*
X : 395915 - **Y** : 2326110
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : deux petites taches noires (1 mm de diamètre chacune soit 30 m). Site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1242).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les taches correspondent pour l'une à un brûlage, pour l'autre à un affleurement de terre rouge et de blocs.
Site : non.

72 019 – AVESSÉ

72 019.01 - Avessé - *La Noë Biseul*
X : 404135 - **Y** : 2331145
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "On trouve fréquemment des amas de scories : le Bas Toussaint à Auvers-le-Hamon, Auduron à Poillé-sur-Vègre, la Noé Bisseul à Avessé" (CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27)
Référence(s) : CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen en bord de parcelle.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la parcelle n'a pas pu être prospecté à cause de la présence de boeufs. Les scories sont clairement visible du bord de la route. Leur densité indique la présence d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.02 - Avessé - *Saint-Antoine - La Mineray*
X : 406135 - **Y** : 2334435
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "La Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories localisé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.03 - Avessé - *Le Braie*
X : 405005 - **Y** : 2334770
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen en bord de parcelle.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : quelques scories dispersées dans le talus.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.04 - Avessé - *Les Boisseries*
X : 405072 - **Y** : 2335333
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2001 FD 35-53 (1930).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert en compagnie de J.-B. Vivet.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : trois taches diffuses (50, 20 et 15 m) sur labour en bordure d'une minière (excavation avec broussailles et arbres, 40 x 65 m, débris de minerais, concentration (pas très forte) de scories denses en cordon. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.05 - Avessé - *Les Trigardières 1*
X : 405604 - **Y** : 2335889
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : (...) tache noire dans le haut d'un champ labouré et contre une partie en herbe, concentration de scories denses en cordon sur 50 m. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.06 - Avessé - *Les Trigardières 2*
X : 405338 - **Y** : 2336598
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 10 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 20/52.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : tache noire déjà repérée depuis la route et photographiée, mais problème d'accessibilité... Vu fermier des Trigardières (M. Terrier). Sur labour et en bas de pente, concentration de scories danses en cordon sur 50 m. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.07 - Avessé - *Saint-Antoine 2*
X : 406173 - **Y** : 2334273
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 105-107 "La Grande Ferrière", "La Petite Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 20/52.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert. A revoir.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées en plaquettes dans les parcelles ferrière", mauvaise visibilité (chaume avec végétation), revoir après labour." (M. Hubert)
Mobilier : tuiles et céramique.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.08 - Avessé - *Les Boulay*
X : 405230 - **Y** : 2332448
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 775 "La Ferette". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 20/52.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert à revoir après récolte.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 100 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 7854 m².
Description : au début du champ de chaume de maïs, nombreux débris de minerais (type tertiaire, sidérolithique, caverneux), avec traces d'exploitation (cuvettes). Le ferrier est au fond de la parcelle : scories en plaquettes très abondantes et concentrées, au moins sur 100 m, avec trace d'un relief bien marqué (>1 m). Pseudo-laitier, boudins agglomérés, parois, minerais. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.09 - Avessé - *Le Fourneau*
X : 403848 - **Y** : 2330452
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - lieu-dit habité "Le Fourneau". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1290) ; 2001 FD 35-53 (418).
Référence(s) : Microtoponymie ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : ferrier à cheval sur deux parcelles. La partie sud est sous un pré où le relief est bien perceptible. La partie nord est en culture (maïs), la terre y est noire et les scories abondantes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 019.i - Avessé - *Noyeau*
X : 407040 - **Y** : 2331273
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 88 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 20/52.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle correspond au cimetière d'Avessé. Les talus n'ont pas livré de scorie et le cimetière a été remblayé par du sable sur environ 50 cm.
Site : non.

72 019.j - Avessé - *Le Minerai*
X : 406395 - **Y** : 2330348
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et des bords de champs : RAS.
Site : non.

72 019.l - Avessé - *Grésillon*
X : 404000 - **Y** : 2330195
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire diffuse visible sur photographie aérienne (2 mm de diamètre soit 30 m). Site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (1821)
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : problème de localisation. Le chemin visible sur la carte n'existe plus et il est difficile de se repérer dans le pré. Pas de scorie.
Site : non.

72 033 – BERNAY

72 033.a - Bernay - *L'Etang*
X : 422715 - **Y** : 2344865
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 72 8, 732, 737, 742 "La Forge à Fer", "Le Champ à La Ferré".Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 34/26.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 050 – BRÛLON

72 050.01 - Brûlon - *Les Près*
X : 407722 - **Y** : 2333492
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site repéré par M. Hubert lors de travaux.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 80 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : (...) [travaux salle polyvalente] Épandage de scories en plaquettes sur 80 m, nombreuses mais éparpillées (non concentrées). Nombreux morceaux de tegulae et sigillée. (M. Hubert) ; Lors d'une seconde visite, une couche de scories a été repérée à l'entrée du chantier. S'agit-il d'un ferrier ou d'un remblai lié à un habitat?
Mobilier : tegulae et sigillée.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 050.b - Brûlon - *Le Minerai*
X : 406795 - **Y** : 2334225
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : enquête orale auprès du propriétaire et de l'exploitant. Ils n'ont pas connaissance de scories sur leurs terrains, ni d'excavations.
Site : non.

72 050.c - Brûlon - *La Basse Motte*
X : 407275 - **Y** : 2333513
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 821 "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 51/53 .
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 050.d - Brûlon - *Les Hinotières*
X : 406738 - **Y** : 2333605
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 1028 "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 51/53 .
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le champ est en friche, mais le champ en face est labour. la prospection n'a pas révélé la présence de scorie.
Site : non.

72 074 – CHEMIRÉ-EN-CHARNIE

72 074.01 - Chemiré-en-Charnie - *Le Mineray*
X : 411225 - **Y** : 2342242
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 632-635, 647-650 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 75/22.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen réalisé sur les bords de route et l'entrée des champs en herbe. Visibilité nulle. RAS.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées repérées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 074.02 - Chemiré-en-Charnie - *Boué de La Lande*
X : 412150 - **Y** : 2342448
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache sombre occupant la moitié de la parcelle (3x4 mm soit 75x100 m). site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1315).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la prospection de la parcelle n'a pas été possible mais la propriétaire nous a confirmé la présence de scories et de terres noires dans le champ.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : la propriétaire nous informe que la parcelle est en pré depuis une dizaine d'année. Elle se souvient cependant de "petites pierres noires au reflet bleu et qui brillent un peu" et également que la terre était noire. Elle précise qu'il n'y en a avait qu'en surface et sur une aire restreinte.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 083 – CHEVILLÉ

72 083.01 - Chevillé - *La Censie*
X : 409175 - **Y** : 2331968
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles Au 98-99 "Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 84/27 (1828-1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : rencontre avec les propriétaires. Ils ont achetés la ferme et ses terres il y a deux ans, ils n'ont jamais labourés mais ils signalent la présence de pierres noires ressemblant à de la lave dans les murs de la ferme. Ils précisent que la maison a été construite avec les pierres du terrain.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le propriétaire signale des scories dans les murs de la ferme. Cela indique la proximité d'un site de réduction directe malgré l'aspect isolé des vestiges.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 083.b - Chevillé - *La Censie 2*
X : 409070 - **Y** : 2331890
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle Au 104 "Les Ferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 84/27 (1828-1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : proche de 72 083.a. la parcelle a été transformé en parcours de VTT. la visibilité est très mauvaise. Il est impossible d'exclure la présence d'un site.
Site : non.

72 083.c - Chevillé - *Duissé*
X : 408255 - **Y** : 2328190
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 246 "Le Ferray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 84/27 (1828-1837).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle, le champ est en maïs. A revoir après labour.
Site : non.

72 109 – CRISSÉ

72 109.01 - Crissé - *L'Hopiteau*
X : 418977 - **Y** : 2358603
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles A2 141-143 "La Basse Ferrière", "La Haute Ferrière", "La Chintre Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "Aux environs du château de l'Hôpitaux, à 3.500 mètres au nord-est de Sillé-le-Guillaume, mais peut-être en la commune de Saint-Rémy-de-Sillé, j'ai vu, en 1900, de nombreux tas de scories et des restes d'exploitation de minerai, les chemins et les cours du château en sont macadamisés." (DAVY 1913 : 101)
Référence(s) : ADS 3 P 110/32 (1832) ; DAVY 1913 : 101.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visite en compagnie du propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 982 m².
Description : le ferrier correspond à un taillis dans un pré à proximité d'une source. Le ferrier a probablement été en partie récupéré mais il reste un relief d'environ 2m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 109.02 - Crissé - *La Ligne du Genêt*
X : 420187 - **Y** : 2359619
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par B. Mege, agent ONF.
Référence(s) : B. Mege, agent ONF.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 6 m. ; **S**. : 1885 m².
Description : plusieurs monticules de scories jointifs placés en arcs de cercle dans une pente faible. Hauteur maximale : 4 à 6 m. Aucune trace évidente d'extraction. Un monticule isolé. Nombreuses parois scorifiées en surface. Ruisseau proche capté par un chemin creux ancien.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 109.03 - Crissé - *La Ligne du Genêt 2*
X : 420360 - **Y** : 2360643
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : sur environ un demi hectare on observe des excavations correspondant à des minières. La présence de résidus de minerai indique son exploitation.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 109.04 - Crissé - *Le Grand Lavoir*
X : 418825 - **Y** : 2359325
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : le ferrier a été coupé par l'allée forestière. On peut voir une coupe de l'amas sur le côté du chemin. Le tas atteint les 2,5 m de haut.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 109.c - Crissé - *Pochuet*
X : 420693 - **Y** : 2353438
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 195 "Le Feroit". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 110/32 (1832).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

72 109.d - Crissé - *La Genévraie*
X : 423738 - **Y** : 2355745
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 246 "Le Feroit". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 110/32 (1832).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les pierres bien visibles de la route dans tout le secteur justifie le toponyme.
Site : non.

72 121 – DOUILLET

72 121.a - Douillet - *Le Ferré*
X : 421318 - **Y** : 2365708
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles C2 852-853 , 869-872 , 922-924, 926 déclinaison de "Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "En visitant les travaux de construction du chemin de fer départemental du Mans à Alençon, nous avons trouvé, à la limite des communes de Mont-Saint-Jean et Douillet-le-Joly, au lieu-dit Le Ferré, un amas de scories de vieilles forges (...)" (HEDIN 1913-1914 : 283)
Référence(s) : ADS 3 P 122/101 ; HEDIN 1913-1914 : 283 ; TERMEAU 1954 : 93-94 ; BOUVET 2001a : 221.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle et localisation imprécise.
Site : non.

72 121.b - Douillet - *Pré des Laitiers*
X : 421110 - **Y** : 2364870
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles C 2 847-851 "Pré des Laitiers". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "(...) plus loin, sur le territoire de Douillet, dans un pré appelé Pré des Laitiers, une tranchée a mis à découvert les vestiges d'un fourneau (...)" (HEDIN 1913-1914 : 283 ; BOUVET 2001a : 221)
Référence(s) : ADS 3 P 122/101 ; HEDIN 1913-1914 : 283 ; BOUVET 2001a : 221.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la visibilité est nulle, indice non prospecté.
Site : non.

72 121.c - Douillet - *La Chaussonière*
X : 420750 - **Y** : 2368315
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (87).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

72 121.d - Douillet - *La Touche*
X : 425805 - **Y** : 2367568
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B 334-338 "La / La petite / La Grande / Les petites / Les Grandes Lenferrières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 122/101.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 126 – EPINEU-LE-CHEVREUIL

72 126.01 - Epineu-le-Chevreuil - *Le Champ de la Forge*
X : 413595 - **Y** : 2340367
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "Le Champ de la Forge". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré. La végétation importante rend l'examen des bords de route inutile.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : scories dispersées localisées par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 126.02 - Epineu-le-Chevreuil - *La Ménerie*
X : 413306 - **Y** : 2341600
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A 752-755, 825, 828 "Minerie", "La Ferrée". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 127/14 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans les bords de chemin et enquête auprès des habitants.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l.** : 0 m. ; **h.** : 0 m. ; **S.** : 0 m².
Description : présence de petits éclats de scories très usés dans l'encaissement du chemin.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 126.b - Epineu-le-Chevreuil - *La Ménerie*
X : 413290 - **Y** : 2341623
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 275-283, 286-287, 296-300, 305, 307 "Minerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 127/14 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle est un verger entourant l'angle de la ferme. Examen du bord du chemin. RAS.
Site : non.

72 126.c - Epineu-le-Chevreuil - *Boujaille*
X : 414738 - **Y** : 2341063
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A2 571 "Le petit Feroi". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 127/14 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation des coupes de fossés bordier et des bords de parcelles (en chaume). RAS.
Site : non.

72 126.e - Epineu-le-Chevreuil - *Le Bois*
X : 414688 - **Y** : 2341838
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A 939 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 127/14 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 126.f - Epineu-le-Chevreuil - *Le Bourg*
X : 417183 - **Y** : 2340580
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B 15 "Le Champ de La Ferre". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 127/14 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus. RAS.
Site : non.

72 141 – GESNES-LE-GANDELAIN

72 141.01 - Gesnes-le-Gandelain - *Le Vieux Douet*
X : 429549 - **Y** : 2375624
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : " Dans les taupinières de la haie qui bordent le chemin allant du bourg de Gesnes au village de 'La Roche' (...) sont remontées d'abondantes scories métallurgiques de forte densité. (...) Bien que dans la pâture on observe le sol noirâtre et l'épaisseur de scories (...) il est impossible de localiser un ou des fours." (NEVOUX 2004) Site SRA 72 141 0020.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : il s'agit ici sans aucun doute d'un ferrier.
Mobilier : un tesson de sigillée découvert dans un talus (information orale Y. Nevoux).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 149 – JOUÉ-EN-CHARNIE

72 149.01 - Joué-en-Charnie - *Les Landes*
X : 409586 - **Y** : 409586
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1343) ; 2000 FD 72 (332).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 160 m. ; **l**. : 120 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 15079 m².
Description : ferrier de très grandes dimensions avec très forte densité de scories et mobilier abondant. Le relief est perceptible. Le site est coupé par la route et s'étale dans plusieurs parcelles. La parcelle voisine s'appelle "sorne" et présente une excavation correspondant à une minière. Dans le fond de la parcelle : tas de laitier de haut fourneau.
Mobilier : céramique commune claire, sigillée (assiettes Walter 79, Curl 23, Lezoux 56, coupelle Drag 33, jatte-mortier Lezoux 97, vases moulés Drag 37 (potier décorateur cinnamus), tegula, 2 amphores et épandage moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Empire.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 149.01 - Joué-en-Charnie - *Les Landes*
X : 409586 - **Y** : 2337878
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1343) ; 2000 FD 72 (332).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 160 m. ; **l**. : 120 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 15079 m².
Description : ferrier de très grandes dimensions avec très forte densité de scories et mobilier abondant. Le relief est perceptible. Le site est coupé par la route et s'étale dans plusieurs parcelles. La parcelle voisine s'appelle "sorne" et présente une excavation correspondant à une minière. Dans le fond de la parcelle : tas de laitier de haut fourneau.
Mobilier : céramique commune claire, sigillée (assiettes Walter 79, Curl 23, Lezoux 56, coupelle Drag 33, jatte-mortier Lezoux 97, vases moulés Drag 37 (potier décorateur cinnamus), tegula, 2 amphores et épandage moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Haut-Empire.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 149.02 - Joué-en-Charnie - *La Halte*
X : 413822 - **Y** : 2338596
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B3 957, 961 , 986-993, C1 1 "La / Les Ferrière(s)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 152/31 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle a été nivelée et bétonnée pour l'installation d'un magasin de matériaux et est traversé par la grande route.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : en direction du Mans et sur la bordure sud de la N 157, champ labouré juste avant le carrefour de La Halte et face au magasin BMC : une zone plus sombre apparaît dans le champ récemment labouré. On y trouve des scories assez nombreuses sur 30 m de profondeur par rapport au bord de la route. Ce sont des scories denses en cordons.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 149.b - Joué-en-Charnie - *Trompe-Sourie*
X : 409575 - **Y** : 2339153
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle A1 191 "Le petit Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 152/31 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 149.d - Joué-en-Charnie - *Le Petit Buisson*
X : 409678 - **Y** : 2338630
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 24, 26-29 "Le petit Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 152/31 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 149.e - Joué-en-Charnie - *Les Croisettes*
X : 409590 - **Y** : 2338293
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 86-87 "Le petit Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 152/31 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 149.f - Joué-en-Charnie - *La Butte*
X : 409629 - **Y** : 2338140
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D1 102 "Les Sornes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 152/31 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 149.g - Joué-en-Charnie - *Giroir*
X : 410285 - **Y** : 2338618
Précision de la localisation : mauvaise.
Indication : bibliographie.
Citation : "Dans les landes de Girouard ou Giroie et dans des champs de la Ferme des Bassetières, amas de scories antiques repérés au XIXe siècle." (BOUVET 2001a : 239)
Référence(s) : PESCHE 1829-1842 : II, 557, 638 ; CAUVIN 1834 : 62 ; 1837 : 302 ; LEDRU 1911 : 97 ; HÉDIN 1913-194 : 297 ; BOUVET 2001a : 239.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire ne connaît pas l'existence de scories autour de la ferme mais en déjà vu à Chemiré. Y aurait-il confusion dans le texte de Pesche avec le ferrier des landes ?
Site : non.

72 149.h - Joué-en-Charnie - *La Frippière*
X : 408808 - **Y** : 2337755
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Dans les landes de Girouard ou Giroie et dans des champs de la Ferme des Bassetières, amas de scories "antiques" repérés au XIXe siècle." (BOUVET 2001a : 239)
- Il n'y a pas de ferme des Bassetières à Joué mais un lieu-dit Les Bassières (section A2 du cadastre napoléonien) à présent disparu, proche de La Frippière.
Référence(s) : PESCHE 1829-1842 : II, 557, 638 ; CAUVIN 1834 : 62 ; 1837 : 302 ; LEDRU 1911 : 97 ; HÉDIN 1913-194 : 297 ; BOUVET 2001a : 239.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la ferme a été transformée en maison particulière. On ne voir rien aux alentours.
Site : non.

72 151 – JUIGNÉ-SUR-SARTHE

72 151.01 - Juigné-sur-Sarthe - *Les Bastardières 1*
X : 402032 - **Y** : 2322823
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (508).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site localisé au mois d'août prospecté pour déterminer les limites.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 45 m. ; **l**. : 45 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 506 m².
Description : ferrier arasé mais relief bien marqué (entre 50 cm et 1 m) avec terre très noire et scories denses en cordon abondantes. Nombreux fragments de tegulae.
Mobilier : céramique, tuiles à rebord.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 151.02 - Juigné-sur-Sarthe - *Les Bastardières 2*
X : 402051 - **Y** : 2322866
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (508).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site localisé au mois d'août prospecté pour déterminer les limites.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 393 m².
Description : ferrier totalement arasé sans relief conservé avec terre noire et scories denses en cordon assez abondantes.
Mobilier : tuiles à rebord.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 151.03 - Juigné-sur-Sarthe - *Asnerolles*
X : 405991 - **Y** : 2323017
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier repéré par M. Hubert lors des labours.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : terrain plat à la lisière est du Bois des Taillis. Scories nombreuses sur une quarantaine de mètre, bien denses en cordon et avec la trace d'un relief. A cet endroit précis on distingue bien sur Photoexploreur une sorte de tache ovale de 30 x 20 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 151.b - Juigné-sur-Sarthe - *La Ragotière*
X : 403440 - **Y** : 2324280
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1934).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : correspond à un dépôt d'anthracite.
Site : non.

72 151.c - Juigné-sur-Sarthe - *La Michellerie*
X : 402440 - **Y** : 2322750
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne (3x4 mm soit 75 à 100m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1313).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : RAS.
Site : non.

72 151.d - Juigné-sur-Sarthe - *La Couptière*
X : 401125 - **Y** : 2322795
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache brune sur photographie aérienne (2 mm de diamètre env. soit 50 m). Site métallurgique potentiel. 1996 FD 35-53 (1313).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le champ a été prospecté avec les propriétaires. la tache correspond à un trou humide qui a été comblé.
Site : non.

72 168 – LOUÉ

72 168.01 - Loué - *Le Mineray*
X : 413515 - **Y** : 2336324
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A5 1033-1035 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 170/28 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : l'indice correspond à un lotissement. Examen des abords des arbres sur le parking.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : découverte d'une scorie de réduction et de plusieurs fragments de minerai. Même si les vestiges sont minces, ils indiquent la proximité d'un site.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 184 – MAREIL-EN-CHAMPAGNE

72 184.01 - Mareil-en-Champagne - *La Grande Maison*
X : 410365 - **Y** : 2334253
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Cliché 2000 FD 72 (406). Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 75 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2945 m².
Description : ferrier arasé avec terre noire et relief perceptible mais scories assez rares et en cordons vacuolaires peu denses. Le mobilier pourrait indiquer l'existence d'un site moderne.
Mobilier : moellons, tuiles à crochet, briques, grès, céramique moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 184.b - Mareil-en-Champagne - *Le Haut Vaux*
X : 411188 - **Y** : 2333615
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 219-220 "Le Ferronnay de Vaux / de La Pillière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 186/21 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus et de l'entrée de la parcelle. RAS.
Site : non.

72 209 – MONTREUIL-LE-CHÉTIF

72 209.01 - Montreuil-le-Chétif - *Les Aumôneries*
X : 422695 - **Y** : 2362749
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle C3 568 "Le Champ des Sornes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- "A. Le Guicheux écrit que le territoire de la commune recèle de nombreuses traces d'exploitation du minerai de fer (dans les Landes de Bercons) et plusieurs ferriers volumineux aux Tuileries, près de Beauchêne et surtout aux Aumoneries." (BOUVET 2001a : 365)"
Référence(s) : ADS 3 P 211/71 (1848) ; LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93 ; BOUVET 2001a : 365.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite essentiellement dans les talus.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1885 m².
Description : ferrier arasé et coupé par le chemin. Les scories sont visibles dans le talus du chemin sur environ 1m d'épaisseur. Dans le pré, une butte surmontée d'arbre peut être le dernier témoignage du ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.02 - Montreuil-le-Chétif - *Le Minerai*
X : 422565 - **Y** : 2362103
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : Microtponymie ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence d'un étang.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence de quelques scories au bord d'un étang reprenant une ancienne minière.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.03 - Montreuil-le-Chétif - *Bernay*
X : 423880 - **Y** : 2361905
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : Remises en labour les terres à l'ouest de Bernay permettent la lecture de deux 'taches' sombres. En A, dans un rayon de 5 m exclusivement des tessons médiévaux (des bandeaux beiges micacés de type La Poterie de Fyé sous l'A 28) (...). En B que des scories de fer. Il serait tentant , vu leur très grande proximité de considérer A et B comme contemporain. " (NEVOUX 2001) ; Site SRA 72 209 005
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 628 m².
Description : le site n'a pas pu être prospecté à cause des cultures. Mais Michel Hubert signale deux taches noires de 20 m de diamètre accolées.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.04 - Montreuil-le-Chétif - *Champ Fouteau*
X : 423053 - **Y** : 2360790
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le ferrier déjà prospecté. Deuxième passage pour vérifier l'extension du site et rechercher du matériel.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 942 m².
Description : le ferrier a été très perturbé par les récupérations et le passage de la route qui coupe le site. Il ne reste plus que deux buttes de scories et un épandage qui se poursuit dans les fossés bordiers de chaque côté de la route.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.05 - Montreuil-le-Chétif - *Tertre (503)*
X : 424140 - **Y** : 2361320
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle forestière nommé Minerai sur le plan fournie par M. Mege. Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : Microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 100 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1570 m².
Description : ferrier placé entre le chemin actuel et le ruisseau (env. 20 m) et étalé le long du ruisseau sur environ 100 m. On peut supposer la présence d'au moins deux amas initiaux dont le contour est cependant difficile à établir. La hauteur conservée est relativement modeste : 2 m au maximum. Le ferrier a-t-il été récupéré ?
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.06 - Montreuil-le-Chétif - *Beauchêne 1*
X : 424012 - **Y** : 2362779
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A. Le Guicheux écrit que le territoire de la commune recèle de nombreuses traces d'exploitation du minerai de fer (dans les Landes de Bercons) et plusieurs ferriers volumineux aux Tuileries, près de Beauchêne et surtout aux Aumoneries." (BOUVET 2001a : 365)
Référence(s) : LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93 ; BOUVET 2001a : 365.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de deux ferriers d'une stèle de l'Âge du Fer, d'un polissoir de haches polies et d'un bloc lié à la canalisation d'une source.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : ferrier arasé couvert d'herbage. De nombreuses plaques de scories à cordons pluridécimétriques sont visibles en surface et dans les murets et tas d'épierrement aux alentours.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.07 - Montreuil-le-Chétif - *Beauchêne 2*
X : 424023 - **Y** : 2362904
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A. Le Guicheux écrit que le territoire de la commune recèle de nombreuses traces d'exploitation du minerai de fer (dans les Landes de Bercons) et plusieurs ferriers volumineux aux Tuileries, près de Beauchêne et surtout aux Aumoneries." (BOUVET 2001a : 365)
Référence(s) : LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93 ; BOUVET 2001a : 365.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de deux ferriers d'une stèle de l'Âge du Fer, d'un polissoir de haches polies et d'un bloc lié à la canalisation d'une source.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 60 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2827 m².
Description : ferrier arasé conservé sous des herbages. Très proches d'une source anciennement captée comme en témoigne un blocs de grès percé en son centre d'un orifice d'environ 20 cm de diamètre.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.08 - Montreuil-le-Chétif - *Les Tuileries*
X : 425008 - **Y** : 2361328
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A. Le Guicheux écrit que le territoire de la commune recèle de nombreuses traces d'exploitation du minerai de fer (dans les Landes de Bercons) et plusieurs ferriers volumineux aux Tuileries, près de Beauchêne et surtout aux Aumoneries." (BOUVET 2001a : 365)
Référence(s) : LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93 ; BOUVET 2001a : 365.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : rencontre avec l'un des propriétaires des maisons du hameau.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le propriétaire nous indique la découverte sporadique de petites pierres noires "comme lustrées" sonnant métalliques dans son jardin.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.09 - Montreuil-le-Chétif - *Le Chêne Morand*
X : 422641 - **Y** : 2361104
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C1 401-402 "Champ des Sornes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 211/71 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 90 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 353 4 m².
Description : le ferrier en grande partie dans un taillis privé à la lisière de la forêt. On peut voir deux buttes couvertes d'arbres. La plus importante mesure environ 30 x 15 m sur une hauteur de 3 m. Les scories sont étalées sur environ 1/2 ha. Le site se poursuit dans la forêt jusqu'au bord d'un petit ruisseau. On a découvert ici des massifs de scories et de paroi pouvant correspondre à l'emplacement d'un four.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 209.10 - Montreuil-le-Chétif - *La Coulée du Gué*
X : 422615 - **Y** : 2361559
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C1 109 "Champ des Sornes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 211/71 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le parcellaire a beaucoup évolué. Il est difficile de repérer l'emprise de la parcelle portant le toponyme. De plus, la visibilité est nulle.
Site : oui.
Conservation du site : isolée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence d'une scorie piégée déposée en bord du champ. Le bloc mesure environ 50 cm de diamètre et il est conservé sur 20 cm de haut. Sa forme est caractéristique, avec la présence d'un petit bourrelé sur la partie supérieure.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : protohistorique.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 209.f - Montreuil-le-Chétif - *La Croix des Bercons*
X : 426130 - **Y** : 2361165
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (151).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu avec le propriétaire, il ne connaît pas les scories. Les travaux encours à proximité de l'indice montre une terre rouge très sableuse. Pas de scorie.
Site : non.

72 209.i - Montreuil-le-Chétif - *La Corbellière*
X : 424089 - **Y** : 2365179
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A4 916-918 "Le Pâtis Ferré", "Le petit Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 211/71 (1848).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 209.l - Montreuil-le-Chétif - *Le Grand Bercon*
X : 426420 - **Y** : 2361 940
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 546-548 "Le Grand Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 211/71 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de blocs de minerai parfois décimétriques dans la parcelle portant le toponyme. aucune scorie.
Site : non.

72 209.m - Montreuil-le-Chétif - *La Forge Picher*
X : 424524 - **Y** : 2363574
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : M. Hédin indique un amas de scores au lieu-dit La Forge Picher.
Référence(s) : HEDIN 1913-1914 : 295.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 209.n - Montreuil-le-Chétif - *La Reprise*
X : 424708 - **Y** : 2361574
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : M. Hédin indique un amas de scories au lieu-dit La Reprise. Ce lieu-dit n'existe plus mais apparaît sur le cadastre napoléonien.
Référence(s) : HEDIN 1913-1914 : 295.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 211 – MONT-SAINT-JEAN

72 211.01 - Mont-Saint-Jean - *La Ferrière*
X : 419835 - **Y** : 2362810
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B4 1245-1247, 1250 ; B10 2067-2083, 2090 "La Ferrière", lieu-dit habité. Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel. - Plusieurs ensembles ont été distingués par M. Hubert.
Référence(s) : Microtoponymie ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans les talus.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 300 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 23564 m².
Description : des scories ont été repérées par Michel Hubert entre le ruisseau et le bâtiment à l'est du hameau. Dans le lieu-dit, les scories apparaissent dispersées dans les talus, les cours de ferme et les jardins. On en trouve jusqu'au bord de la route. On peut supposer la présence d'un ferrier assez important qui a été détruit par les constructions.
Mobilier : 2 tessons de grès (XVI e s. ou plus).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.02 - Mont-Saint-Jean - *Le Saut du Cerf (108)*
X : 421193 - **Y** : 2361992
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : carte BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 48. Ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : BELHOSTE, ROBINEAU 2003 : 48.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ferrier déjà prospecté le 24/03/2004. Nouvelle visite pour déterminer les dimensions du site et chercher du matériel.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 130 m. ; **l**. : 90 m. ; **h**. : 4 m. ; **S**. : 10602 m².
Description : ferrier composé de plusieurs tas juxtaposés situé au fond d'un talweg. Deux ruisseaux encadrent le site. L'un d'eux a profondément entaillé l'amas principale créant une coupe de 2 à 4 m de hauteur sur près de 12 m de longueur. Le sommet des amas est constitué exclusivement de scories en plaquettes mais des plaques de scorie à cordons ont été repérées au fond du ruisseau.
Mobilier : un tesson de céramique commune gallo-romaine (Haut-Empire) trouvé dans le ruisseau en aval du site.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.03 - Mont-Saint-Jean - *Roullée*
X : 421168 - **Y** : 2363065
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : Pendant l'été 1844, des travaux de défrichage entrepris dans deux prés des domaines de Roullé et de la Celle amenèrent à la découverte de murs en petit appareil. Le vicomte de Dreux-Brezé, propriétaire de domaine de Roullé, fit mettre au jour le 13 septembre 1844, avec la collaboration d'E. Hucher, les vestiges d'une construction rectangulaire (long. 17 m ; larg. 11, 50), dans la quelle on reconnut trois pièces desservies par une galerie. L'une d'entre elles, munie d'une abside semi-circulaire, était richement décorée : le sol était constitué d'une mosaïque polychrome et des fresques ornaient les murs. (...)" (BOUVET 2001a : 366-367)
Le site est connu sous le nom de "villa" de Roullée même si rien ne permet d'affirmer qu'il s'agit bien d'une exploitation agricole de ce statut.
Référence(s) : Voir bibliographie in extenso dans BOUVET 2001a : 366-367.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la "villa" est sous un pré. Le propriétaire affirme que lors du dernier labour effectué par son père, la charrue remontait des tuiles entières.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : des scories de réduction ont été localisées par Michel Hubert en bordure de forêt. Nous avons constaté que le ruisseau en charrie quelques unes provenant probablement du site du Saut du Serf. Il est difficile dans ce cas de dire si les scories sont liées à l'occupation de la "villa" ou non.
Mobilier : le site correspond à bâtiment gallo-romain.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 211.04 - Mont-Saint-Jean - *Le Jouteau (133)*
X : 418193 - **Y** : 2360585
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert grâce aux informations de M. Mege.
Référence(s) : B. Mege, agent ONF.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté pour déterminer sa taille et rechercher du mobilier.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 120 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 6597 m².
Description : ferrier très endommagé par l'extraction récente de scories pour la route toute proche. L'amas devait mesuré 3 m de hauteur maximale dans son état initiale. Relief très chaotique, mais coupe conservé sur plus de 2 m de hauteur avec terre très noire. Deux ruisseaux encadrent le site.
Mobilier : un fragment d'amphore IIe s. (Gauloise 4) et un tesson de céramique commune Haut-Empire.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 211.05 - Mont-Saint-Jean - *La Milleterie (127)*
X : 418965 - **Y** : 2360900
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : amas de scories bouleversé par les travaux forestiers il y a environ 25 ans.
Référence(s) : M. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier très perturbé par les travaux forestiers liés à l'installation de résineux sur la parcelle. Il reste quelques buttes de 2 m de hauteur. Le site occupe une surface d'environ 30 x 40 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.06 - Mont-Saint-Jean - *La Fontaine d'Enfer (114)*
X : 420568 - **Y** : 2361315
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : site à scories indiqué par M. Mege, agent ONF.
Référence(s) : M. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site en partie récupéré.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 130 m. ; **l**. : 140 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 14294 m².
Description : ferrier très endommagé par la récupération des scories. La hauteur moyenne des buttes restantes est d'environ 2 m. Plusieurs coupes sont accessibles. Le ferrier est appuyé sur la pente d'un léger talweg qu'empreinte ensuite un ruisseau. Il ne se poursuit pas sur l'autre versant.
Mobilier : 5 tessons de céramique commune claire Haut-Empire.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 211.07 - Mont-Saint-Jean - *La Jument Blanche (429)*
X : 418228 - **Y** : 2359558
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : M. Mege a indiqué que la parcelle pouvait contenir un ferrier.
Référence(s) : M. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les parcelles 428, 429 et 430 ont été prospectées de façon systématique.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 4 m. ; **S**. : 1060 m².
Description : le ferrier se compose de deux petits tas (10 x 15 m) situés en sommet de pente dont un a fait l'objet de récupération et d'un gros amas (45 x 30 m) appuyé sur la pente et formant un promontoire dominant de 7 m environ un ruisseau. Le grand ferrier est séparé des deux autres par un fossé qui coupe le site.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.08 - Mont-Saint-Jean - *Vieilles Ornières (406) 1*
X : 421285 - **Y** : 2360730
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier indiqué par B. Mege, agent ONF.
Référence(s) : B. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 30 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 3 m. ; **S**. : 589 m².
Description : ferrier de forme déversé dans la pente dominant le ruisseau de Roulée d'environ 5 m. Présence d'une excavation de 2 x 4 m sur 2 m de profondeur.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.09 - Mont-Saint-Jean - *Vieilles Ornières (406) 2*
X : 421203 - **Y** : 2360685
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier indiqué par B. Mege, agent ONF.
Référence(s) : B. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 35 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 687 m².
Description : ferrier entièrement excavé pour récupérer les scories. Seul subsiste un cratère ovale de 25 x 35 m avec des talus de 2 à 3 m de hauteur. Un petit amas surmonté d'une charbonnière situé à moins de 15 m peut lui être associé. Le ferrier borde immédiatement le ruisseau mais ne semble pas se poursuivre de l'autre côté.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.10 - Mont-Saint-Jean - *Vieilles Ornières (406) 3*
X : 421293 - **Y** : 2360748
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : ferrier indiqué par B. Mege, agent ONF.
Référence(s) : B. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 15 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 118 m².
Description : ferrier disposé dans la pente. On note la présence de gros blocs de scories à cordons épatés, de paroi et de terre rubéfiée vers le haut de la pente : présence d'un four ? C'est à cet endroit qu'a été trouvé la tuile.
Mobilier : tegula ?
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.11 - Mont-Saint-Jean - *Courtil Minot (410) 1*
X : 420540 - **Y** : 2360460
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40 m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 1413 m².
Description : ferrier pseudo-circulaire placé le long du ruisseau de Roullée. Le site a été fortement perturbé par les récupérations. Les chicots qui demeurent mesurent entre 1 et 2 m de haut. La densité de scories est moyenne.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.12 - Mont-Saint-Jean - *Courtil Minot (410) 2*
X : 420565 - **Y** : 2360513
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40 m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 45 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier composé de plusieurs tas alignés. Le site a subi des récupérations dans plusieurs point laissant des "cratères" d'environ 2 m de profondeur. A noter la présence d'important fragment de paroi de fourneau.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.13 - Mont-Saint-Jean - *Courtil Minot (410) 3*
X : 420590 - **Y** : 2360492
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40 m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 15 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 176 m².
Description : ferrier circulaire intact de 15 m de diamètre environ pour 3 m de haut. L'amas est au bord du ruisseau et il est composé quasi exclusivement de grands fragments de scories à cordons plus ou moins épatés.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.14 - Mont-Saint-Jean - *Le Débat (134)*
X : 418013 - **Y** : 2360268
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1,5 m. ; **S**. : 628 m².
Description : ferrier probablement constitué de deux tas initiaux de 20 m de diamètre. L'un d'eux a entièrement été récupéré et il n'existe pas de limites claires entre les deux amas.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.15 - Mont-Saint-Jean - *La Fontaine à Bry 2*
X : 420910 - **Y** : 2361005
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : sur une surface d'environ 2000 m2 on peut observer d'anciennes excavations mesurant entre 2 et 4 m de diamètre et pouvant atteindre 2 m de profondeur. La présence de minerai dans les déblais indique son exploitation.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.16 - Mont-Saint-Jean - *Les Vieilles Ornières 4*
X : 421005 - **Y** : 2361033
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : anciennes minières creusées dans des niveaux d'argiles à minerai de fer. La présence de stérile de minerai dans les déblais confirme l'extraction de minerai ici.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 211.17 - Mont-Saint-Jean - *Le Bignon (133)*
X : 418338 - **Y** : 2360455
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : Bertin Mege, agent ONF, indique un ferrier dans la parcelle 133 repéré lors d'un martelage.
Référence(s) : B. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 35 m. ; **l**. : 35 m. ; **h**. : 2,5 m. ; **S**. : 962 m².
Description : ferrier circulaire d'environ 35m de diamètre environ entamé sur deux points par des récupérations (probablement pour la construction de la ligne noire).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

2211.k - Mont-Saint-Jean - *Le Grand Mesnil*
X : 414753 - **Y** : 2365400
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (94).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité quasi nulle.
Site : non.

72 211.l - Mont-Saint-Jean - *La Juillardière*
X : 417495 - **Y** : 2366715
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 988, 990 "Le Grand Ferreux", "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 214/51 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection dans un rayon de 200 m autour du point noté, pas de scorie mais beaucoup de schistes et du granit (?) blanc.
Site : non.

72 211.m - Mont-Saint-Jean - *La Minerie*
X : 418440 - **Y** : 2366113
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 1126-1135 "La Minerie". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 214/51 (1834).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 211.n - Mont-Saint-Jean - *Le Petit Ferré*
X : 421430 - **Y** : 2364370
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : lieu-dit habité "Le petit Ferré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 212 – MOULINS-LE-CARBONNEL

72 212.01 - Moulins-le-Carbonnel - *La Louverie*
X : 425093 - **Y** : 2376885
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : Michel Hubert indique la présence d'un site à scories.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Michel Hubert indique des scories dispersées de part et d'autre de la route sur 100m avant d'arrivée à La Louverie en venant de Moulins (D200). Il ne s'agit apparemment pas d'une concentration, mais cela pourrait indiqué la proximité d'un ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 212.02 - Moulins-le-Carbonnel - *Le Minerai 2*
X : 424628 - **Y** : 2377115
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D2 225-231, 560-571 "Le Mineray", lieu-dut habité. Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : Microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 942 m².
Description : les scories sont dispersés sur environ 30 x 40 m dans la pente. Michel Hubert indique la présence d'une tache noire lors des labours. La différence de couleur n'est pas perceptible lors de la vérification. Ce n'est pas un ferrier.
Mobilier : abondant mobilier médiéval et moderne.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 212.03 - Moulins-le-Carbonnel - *Le Clos du Bourg*
X : 425005 - **Y** : 2376905
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Persistance depuis 1999 d'une structure curviligne avec 'rond' central. Au sol minerai de fer va de pair avec le lieu-dit 'Le Minerai' moins de 500m au nord-est plus haut. (...) On observe au sol que de très rares scories près de la route actuelle." (NEVOUX 2004) Site SRA 72 011 0002.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : les résidus décrits proviennent probablement d'un site de réduction directe. Rien ne permet cependant d'associer ces vestiges à l'enclos.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 212.04 - Moulins-le-Carbonnel - *La Freulonnière*
X : 425433 - **Y** : 2375921
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Petit enclos quadrangulaire carré avec fosse (ou mare vu le talweg) comblée. L'intérêt réside aussi dans l'importance (...) de la concentration de scories de fer de forte densité avec même quelques petits fragments de tuiles mal cuites de types gallo-romain." (NEVOUX 2004) Site SRA 72 212 0001.
Référence(s) : SRA Pays de la Loire.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : Il s'agit ici très probablement de scories de réduction. Elles indiquent la proximité d'une site de réduction directe. Le lien avec l'enclos n'est toutefois pas assuré.
Mobilier : tuiles romaines.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

772 212.c - Moulins-le-Carbonnel - *Les Minerais*
X : 425168 - **Y** : 2375525
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 226-231, 235, 279-284 "Le Minerai", lieu-dit habité. Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : microtoponymie.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : on voit de la route le relief chaotique bu Bois des Minerais. Il s'agit sans aucun doute de minière de date inconnue.
Site : non.

72 216 – NEUVILLALAIS

72 216.a - Neuvillalais - *Le Bourg*
X : 425936 - **Y** : 2353340
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 547 "Champ Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 219/32 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : accès par le passage à côté de la Poste. Vu avec un agriculteur, il n'a jamais vu de scories. Dans les jardins, la visibilité est mauvaise mais la terre n'est pas noire. Dans les talus on trouve du calcaire mais dans les tas d'épierrement on trouve du grè
Site : non.

72 234 – PEZÉ-LE-ROBERT

72 234.01 - Pezé-le-Robert - *La Grifferie*
X : 423420 - **Y** : 2358503
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : scories dispersées localisées par Michel Hubert. Non retrouvées lors de la vérification.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.02 - Pezé-le-Robert - *Fontaine à Bry (525)*
X : 421095 - **Y** : 2360060
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : M. Mege indique la présence d'un ferrier.
Référence(s) : B. Mege, agent ONF.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ferrier prospecté deux fois pour déterminer la taille du site et chercher du mobilier datant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 4 m. ; **S**. : 2513 m².
Description : ferrier étalé dans la pente, surplombant le ruisseau d'une douzaine de mètres. Hauteur estimée du tas : 4 à 6 m au maximum. Parfaitement conservé.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.03 - Pezé-le-Robert - *Le Pas au Chat (513) 1*
X : 423070 - **Y** : 2360265
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : E. Jaffrot.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : ferrier trouvé dans la parcelle voisine de celle prospectée (116).
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 315 m².
Description : ferrier circulaire de petites dimensions apparemment bien conservé. Hauteur maximale de 1,5 à 2 m. Scories en cordons massifs et épatés et quelques plaquettes.
Mobilier : néant
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.04 - Pezé-le-Robert - *Le Pas au Chat (513) 2*
X : 423090 - **Y** : 2360660
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site découvert lors de la prospection du site du Champ Fouteau situé de l'autre côté du ruisseau du Pas du Chat.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2199 m².
Description : le ferrier a été fortement perturbé par le creusement du chemin forestier et par le passage d'engins forestiers. Les scories se retrouvent dans le chemin, dans le talus qui borde le chemin du côté du ruisseau. On peut voir un cratère de récupération le long du chemin. Il est difficile de définir l'emprise du site d'origine.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.05 - Pezé-le-Robert - *Roche Brune 1*
X : 421772 - **Y** : 2360199
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40 m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 4 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : ferrier bien conservé en bord de ruisseau. L'amas étalé dans la pente forme une plateforme artificielle dominant de 5 m le ruisseau. A proximité immédiate de l'amas principal quatre petits tas ont été localisés (de 2 à 5 m de diamètre et de moins de 2 m de haut). Le site a fait l'objet d'une fouille en 2006 et 2007.
Mobilier : céramiques 40-170, verre, objets en fer.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 234.06 - Pezé-le-Robert - *Courteille*
X : 423165 - **Y** : 2358155
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B1 167-169, 173 "La Merde Fer", "La Merde de Fer". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 237/13 (1837).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le parcellaire a beaucoup changé, toutes les parcelles sont maintenant réunies.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1571 m².
Description : ferrier fortement arasé mais avec un relief encore perceptible. Les scories sont étalées dans le sens des labours sur près d'1 ha mais la concentration fait environ 30 x 40 m. La densité de scories est assez forte au sommet, la terre est plus noire. A noter la présence de blocs décimétriques et de scories de post-réduction.
Mobilier : un tesson de céramique commune claire moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.07 - Pezé-le-Robert - *Tertre Vert*
X : 424132 - **Y** : 2360207
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des ruisseaux de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection le long du ruisseau du Pas du Chat.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 3 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : ferrier constitué de plusieurs tas juxtaposé sur environ 70x50m. Le tas principal mesure 30x25m et atteint une hauteur maximale d'environ 3m. Scories en plaquettes. Le site est coupé par le ruisseau du Pas du Chat.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 234.08 - Pezé-le-Robert - *Roche Brune 2*
X : 421772 - **Y** : 2360199
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : campagne de prospection le long des cours d'eau de la forêt de Sillé.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection sur 40 m de part et d'autre du ruisseau.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 8 m. ; **l**. : 7 m. ; **h**. : 0,5m. ; **S**. : 44 m².
Description : ce petit ferrier a été mis au jour lors du décapage extensif de la seconde campagne de fouille sur le site de Roche Brune. Il est la marque d'une réoccupation du site au Bas Moyen Âge c'est pourquoi il fait l'objet d'une fiche séparée.
Mobilier : céramiques XIV-XVe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : Bas Moyen Âge.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 239 – POILLÉ-SUR-VÈGRE

72 239.01 - Poillé-sur-Vègre - *Sablonnay*
X : 404680 - **Y** : 2328073
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : sites à scories signalé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : site à scories signalé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : site lié à la métallurgie du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 239.02 - Poillé-sur-Vègre - *Auduron*
X : 404079 - **Y** : 2328254
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "On trouve fréquemment des amas de scories : le Bas Toussaint à Auvers-le-Hamon, Auduron à Poillé-sur-Vègre, la Noé Bisseul à Avessé" (CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27)
Référence(s) : CLÉMENT, CHANTRAINE, LIMASSET 1987 : 27.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : passage à la ferme pour demander si d'autres sites sont connus. Personne n'a pu nous renseigner.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : le ferrier est totalement arasé, la couleur noire de la terre est atténuée et les scories sont assez dispersées. On peut toutefois enregistrer ici un site de réduction directe du fer.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 239.03 - Poillé-sur-Vègre - *Bois Dauphin*
X : 404730 - **Y** : 2325870
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1237) ; 2001 FD 35-53 (1934).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert. A revoir après récolte.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 100 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 7854 m².
Description : en bordure du sentier qui traverse la parcelle de blé, forte concentration de scories denses en cordon (gros blocs) et plaquettes (?), sur 100 m environ. Gros ferrier à revoir après récolte. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 239.04 - Poillé-sur-Vègre - *La Noë Nive*
X : 404731 - **Y** : 2327385
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire dans l'angle de la parcelle (env. 75 m). 1992 F161 9-1719 (20). site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen de l'entré du champ et des fossés bordiers.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : petits fragments de scories (en cordons ?) à l'entrée du champs et dans les fossés. On peut supposer la présence d'un ferrier dans la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 239.d - Poillé-sur-Vègre - *La Touche des Marais*
X : 406363 - **Y** : 2329178
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C1 16-17 "La petite Ferrière", "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 242/50 (1829).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 255 – ROUESSÉ-VASSÉ

72 255.a - Rouessé-Vassé - *La Grande Mare*
X : 408456 - **Y** : 2352841
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D3 880-885 "Le Minerai", "La Fervrière du Haut", "La Fevrière du Bas". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 259/20 (1834).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les parcelles portant le toponymes ne présentent aucune trace d'excavation, pas de minerai ni de scorie. Par contre, dans les parcelles au nord (sur la commune de Voutré) on peut voir deux dépressions bien marquées d'environ 30m de diamètre. la terre y es
Site : non.

72 256 – ROUEZ

72 256.01 - Rouez - *La Croix Pichon*
X : 418910 - **Y** : 2351464
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au lieu-dit LA Croix Pichon, on a reconnu lors de l'exploitation à ciel ouvert (recherche d'or), entre 1989 et 1992, une ancienne exploitation du fer, par puits verticaux d'extraction parfois avec galeries. Même si la modernité de l'extraction ne fait aucun doute, une datation 14C effectuée sur des boisages d'étaiement (Laboratoire de géochimie Isotopyque d'Orsay) a donné une date calibrée de 18 à 447 ap. J.-C. (Laboratoire de datation par le radiocarbone de Lyon I) proposant ainsi une exploitation à l'époque gallo-romaine. Notons qu'outre le fer le gisement métallifère est composée de plomb, de zinc, de cuivre, d'argent et d'or. Par ailleurs des zones à scories sont signalées dans ce même lieu". (BOUVET 2001a : 408)
Référence(s) : GUIOLARD 1993 : 31-32 ; BOUVET 2001a : 408.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : indéterminée.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : je ne partage pas le point de vue de J.-P. Bouvet sur la "modernité" évidente de cette exploitation. Le chapeau de fer de Rouez est constitué d'une remontée hydro-volcanique riche en sulfure de fer, qui, au contact de l'atmosphère, a été oxydée produisant des hématites. L'exploitation de ce type de gisement est bien connue à l'époque romaine notamment en Montagne Noire (Aude). De plus la présence de bois d'étaiement est très rare dans les puits d'extraction moderne et contemporain (cf. fouilles A28). L'attribution de ces vestiges à l'époque romaine nous paraît donc tout à fait pertinente.
Mobilier : néant.
Interprétation : site d'extraction de minerai de fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : bonne.

72 256.a - Rouez - *La Chapelle*
X : 4153 39 - **Y** : 2352063
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 542 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 260/45 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la ferme repose sur un affleurement de schiste. Le propriétaire ne connaît pas les scories, et indique une parcelle Perrière où l'on a exploité anciennement le schiste pour en faire des ardoises. la confusion entre perrière et ferrière et probable.
Site : non.

72 261 – RUILLÉ-EN-CHAMPAGNE

72 261 .01 - Ruillé-en-Champagne - *La Simonière*
X : 412695 - **Y** : 2342492
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire circulaire en bordure de la parcelle visible sur photographie aérienne (2 mm de diamètre soit 50 m). 1990 FD 53-61-72 (1397) ; 1996 FD 35-53 (1315). site sidérurgique potentiel
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1571 m².
Description : parcelle en chaume de maïs, visibilité mauvaise. Le relief est bien perceptible. Scories en plaquettes bien concentrées sur 50 x 40 m (étalées dans le sens des labours). Terre noire. A revoir après labour.
Mobilier : un fragment de tuile à crochet.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 266 – SAINT-AUBIN-DE-LOCQUENAY

72 266.a - Saint-Aubin-de-Locquenay - *La Ferme du Chapeau*
X : 427985 - **Y** : 2363845
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Dans un champ de la Ferme du Chapeau, existeraient d'anciennes mines de fer : LEDRU 1911 : 242." (BOUVET 2001a : 410).
Référence(s) : LEDRU 1911 : 242 ; BOUVET 2001a : 410.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 266.b - Saint-Aubin-de-Locquenay - *Bois Après*
X : 426260 - **Y** : 2362378
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles E4 893-894 "Le petit Mineray", "Le Grand Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 270/69 (1848).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 266.c - Saint-Aubin-de-Locquenay - *La Vallée du Puits*
X : 426666 - **Y** : 2362190
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D3 682 "La Pâture du Mineret". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 270/69 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la terre est très rouge et l'on trouve des blocs de grés ferrugineux ainsi que du minerai sous forme de nodules et quelques scories. Dans le bosquet au carrefour, des minières sont encore visibles.
Site : non.

72 266.d - Saint-Aubin-de-Locquenay - *Le Rocher*
X : 428066 - **Y** : 2364926
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 113-115 "Le Champ des Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 270/69 (1848).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 273 – SAINT-CHRISTOPHE-DU-JAMBET

72 273.01 - Saint-Christophe-du-Jambet - *La Fontaine-Saint-Père*
X : 427386 - **Y** : 2361259
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par Michel Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans les talus.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : des scories ont été repérées dans les talus. Le sol a été très chahuté par l'exploitation du grès roussard et du minerai.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 273.b - Saint-Christophe-du-Jambet - *La Grande Bruyère*
X : 427885 - **Y** : 2361450
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 429-430 "Le Champ de La Ferrière", "le Pré de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 276/19 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence d'un cheval dans la parcelle. la prospection s'est limitée au talus autour de la parcelle. Présence de blocs de grés roussard. Pas de scorie.
Site : non.

72 273.c - Saint-Christophe-du-Jambet - *La Mare à Feu*
X : 427725 - **Y** : 2361263
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A1 444-445 "Le Champ de La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 276/19 (1839).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : pré avec visibilité nulle. Observation des talus et des tas d'épierrement. Présence de gros blocs de grés roussard. Pas de scorie.
Site : non.

72 278 – SAINT-DENIS-D'ORQUES

72 278.01 - Saint-Denis-d'Orques - *La Moutelière*
X : 400602 - **Y** : 2341896
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles A4 517, 519-520 "Le Grand Clos Feré", "Le Petit Clos Feré". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : champ déchaumé.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 157 m².
Description : dispersion de scories en bord de chemin et dans la parcelle, certains blocs atteignent le décimètre. La terre est trop sèche pour percevoir une différence de couleur.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.02 - Saint-Denis-d'Orques - *La Petite Buchetière*
X : 402344 - **Y** : 2341498
Précision de la localisation : bonne.
Indication : information orale.
Citation : M. Davis de la ferme des Vaunais indique la découverte de gros blocs de scories dans le secteur.
Référence(s) : M. Davis.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence de scories coulées en cordon dans la parcelle. Ces scories pourraient provenir du site proche de la Buchetière (72 278.26).
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.03 - Saint-Denis-d'Orques - *Chatigné*
X : 403671 - **Y** : 2338294
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle D 544 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833). ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : champ juste moissonné.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : concentration de scories. La terre est trop sèche pour percevoir des nuances de couleur mais la présence de blocs assez importante laisse pas de doute quant à l'existence ici d'un atelier de réduction directe.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.04 - Saint-Denis-d'Orques - *La Guittière - Le Minerai*
X : 404002 - **Y** : 2342174
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles B1 68-71, 77-78, 85, 87, 88 et A1 19-26 "Le Minerai", "Le Petit Minerai", lieu-dit habité. Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite dans des excavations faites par l'agriculteurs pour récupérer les "sornes".
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 150 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 3 m. ; **S**. : 11781 m².
Description : plusieurs ferriers sont présents sous la prairie à proximité de la ferme. Deux ont fait l'objet d'excavation pour récupérer les scories. Dans l'extraction principale on peut observé une coupe de près de trois mètres de haut révélant la présence quasi exclusive de scories en plaquette. Dans une autre excavations ont été observés de très gros blocs de scories de fond de four accompagnés de nombreux fragments de tuyère. Le tout est pris dans une masse de scories en plaquettes.
Mobilier : une lèvre de mortier gallo-romain découvert dans la coupe du ferrier.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 278.05 - Saint-Denis-d'Orques - *Forêt des Chartreux 1*
X : 404486 - **Y** : 2341322
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 160 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 10053 m².
Description : ferrier en élévation percé sur toute sa longueur par des tranchées de récupérations. L'amas devait atteindre 5 m dans sa hauteur maximale, il est à présent réduit de moitié. Présence quasi exclusive de scories en plaquette. On peut noter la présence de très important fragment de paroi (environ 35 cm).
Mobilier : un tesson de céramique commune claire.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.06 - Saint-Denis-d'Orques - *Les Ferrettes*
X : 406599 - **Y** : 2341964
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle B6 1292 "Lande des Ferrettes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : ferrier très dense d'une cinquantaine de mètres de diamètre percé en son centre d'un cratère de récupération de 20 m de diamètre et 1 m de profondeur. Paroi très abondantes.
Mobilier : matériel moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.07 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Bouleau - Valifer*
X : 408005 - **Y** : 2340182
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 20 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 315 m².
Description : petit ferrier localisé par M. Hubert, actuellement sous les herbages. La présence d'un site ne fait pas de doute.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.08 - Saint-Denis-d'Orques - *Tournebride*
X : 404288 - **Y** : 2339681
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle D 11 "Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Hubert a repéré dans la parcelle des scories dispersées lors d'un labour partiel. La parcelle est actuellement en herbage. La visibilité est nulle mais la proximité d'un ferrier ne peut être exclue.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.09 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 1*
X : 404998 - **Y** : 2339503
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)"
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 100 m. ; **l**. : 60 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 4712 m².
Description : le site correspond à une tache noire assez diffuse. Le ferrier a été très étalé par les labours intensifs. La densité est moyenne mais correspond bien à un site.
Mobilier : 1 sigillée, céramique commune claire moderne (XVII e s.).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 278.10 - Saint-Denis-d'Orques - *Bresteau*
X : 404215 - **Y** : 2338786
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelle "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories coulées à l'angle de la parcelle.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.11 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Creux*
X : 405935 - **Y** : 2338760
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, repéré par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : 1996 FD 35-53 (1172) ; 2001 FD 35-53 (1928).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 2749 m².
Description : le ferrier est coupé par la route. On voit dans le talus une coupe de près d'1,5m de haut. Un léger relief est perceptible. Le soleil rasant est la végétation empêche une recherche du mobilier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.12 - Saint-Denis-d'Orques - *La Cour*
X : 405885 - **Y** : 2338563
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, repéré par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : 2001 FD 35-53 (1928).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des bords de champ.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : le site se présente sous la forme d'une concentration de scories avec une terre plus foncée. La densité de scories est assez faible. On peut noter l'abondance de céramique médiévale et moderne : présence d'un atelier de production sur place ?
Mobilier : TCA modernes.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.13 - Saint-Denis-d'Orques - *La Touche 1*
X : 405627 - **Y** : 2338114
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, repéré par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : 1990 FD 53-61-72 (1345) ; 2001 FD 35-53 (1928).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 491 m².
Description : deux petites concentrations sans relief conservé. Les nuances de couleur sont discrètes. La zone la plus proche de la route n'a pas été retenue.
Mobilier : céramique moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.14 - Saint-Denis-d'Orques - *Forêt des Chartreux 2*
X : 404503 - **Y** : 2341264
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier conservé sur environ 2 m de hauteur, percé sur deux tiers de sa surface par une extraction. Amas entièrement constitué de plaques des scories denses coulées à cordons.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.15 - Saint-Denis-d'Orques - *Forêt des Chartreux 3*
X : 404542 - **Y** : 2341280
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : ferrier localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 2,5 m. ; **S**. : 491 m².
Description : ferrier conservé sur environ 2,5 m, percé sur deux tiers de sa surface par une extraction circulaire laissant apparaître une coupe.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.16 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Parc*
X : 403991 - **Y** : 2340476
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : le site, repéré par M. Hubert, est visible sur photographie aérienne : 1996 FD 35-53 (1174).
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : champ déchaumé.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 80 m. ; **l**. : 65 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 4084 m².
Description : ferrier assez important avec terre plus noire et relief conservé sur environ 1 m.
Mobilier : 1 fond Gauloise 4, 1 bord céramique commune gallo-romaine, 1 imbrex ?, 3 formes en pseudo-grès XVII-XVIIIe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 278.17 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 2*
X : 404856 - **Y** : 2339524
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)" **Référence(s)** : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 65 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 153 1 m².
Description : distinct du site 1, le ferrier est placé en bas de pente et correspond à une tache noire avec une très forte densité de scories.
Mobilier : tuiles modernes, drain en céramique, tuyau en plastique.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.18 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 3*
X : 404982 - **Y** : 233961 9
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)"
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 353 m².
Description : ferrier très étalé par les labours sans réel relief mais avec une tache noire bien marquée. La densité de scories est moyenne mais significative.
Mobilier : 2 tessons modernes, 1 TCA indéterminée, 1 tesson indéterminé.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.19 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 4*
X : 404974 - **Y** : 2339766
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)"
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier placé dans la pente avec une tache noire qui s'étend jusqu'au fond du talweg. La densité de scories est moyenne mais significative.
Mobilier : 1 sigillée Centre Gaule II e s., 1 bord commune claire gallo-romaine, 1 imbrex.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 278.20 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 5*
X : 404850 - **Y** : 2339903
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)"
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : ferrier arasé avec légère coloration noire atténuer par les labours. Densité assez forte de scories de réduction en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.21 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Domaine des Chartreux 6*
X : 404795 - **Y** : 2339915
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle D1 11 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "à St. Denis d'Orques il y eut de nombreuses forges à bras dont une aux Chartreux au temps des Romains, car lors de l'enlèvement des scories, en 1907, on y trouve des pièces de monnaie et des poteries romaines. (GAUMER 1935)"
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 785 m².
Description : ferrier arasé avec légère coloration noire atténuer par les labours. Densité assez forte de scories de réduction en plaquettes.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.22 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Pâtis au Chat*
X : 410004 - **Y** : 234153 2
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie.
Citation : - parcelles "Forges". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 353 m².
Description : le ferrier est couvert de blé haut mais les scories ont été localisées en bord de champ et le relief est bien perceptible. Le site a été coupé par le chemin.
Mobilier : tuiles modernes.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.23 - Saint-Denis-d'Orques - *La Touche 2*
X : 405229 - **Y** : 2337865
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1345) ; 1996 FD 35-53 (153 9) ; 2000 FD 72 (330).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site prospecté par M. Hubert en compagnie de J.-B. Vivet.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 70 m. ; **l**. : 70 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 3848 m².
Description : tache noire visible depuis la route et l'autoroute. Concentration de scories denses en cordon (70 m de diamètre), sur labour récent, avec trace de relief (0,5 à 1 m environ).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.24 - Saint-Denis-d'Orques - *Les Hallais*
X : 400820 - **Y** : 2340073
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelle D5 544 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- tache brun-noir circulaire et diffuse sur photographie aérienne (2-3 mm soit 50-75 m). 1996 FD 35-53 (1176).
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833) ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le propriétaire indique plusieurs taches dans la parcelle. Nouvelle prospection le 9/10/05.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 1571 m².
Description : ferrier très arasé avec léger relief conservé. Les scories sont dispersées sur près de 2 ha mais on peut cerner la concentration sur environ 40x50 m. A noter la présence de scories de post-réduction.
Mobilier : 1 TCA gallo-romaine et épandage de mobilier moderne.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.25 - Saint-Denis-d'Orques - *La Chaussée*
X : 404463 - **Y** : 2339223
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : proximité d'un étang récent.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 300 m. ; **l**. : 3 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 900 m².
Description : en face l'entrée du chemin de La Chaussée, concentration de scorie en plaquettes (jointives) le long de la haie qui borde l'étang du Domaine, sous forme d'un long ruban de 3-5 m de large et 300-400 m de long. D'après le propriétaire ces scories correspondent à l'ancienne voie de tramway. Il retrouve ces scories plus loin en direction de St Jean-sur-Erve.
Mobilier : un fragment de tegula.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.26 - Saint-Denis-d'Orques - *La Buchetière*
X : 402403 - **Y** : 2341368
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : petite tache noire circulaire de 2 mm (soit 30 m) sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1967 FR 1390 (1573).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0,5 m. ; **S**. : 942 m².
Description : ferrier avec relief très net (50 cm environ) et concentration de scories denses en cordon sur 30 m de diamètre avec terre noire.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.27 - Saint-Denis-d'Orques - *La Cosnuère - Le Genetay*
X : 403246 - **Y** : 2337963
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D2 162-164 "La Petite Ferrière", "La Noë de La Ferrière", "La Grande Ferrière".Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la parcelle a été absorbée par la carrière.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : les parcelles "ferrière" ont été détruites par la carrière de Saint-Denis. On trouve toutefois à l'angle de la parcelle la plus proche, des scories dispersées avec de la terre noire. On peut supposer la présence d'un ancien ferrier à présent détruit.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.28 - Saint-Denis-d'Orques - *La Fouquetterie*
X : 407993 - **Y** : 2341920
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53.
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 40 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1257 m².
Description : concentration de scories sur 40m de diamètre environ avec terre noire. ferrier arasé avec scories à gros cordons (dont des gros morceaux).
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.29 - Saint-Denis-d'Orques - *Ruisseau des Faucheries*
X : 404865 - **Y** : 2341308
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de part et d'autre du ruisseau des Fraudières.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 70 m. ; **l**. : 10 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 700 m².
Description : les abords du ruisseau des Faucheries sont très perturbés par des excavations (carrières, minières ?) et on trouve des scories de réduction peut-être issues du démantèlement d'un ancien ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.30 - Saint-Denis-d'Orques - *Bois du Creux*
X : 406526 - **Y** : 2338668
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Au bois du Creux près de la route du Clos Macé se trouve la butte du Charbon Noir ou du Charbonnay, surélévation de scories remplie de garennes où le gibier vient se réfugier. Une forge à bras s'y trouvait autrefois." (GAUMER 1935)
Référence(s) : GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite par M. Hubert en bord de route.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 50 m. ; **l**. : 100 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 3927 m².
Description : dans le Bois du Creux en bordure de la route qui descend du Creux vers le Clos Macé des scories sont visibles dans les talus. L'ensemble est très chaotique et couvert de broussailles. Plusieurs ensembles distingués par M. Hubert.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.31 - Saint-Denis-d'Orques - *Le Bas Valifer*
X : 407569 - **Y** : 2339616
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "(...) dans la partie basse près le bois du Creux, il existait une butte de sorne enlevée il y a quelques années par M. Jupin fermier et utilisé pour l'encaissement du chemin menant au Bas Valifer." (GAUMER 1935)
Référence(s) : GAUMER 1935.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observation faite par M. Hubert en compagnie du propriétaire.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : au bord du ruisseau à la lisière du bois du Creux on peut voir dans un pré un espace de 10m de large environ dépourvu d'herbe ou les scories sont jointives. On trouve des scories dans les taupinières sur une vingtaine de mètres autour de ce point.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.32 - Saint-Denis-d'Orques - *Les Coqueriers*
X : 407295 - **Y** : 2341180
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/information orale.
Citation : " En forêt de Charnie (voir la Charnie), au Tertre (section B n°1234) on découvre un monticule de scories assez bien conservé. Plusieurs constructions démolies existaient à quelques cent pas et servaient à l'habitation des forgerons. ces derniers avaient établi pour leurs besoins une fontaine et un lavoir encore existant et utilisé par les habitants du Broussil; en bordure d'un ruisseau et pour l'usine à fer, ils établirent un étang sur ce ruisseau appelé 'l'étang de la folle entreprise " qui est à sec depuis longtemps. Cette forge à bras doit avoir une certaine importance pour subsister jusque vers 1600, car on voit des murailles des bâtiments et en 1825 on y voyait encore trace de jardin et des groseilliers. Fut-elle d'une réussite malheureuse d'où le nom de sont étang "folle entreprise" ? On ne sait. L'étend est de faible étendue et l'amas de scories de petite dimension. Une partie dut être utilisée pour les chemins et la charoyère qui y accède." (GAUMER 1935). M. Padois, garde forestier de M. Van Robaeys, nous indique un tas de "mâchefer".
Référence(s) : GAUMER 1935 ; M. Padois.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : lors de la visite la correspondance avec le texte de Gomer permet de lier les deux informations.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 35 m. ; **l**. : 35 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 962 m².
Description : amas de scories très fortement entamé par les récupérations. Il s'agit d'un tas de 35 m de diamètre environ sur près de 2m de haut. A quelques distances de nombreux murs sont visibles sous les feuilles. Cela ressemble à un ancien hameau médiéval. Mais nous n'avons pas trouver de matériel associé. Ces bâtiments sont-ils liés à l'activité sidérurgique ?
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 278.aa - Saint-Denis-d'Orques - *La Brosse*
X : 406440 - **Y** : 2341668
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B6 1284 "Le Taillis des Ferettes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.ab - Saint-Denis-d'Orques - *Le Loup Pendu*
X : 406673 - **Y** : 2341685
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B5 1267-1268, 1276 "Les Ferettes". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.ac - Saint-Denis-d'Orques - *La Grande Barre*
X : 405930 - **Y** : 2340298
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 401, 407-412 "Latée(s)". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.ad - Saint-Denis-d'Orques - *La Touche Martineau*
X : 401235 - **Y** : 2341785
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A4 473, 478 "Le Champ du Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.n - Saint-Denis-d'Orques - *La Racinette*
X : 401265 - **Y** : 2340695
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire diffuse et oblongue en bordure du champ sur photographie aérienne (2x4 mm soit 50x100 m). Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (1175).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : la tache correspond à affleurement de roche. la présence de charbon indique la présence ici d'une ancienne charbonnière ou de brûlages. Pas de scories.
Site : non.

72 278.r - Saint-Denis-d'Orques - *Noë Râle*
X : 403715 - **Y** : 2341745
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2001 FD 35-53 (323 et 1175).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.t - Saint-Denis-d'Orques - *La Pocherie*
X : 407070 - **Y** : 2336975
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (408).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 278.y - Saint-Denis-d'Orques - *Le Coudray*
X : 404373 - **Y** : 2338115
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D2 108 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visibilité nulle. S'il y avait un site on ne le verrait pas.
Site : non.

72 278.z - Saint-Denis-d'Orques - *La Vacherie*
X : 408938 - **Y** : 2341768
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B4 1028, 1052-1053 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 281/43 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : pré avec visibilité nulle. la terre est très rouge dans les talus. la présence de minerai ne fait aucun doute mais rien ne prouve son exploitation. Pas de scorie.
Site : non.

72 294 – SAINT-LÉONARD-DES-BOIS

72 294.01 - Saint-Léonard-des-Bois - *La Bruyère*
X : 420319 - **Y** : 2374322
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : observations faites dans le talus et en bord de champ.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 20 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 236 m².
Description : le ferrier est coupé par la route. Une coupe est visible dans le talus du carrefour. La terre est noire et le relief perceptible.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.02 - Saint-Léonard-des-Bois - *Le Bois de Linthe*
X : 422708 - **Y** : 2375680
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2000 FD 72 . site déjà connu par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : le site était couvert d'un semis de blé haut, la prospection n'a pas été possible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1178 m².
Description : le site visible sur la photographie aérienne avait déjà été repéré par M. Hubert de façon fortuite. Il s'agit d'un ferrier ovale de 30x50 m avec terre noire et scories en cordons. Le ferrier était couvert par la végétation lors de la vérification.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.03 - Saint-Léonard-des-Bois - *La Vente du Carrefour*
X : 421190 - **Y** : 2373743
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite/PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. 2000 FD 72 (49). site déjà connu par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 60 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 2356 m².
Description : ferrier composé de plusieurs taches noires bien marquées d'environ 15 à 20 m de diamètre. Micro-relief perceptible. Le type de scorie est difficile à définir.
Mobilier : 1 TCA moderne, 1 tesson micacée type Héloup (XIIIe -XV e s.)
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.04 - Saint-Léonard-des-Bois - *Le Pont de Folie*
X : 421880 - **Y** : 2373900
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : scories localisées par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : bord de la Sarthe. Proximité du Haut Fourneau de Saint-Léonard.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 25 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 491 m².
Description : ferrier étalé sans relief perceptible. La terre est bien noire mais les scories ont été perturbées par les crues de la Sarthe toute proche.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.06 - Saint-Léonard-des-Bois - *Forge Collet*
X : 420953 - **Y** : 2375627
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : aucune.
Référence(s) : F. Sarreste.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : présence de scories de réduction dans les parterres d'arbustes qui limitent le parking. Ces résidus ont dû être amenés avec les remblais pour la construction du parking.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.07 - Saint-Léonard-des-Bois - *Le Grand Coslin*
X : 422766 - **Y** : 2374649
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B4 768 "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 297/89 (1849).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : scories localisées dans l'encaissement du chemine d'accès. Confirme la proximité d'un ferrier.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : labour récent en bordure du Bois d'Assé, nombreux débris de roussard (Cénomanien) avec traces de minerai. Scories dispersées dans le bas du champ. ferrier probable dans la parcelle voisine. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 294.e - Saint-Léonard-des-Bois - *L'Arrier - Les Toyères*
X : 421740 - **Y** : 2378247
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie.
Citation : "A l'Arrier ou les Toyères, Y. Nevoux a signalé en 1996 une zone à scories de datation indéterminée : Y. Nevoux, Déclaration de découverte archéologique, SRA, Nantes, 1996." (BOUVET 2001a : 422).
Référence(s) : BOUVET 2001a : 422.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : Y. Nevoux indique qu'il s'agit de laitierde haut fourneau (communication personnelle).
Site : non.

72 294.g - Saint-Léonard-des-Bois - *Vieil Neuve*
X : 418578 - **Y** : 2375430
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles D1 187, 207-209 "La petite", "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 297/89 (1849).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : c'est le troisième passage. On ne voit pas de scories en bordure de champ et aucune tache noire n'est visible dans les semis de blé.
Site : non.

72 294.h - Saint-Léonard-des-Bois - *L'Aître du Bois*
X : 419258 - **Y** : 2373595
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C3 561 -562 "La Ferette". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 297/89 (1849).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection des deux parcelles portant le toponyme. aucune scorie n'est visible. On peut noter l'abondance de pierre (grès).
Site : non.

72 294.j - Saint-Léonard-des-Bois - *La Chênaie*
X : 422048 - **Y** : 2376230
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 1024-1025, 1027 "Les Grandes Minières", "Les Fosses Minières", "La Grande Minière du Haut". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 297/89 (1849).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : les excavations sont bien visibles dans les bois. Les haldes ont été étalées dans les champs. Exploitation de fer ?
Site : non.

72 307 – SAINT-OUEN-EN-CHAMPAGNE

72 307.01 - Saint-Ouen-en-Champagne - *Le Bourg*
X : 410913 - **Y** : 2330878
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C2 151, 155-156 "Le Grand Mineray", "Le Petit Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 309/34 (1828).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 30 m. ; **l**. : 20 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 471 m².
Description : scories dispersées à l'entrée du champ (empierrement ?) et le long du pré au bout du champ.
Mobilier : grès, tuiles à crochets, faïence.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 307.a - Saint-Ouen-en-Champagne - *Le Pressoir*
X : 411115 - **Y** : 2330528
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (422).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : correspond à un affleurement géologique.
Site : non.

72 307.c - Saint-Ouen-en-Champagne - *Bouillet 1*
X : 411714 - **Y** : 2329479
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles B2 367-370 "Le Champ des Minerais", "Le Champ des Minerais d'en Haut". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 309/34 (1828).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : présence de plusieurs dépressionns liées à l'exploitation du minerai de fer ?
Site : non.

72 307.d - Saint-Ouen-en-Champagne - *Bouillet 2*
X : 411514 - **Y** : 2329780
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 377 "Les Minerais". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 309/34 (1828).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : vu de loin dans un semis de blé haut. Dépression visible (anciennes minières ?).
Site : non.

72 307.e - Saint-Ouen-en-Champagne - *La Jolifière*
X : 412030 - **Y** : 2330026
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B2 326 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 309/34 (1828).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 309 – SAINT-PAUL-LE-GAULTIER

72 309.01 - Saint-Paul-le-Gaultier - *La Prisonnière*
X : 415725 - **Y** : 2373200
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 494-495 "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 311/70 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 90 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 1 m. ; **S**. : 5655 m².
Description : le ferrier est couvert par des herbages mais le relief est bien perceptible et l'on voit la terre noire et les scories dans les taupinières et dans les coupes des fossés bordiers. On peut estimer la hauteur entre 0,5 et 1 m. Le site est probablement coupé par la route et se poursuit dans la parcelle voisine et sous la maison de La Prisonnière. On peut estimer sa taille à environ 90 x 80 m.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 309.02 - Saint-Paul-le-Gaultier - *Les Ruaudières*
X : 415993 - **Y** : 2374403
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories localisé par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : le site n'est plus visible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 706 m².
Description : ferrier de dimensions moyennes (env. 30 m) avec concentration forte et tache noire. Le site a été vu par Michel Hubert lors de labours. Le ferrier est à présent sous un pré.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 309.a - Saint-Paul-le-Gaultier - *La Nerdeusière*
X : 417653 - **Y** : 2371680
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C4 987 "Le Champ Minier". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 311/70 (1848).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : prospection de la parcelle du "Champ Minier" et de la parcelle voisine. la pente est forte et le relief marqué. Examen des talus et des taupinières. Pas de scories.
Site : non.

72 315 – SAINT-RÉMY-DE-SILLÉ

72 315.01 - Saint-Rémy-de-Sillé - *Les Bourdaines*
X : 418745 - **Y** : 2359405
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : information orale.
Citation : Bertin Mege, agent ONF, indique un site très important au nord de la grande carrière. Plusieurs amas de scories.
Référence(s) : M. Mege.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : plus de douze amas distincts lors de la première visite. A revoir pour faire un relever complet du site.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 250 m. ; **l**. : 80 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 15707 m².
Description : ensemble d'une douzaine d'amas de scories. La taille des tas varie de 10 à 25 m de diamètre et de 1 à 2,5 m de hauteur. A revoir.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 321 – SAINT-SYMPHORIEN

72 321.01 - Saint-Symphorien - *La Ferrière*
X : 416392 - **Y** : 2345745
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 217, 221-222, 225, 245-246, 257-259, 260-262 "La Ferrière", "Le Champ de La Ferrière", lieu-dit habité. Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 323/16 (1831).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site repéré par M. Hubert.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 707 m².
Description : ferrier totalement arasé mais conservant une tache noire et une forte densité de scories.
Mobilier : céramique moderne et tuiles en épandages dans la parcelle.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 321.02 - Saint-Symphorien - *La Haute Bosse*
X : 414506 - **Y** : 2346236
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : tache noire avec scories localisée par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : lors de la vérification quelques scories dispersées et des morceaux de minerai ont été retrouvés.
Mobilier : céramique moderne et contemporaine.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 332 – SÉGRIE

72 332.01 - Ségrie - *Les Bercons*
X : 426329 - **Y** : 2361620
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles A1 1-3, 17-23, 30-31, 69-70 "Le Minerai". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- ferrier localisé par Michel Hubert.
Référence(s) : ADS 3 P 339/18 (1836) ; M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 25 m. ; **l**. : 15 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 294 m².
Description : ferrier couvert par la végétation. Contour difficile à cerner. Un effondrement dans la parcelle indique l'exploitation de minerai sur place.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 332.02 - Ségrie - *La Ferrière*
X : 428556 - **Y** : 2359994
Précision de la localisation : bonne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - lieu-dit habité "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "Une quinzaine de fourneaux de réduction du fer ont été découverts au début du XXe siècle, dont plusieurs à la Ferrière et à la Chouannière, ainsi qu'à la Tasse à la limite des bois de Pezé (en 1913, 4 fourneaux de forme circulaire)" (BOUVET 2001 a : 439)
Référence(s) : ADS 3 P 339/18 (1836) ; TERMEAU 1954 : 92 ; BOUVET 2001a : 439.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 50 m. ; **l**. : 50 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 1963 m².
Description : ferrier avec de nombreuses grandes plaques de scories coulées en fin cordons. La maison est construite sur le ferrier.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 332.03 - Ségrie - *Les Tuileries*
X : 424993 - **Y** : 2361137
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelles A3 936, 947-956, 958, 960-965, 967 "La Ferrière", "La Sorne", "La Grande Ferrière", "La Petite Ferrière du Haut", "La Ferrière d'en Bas". Toponymes liés à la métallurgie du fer. site sidérurgique potentiel.
- "A. Le Guicheux écrit que le territoire de la commune recèle de nombreuses traces d'exploitation du minerai de fer (dans les Landes de Bercons) et plusieurs ferriers volumineux aux Tuileries, près de Beauchêne et surtout aux Aumoneries : LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93." (BOUVET 2001a : 365)
Référence(s) : ADS 3 P 339/18 (1836) ; LE GUICHEUX 1877 : 365-367 ; LEDRU 1911 : 199 ; TERMEAU 1954 : 93 ; BOUVET 2001a : 365 ; Microtoponymie.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 30 m. ; **l**. : 30 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 707 m².
Description : en bordure et à l'ouest du ruisseau de La Tasse, presque au confluent de celui des Tuileries (...) un ferrier resté en élévation et relativement bien conservé. Il est tout à fait comparable avec ceux de la forêt de Sillé. Une zone est sous l'herbe avec des traces d'extraction, la partie en hauteur est recouverte par un taillis entouré de broussailles et elle domine le ruisseau de plusieurs mètres, son emprise au sol doit être d'une trentaine de mètres. Ce sont des scories en plaquettes, avec des gros cordons en forme de bourrelets. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 332.c - Ségrie - *La Chouannière*
X : 427335 - **Y** : 2359365
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : - "Une quinzaine de fourneaux de réduction du fer ont été découverts au début du XXe siècle, dont plusieurs à La Ferrière et à la Chouannière, ainsi qu'à La Tasse, à la limite des Bois de Pezé (en 1913, 4 fourneaux de forme circulaire)." (BOUVET 2001a : 439).
- "(…) l'existence de culots de scories [*scorie piégée*] pesant plus de 20 kg chacun, dans un petit bois de, au nord-est de Ségrie (…), à proximité de (…) 'Les Chouannières'. » (MARÉCHAL 1975a : 850)
Référence(s) : TERMEAU 1954 : 92 ; MARÉCHAL 1975a : 850 ; BOUVET 2001a : 432.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : visite à la ferme de la Grande Chouannière tenue par des Allemands. Pas de scories. problème de localisation. A revoir.
Site : non.

72 332.d - Ségrie - *La Tasse*
X : 424453 - **Y** : 2361055
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie.
Citation : "Une quinzaine de fourneaux de réduction du fer ont été découverts au début du XXe siècle, dont plusieurs à La Ferrière et à la Chouannière, ainsi qu'à La Tasse, à la limite des Bois de Pezé (en 1913, 4 fourneaux de forme circulaire). " (BOUVET 2001a : 439).
Référence(s) : TERMEAU 1954 : 92 ; BOUVET 2001a : 439.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle est en pré. aucune ruine de l'ancienne ferme n'est visible. la visibilité est nulle. A revoir.
Site : non.

72 332.f - Ségrie - *Bas Pommereuil*
X : 424733 - **Y** : 2360765
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A3 929-931, 940-942 "Le Laitier". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 339/18 (1836).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 337 – SOULGÉ-LE-GANELON

72 337.01 - Sougé-le-Ganelon - *Les Chauvières*
X : 423493 - **Y** : 2374040
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : bibliographie/toponymie.
Citation : - parcelle A1 7 "Le Taillis des Minières". Toponyme lié à la métallurgie du fer. site sidérurgique potenteil.
- "M. Renard de l'association 'les Amis du Patrimoine' d'Assé-le-Boisne signale que dans les parcelles mise en sapin on 'marche' dans les scories
Référence(s) : ADS 3 P 344/96 (1849) ; SRA Pays de la Loire ; NEVOUX 2004.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : la parcelle est un taillis impénétrable accessible par un champ en chaume occupé par des bêtes lors de notre visite. Prospection impossible.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : M. Renard de l'association 'les Amis du Patrimoine' d'Assé-le-Boisne signale que dans les parcelles mise en sapin on 'marche' dans les scories. (NEVOUX 2004)
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 337.a - Sougé-le-Ganelon - *Mont*
X : 424425 - **Y** : 2372370
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. Site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (86).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : affleurement de terre rouge avec calcaire et nodule de minerai de fer. Présence de nombreux laitier dans toute la parcelle.
Site : non.

72 337.b - Sougé-le-Ganelon - *La Havardière*
X : 423660 - **Y** : 2370888
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle C2 210 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 344/96 (1849).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 343 – SOUVIGNÉ-SUR-SARTHE

72 343.01 - Souvigné-sur-Sarthe - *La Crucherie*
X : 394092 - **Y** : 2315880
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles C3 344, 387 "Le Cloteau de La Ferrière", "La Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 350/27 (1829).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant..
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : ovale.
L. : 70 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1374 m².
Description : scories dispersées et étalées dans le sens de la pente. La densité laisse penser qu'il y avait un ferrier à présent complètement détruit. La dispersion se poursuit probablement dans la pépinière voisine.
Mobilier : céramique, tuiles.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 351 – TENNIE

72 351.a - Tennie - *Rousset*
X : 415505 - **Y** : 2347083
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle D4 1642 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 358/19 (1832).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : découverte de quelques scories coulées en cordon à l'entrée du champ et en bordure du bois. Insuffisant pour enregistrer un site.
Site : non.

72 379 – VIRÉ-EN-CHAMPAGNE

72 379.01 - Viré-en-Champagne - *Le Domaine, sortie D35*
X : 404288 - **Y** : 2335050
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : dispersion de scories le long de la route et dans le verger.
Mobilier : 1 TCA indéterminée, 1 tesson indéterminé.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.02 - Viré-en-Champagne - *Le Bourg, sortie D247*
X : 404150 - **Y** : 2334695
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : examen des talus.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : quelques petits fragments de scories éparses le long de la route et dans la parcelle aux abords de la maison en construction.
Mobilier : 1 anse en grès.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.03 - Viré-en-Champagne - *Le Château de Viré, nord et sud*
X : 403420 - **Y** : 2334038
Précision de la localisation : bonne.
Indication : découverte fortuite.
Citation : site à scories indiqué par M. Hubert.
Référence(s) : M. Hubert.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : proximité d'un four à chaux et d'un terril d'exploitation de houille.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : sites à scories dispersées localisé par M. Hubert. Pas de description précise.
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.04 - Viré-en-Champagne - *La Forterie*
X : 404070 - **Y** : 2336415
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 1990 FD 53-61-72 (1345) ; 2000 FD 72 (409).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : circulaire.
L. : 120 m. ; **l**. : 90 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 8482 m².
Description : semis de blé récent non lessivé. Il est difficile de voir le mobilier mais la tache noire est bien visible et s'étend sur 90 x 120 m environ. Scories en plaquettes très fragmentées plus dense au milieu de la tache.
Mobilier : néant.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.05 - Viré-en-Champagne - *La Chouannière*
X : 403970 - **Y** : 2336735
Précision de la localisation : bonne.
Indication : PAV.
Citation : tache noire sur photographie aérienne. site métallurgique potentiel. 2000 FD 72 (409).
Référence(s) : PAV IGN.
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : oui.
Conservation du site : dispersion.
Forme : indéterminée.
L. : 0 m. ; **l**. : 0 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 0 m².
Description : culture maïs. Nombreuses scories en bordure du champ, à revoir. (M. Hubert)
Mobilier : néant.
Interprétation : proximité d'un site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.06 - Viré-en-Champagne - *Le Point du Jour*
X : 404253 - **Y** : 2336394
Précision de la localisation : bonne.
Indication : toponymie/PAV.
Citation : - parcelles A1 112, 118 "La Petite Ferrière", "La Grande Ferrière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
- tache noire sur photographie aérienne. 1990 FD 53-61-72 (1345) ; 2001 FD 35-53 (1929).
Référence(s) : ADS 3 P 386/20 (1833) ; PAV IGN.
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : site repéré pour sa partie est par M. Hubert grâce à l'indice aérien.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 160 m. ; **l**. : 140 m. ; **h**. : 2 m. ; **S**. : 17592 m².
Description : très important ferrier coupé par la route en son milieu. Dans la partie ouest, le site a été quasiment nivelé mais une partie reste en élévation dans l'angle d'un pré et forme un relief de deux mètres environ. Dans la partie ouest le relief est bien perceptible. Partout terre très noire et scories en plaquettes très abondantes également visibles dans les talus de chaque côté de la route. Taille estimé 160 x 140 m.
Mobilier : céramique commune claire début IIe s.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : moyenne.

72 379.07 - Viré-en-Champagne - *Les Mesières*
X : 403834 - **Y** : 2335253
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 327, 329-330 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 386/20 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : deux sites enregistrés.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 50 m. ; **l**. : 40 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 1571 m².
Description : ferrier totalement arasé et étalé dans le sens des labours sur plus de 100 m. On note une zone de concentration avec une plus forte densité de scories en cordon (présence de blocs d'un à deux décimètres) accompagnée de terre brun-rouge sur 40 x 50 m. Pas de relief.
Mobilier : un fragment de tuile à rebord, tuiles à crochet, carreaux modernes, grès, céramique vernissée contemporaine.
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : gallo-romaine.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.08 - Viré-en-Champagne - *Cimetière*
X : 403908 - **Y** : 2335176
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelles A2 327, 329-330 "Le Mineray". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 386/20 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : deux sites enregistrés.
Site : oui.
Conservation du site : ferrier.
Forme : ovale.
L. : 40 m. ; **l**. : 25 m. ; **h**. : 0 m. ; **S**. : 785 m².
Description : ferrier très arasé et étalé dans le sens des labours sur près de 60 m. La trace du tas est cependant encore visible avec terre noire et scories denses en cordon abondantes sur 25 x 40 m.
Mobilier : céramique, tuiles, briques modernes et contemporaines (épandage).
Interprétation : site de réduction directe du fer.
Datation proposée : indéterminée.
Fiabilité de la datation : mauvaise.

72 379.g - Viré-en-Champagne - *Mon Loisir*
X : 405185 - **Y** : 2333325
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B3 529 "Champ du Ferriereau". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 386/20 (1833).
Prospecté : non.
Remarque sur la prospection : néant.
Site : non.

72 379.h - Viré-en-Champagne - *La Touche*
X : 403315 - **Y** : 2335063
Précision de la localisation : moyenne.
Indication : toponymie.
Citation : parcelle B1 52 "La Minière". Toponyme lié à la métallurgie du fer. Site sidérurgique potentiel.
Référence(s) : ADS 3 P 386/20 (1833).
Prospecté : oui.
Remarque sur la prospection : parcelle récemment mise en taillis. Les arbres et les ronces empêche toute prospection.
Site : non.

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
35077.01	Chelun	La Bascière	332900	2324385	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
35114.01	Fougas-la-Forêt	La Dibonnière - Le Bourg	329470	2324350	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	FAUX	Sud Mayenne	hp
35167.01	Martigné-Ferchaud	La Chevrière	329320	2316850	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
35167.02	Martigné-Ferchaud	Moulin-Saint-Morand	325060	2317000	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
49036.01	Bouillé-Ménard	Pince Loup	351070	2311810	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49036.02	Bouillé-Ménard	La Haute Forêt	352930	2311050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.01	Bourg-L'Evêque	La Croix-Gravelles A	348365	2309660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.02	Bourg-L'Evêque	La Croix-Gravelles B	348285	2309530	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.03	Bourg-L'Evêque	La Croix-Figuris A	347660	2309523	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.04	Bourg-L'Evêque	La Croix-Figuris B	347760	2309698	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.05	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 1	349600	2308175	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.06	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 2	349260	2307890	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.07	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 3	347700	2309300	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49073.01	Chapelle-Hullin (La)	La Hinerdière	344813	2310640	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49073.02	Chapelle-Hullin (La)	Le Bois Joubert	345594	2313538	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49081.01	Châtelais	La Lande	351630	2312200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49081.02	Châtelais	La Haute Garde	352530	2311570	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49088.01	Chazé-Henry	Bois de Chazé	342920	2310420	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49103.01	Combrée	Les Trois Chênes	346070	2308300	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49103.02	Combrée	Le Bois Brûlé	346181	2307918	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49136.01	La Ferrière-de-Flée	Le Domaine	361233	2308728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49136.02	La Ferrière-de-Flée	Chanteloup	361495	2307795	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49136.03	La Ferrière-de-Flée	Bois La Ferrière 2	359917	2308474	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49156.01	Grugé-L'Hôpital	Les Ouzeries	347655	2312140	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.02	Grugé-L'Hôpital	La Mercerie	346280	2310945	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.02	Grugé-L'Hôpital	La Grange	347655	2312140	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.03	Grugé-L'Hôpital	Le Grand Bois	348745	2311040	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.04	Grugé-L'Hôpital	Bois St. Gilles	347670	2312770	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.05	Grugé-L'Hôpital	Bois La Réparais	348650	2312050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.06	Grugé-L'Hôpital	La Roberderie	349058	2312578	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.07	Grugé-L'Hôpital	For. Ombrée 4	346250	2310100	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49156.08	Grugé-L'Hôpital	For. Ombrée 5	346570	2309870	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49156.09	Grugé-L'Hôpital	Le Haut Moulin 1	350788	2311953	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49156.10	Grugé-L'Hôpital	Le Haut Moulin 2	350805	2312082	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	e
49158.01	Hôtellerie-de-Flée	La Soudastière	359100	2309450	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49158.03	Hotellerie-de-Flée (L')	Bois La Ferrière 1	358894	2309146	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49161.01	Jallis-Yvon (La)	La Drogueris	371240	2307868	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
49189.01	Marigné	La Brinière	376250	2306358	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
49208.01	Morgultlon	Les Forges	367085	2309085	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.01b	Morgultlon	Les Forges	366930	2309200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b

Fig. 249 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (1/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
49208.02	Morgultion	Bocillé-Théval	360330	2309413	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.03	Morgultion	Le Bois de Molières 1	367945	2309040	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.04	Morgultion	Le Bois de Molières 2	367771	2309034	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.05	Morgultion	Le Bois de Molières 3	368215	2308936	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.06	Morgultion	Les Rouselères	368427	2308716	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.06	Morgultion	Bois de Molières 4	367713	2309120	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.07	Morgultion	Bois de Molières 5	368196	2309076	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49229.01	Noyant-la-Gravoyère	Saint Blaise 1 - Chât. Le Grav	353614	2306551	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49229.02	Noyant-la-Gravoyère	Saint Blaise 2 - Chât. Le Grav	353700	2306550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49233.01	Nyoiseux	Le Tremblais	356895	2305520	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49309.01	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - La Rougeraie	338127	2301191	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49310.02	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Haute-Focillée 1	338043	2301710	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49311.03	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Haute-Focillée 2	337803	2301728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49312.04	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - Le Vieux Couvent	338018	2300194	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49313.05	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - Les Orangeries	336930	2301970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49314.06	Saint-Michel-et-Chanveaux	Etang Maubosson	336810	2301920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49315.07	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 1	338230	2302305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49316.08	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 2	338378	2302243	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49317.09	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 3	338268	2302245	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49318.10	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Migourais 1 - Migourais	338718	2304520	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49319.01	Saint-Sauveur-de-Flée	La Hrussay 1	364705	2309965	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49319.02	Saint-Sauveur-de-Flée	La Hrussay 2	364875	2309755	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49319.11	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Migourais 2 - Les Toulas	338694	2304529	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49320.12	Saint-Michel-et-Chanveaux	Le Pressoir	337736	2305416	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49331.01	Segré	La Gibaudais	360830	2303370	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
53005.01	Andouillé	La Hais	362324	2337542	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53008.01	Aron	Le Minerai	387838	2373354	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.02	Aron	Bois des Vaux	388343	2373528	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.03	Aron	Les Poteries	388273	2373015	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.04	Aron	La Coste de Oyères	387960	2372681	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.05	Aron	Les Hautes Oyères	387891	2372488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.06	Aron	Chemin de la chapelle Saint-Cnéq	389004	2373109	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.10	Aron	Le Moulin Neuf	386682	2374110	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53009.01	Arquenay	L'Aubinière	383700	2337500	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	f
53012.01	Athée	La Clemerie	353867	2324745	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Hors zone	hzone
53013.01	Averton	La Corbiais	410546	2376477	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53019.01	Bannes	Le Pâtis - Pavé de Bannes	398617	2334383	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53019.02	Bannes	La Promenade	400713	2334880	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53019.03	Bannes	La Couèvre	400634	2336149	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53019.04	Bannes	Le Bois Isabeau	397839	2334040	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b

Fig. 250 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (2/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53019.05	Barres	Le Vignas	400865	2335683	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53022.01	Bazouge-de-Chémeré (La)	La Haye	390262	2337128	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53024.01	Bazougers	Les Ferrières	369833	2320890	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
53024.02	Bazougers	Montaigu - Terres Rouge	369143	2320060	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	hp
53025.01	Bazougers	Le Bois du Pin	384025	2337715	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	f
53027.02	Beaumont-Pied-de-Boeuf	La Glanière	391160	2326130	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53027.03	Beaumont-Pied-de-Boeuf	La Glanière 2	391650	2326026	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53030.01	Bignon-du-Maine (Le)	Clavières	377440	2330728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	hp
53032.01	Blandouet	Le Bourg	401408	2342570	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.02	Blandouet	Les Vaunais	402935	2344535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.03	Blandouet	Les Cressonnes	402814	2343990	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.04	Blandouet	Château La Vallée	402243	2343662	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.05	Blandouet	La Baillée	400653	2343355	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.06	Blandouet	Le Quartier	401277	2343027	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.07	Blandouet	La Grandière	401270	2342793	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.09	Blandouet	La Baforière (a)	403168	2342791	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.10	Blandouet	Pâtis au Chat	401785	2342130	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53032.11	Blandouet	La Baforière (b)	403051	2342408	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemin	b
53032.12	Blandouet	La Baforière (c)	403224	2342768	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
53035.01	Bonchamps-lès-Craon	Plessis-Chevron	350935	2317698	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53037.02	Bousseau	Les Gastières 1	394290	2322533	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.03	Bousseau	Bodinière	395600	2321980	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.04	Bousseau	Les Gastières 2	394373	2322589	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.05	Bousseau	Les Gastières 3	394215	2322575	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.06	Bousseau	Les Minerais 2	394290	2323268	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.07	Bousseau	Bois-Bureau	394876	2321772	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53037.08	Bousseau	La Mortière	395155	2323691	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53039.01	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	Chambord	351757	2355613	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53039.02	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	La Petite Ferrière 2	354076	2355485	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	b
53039.03	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	La Petite Ferrière 1	354140	2355434	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	b
53045.01	Brûlatte (La)	La Sacrière	351719	2347631	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53045.02	Brûlatte (La)	Cornusse	351309	2348959	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53046.01	Buret (Le)	La Tranchée - La Rochette	387930	2328205	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	b
53046.02	Buret (Le)	Les Agets	386525	2328935	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	b
53046.03	Buret (Le)	Les Dimeries	386393	2328513	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	b
53046.04	Buret (Le)	Les Fourneaux	386753	2327518	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	b
53050.01	Chammes	Petite-Pillière (La)	395850	2345865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	a
53050.02	Chammes	Le Haut du Bourg	397610	2345380	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
53050.03	Chammes	Monsor	397905	2343600	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
53052.01	Champfrémont	La Souchère	421394	2383009	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a

Fig. 251 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (3/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53052.02	Champfrémont	La Bétrochère	420422	2363210	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53054.01	Changé	Château-Sous	362753	2350635	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53054.02	Changé	La Jaffetière	366511	2349973	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Laval	hp
53054.03	Changé	La Baltière	363748	2350085	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53056.01	Chapelle-Anthenaise (La)	Les Bataillères	376020	2352245	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53065.02	Châtres-la-Forêt	Gué Bernard	396483	2350665	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53066.01	Chemazé	Grandes Forges	366640	2311800	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp
53066.02	Chemazé	La Bohemie	370037	2310546	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp
53066.03	Chemazé	La Rebellière	365658	2314807	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53067.01	Chémeré-le-Roi	Tremblaie (La)	390996	2335553	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors_zone	a
53067.02	Chémeré-le-Roi	Le Château du Duc	391650	2334100	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Moyen Age	VRAI	Hors_zone	a
53067.03	Chémeré-le-Roi	La Grande Pinfois	391624	2334125	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	a
53067.04	Chémeré-le-Roi	La Diochère	391750	2334115	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	a
53067.05	Chémeré-le-Roi	Le Château des Seuleux	391151	2335939	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	a
53067.06	Chémeré-le-Roi	La Narbonnière	392000	2335600	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	a
53067.07	Chémeré-le-Roi	Cornière	391898	2335485	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors_zone	a
53073.01	Congrier	Les Ecommes	343063	2314973	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.02	Congrier	Lourzais	342740	2315465	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.03	Congrier	Roche-Charbonneau 1	343851	2314478	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.04	Congrier	Roche-Charbonneau 2	343978	2314619	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53076.02	Cossé-en-Champagne	Le Genetay	401063	2334806	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.03	Cossé-en-Champagne	Villarneufaud	401468	2335026	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.04	Cossé-en-Champagne	Les Halbardières	402053	2335234	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.05	Cossé-en-Champagne	La Moinerie	402260	2333715	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.06	Cossé-en-Champagne	La Forêt	399928	2332093	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.07	Cossé-en-Champagne	Les Fenettes	404057	2331881	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.08	Cossé-en-Champagne	La Novale	404128	2331801	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.09	Cossé-en-Champagne	La Béiguière 1	402667	2330663	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.10	Cossé-en-Champagne	La Béiguière 2	402443	2330424	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chermie	b
53076.11	Cossé-en-Champagne	Belle Vue / Le Petit Vaceme	402410	2332915	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.12	Cossé-en-Champagne	La Pommerie	401072	2334270	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.13	Cossé-en-Champagne	La Grande Hardonnière	403920	2330915	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.14	Cossé-en-Champagne	La Forêt 2	400167	2331760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.15	Cossé-en-Champagne	La Forêt 3	400164	2331719	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.16	Cossé-en-Champagne	La Petite Hocassie	404503	2331481	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53076.17	Cossé-en-Champagne	La Coudray	401241	2333225	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	b
53085.01	Cosmes-sur-Frazbée	La Fontaine	409295	2377530	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53095.01	Epineux-le-Seguin	Les Bouseilères	397948	2329520	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53104.01	Gennes-sur-Glaize	La Gaignerie	382830	2317720	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53106.01	Genves	La Hégronnière	412982	2380311	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b

Fig. 252 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (4/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53106.02	Gesvres	La Garenne	414403	2377488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.03	Gesvres	La Grande Boulaye	416835	2374640	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Fail	b
53106.04	Gesvres	Le Plessis	415390	2375959	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.05	Gesvres	La Fontaine	415223	2376118	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.06	Gesvres	La Heslouinière	415787	2376269	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Fail	b
53106.07	Gesvres	La Bezoge	415408	2376429	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.08	Gesvres	Saints-Catherins	415539	2376548	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.09	Gesvres	La Haie 1	416389	2376388	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.10	Gesvres	La Houstière du Bourg	416457	2376920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.11	Gesvres	La Ragotière	414192	2378131	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.12	Gesvres	La Haie 2	416562	2376285	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.13	Gesvres	Cour Malabry	414738	2378880	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.14	Gesvres	Les Arallières	414070	2378966	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.15	Gesvres	Les Champs Elysées	413477	2379889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.16	Gesvres	Saint-Sulpice	414745	2376439	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	b
53106.17	Gesvres	Le Moulin de Feujean	417299	2378459	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Fail	hp
53108.01	Gravelle (La)	La Prise à Legal 1	350134	2348912	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.02	Gravelle (La)	Cropé 1	350092	2348479	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.03	Gravelle (La)	La Brousse	348568	2348182	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.04	Gravelle (La)	La Cassée	348328	2348580	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.05	Gravelle (La)	Cropé 2	350045	2348579	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.06	Gravelle (La)	Le Pâtis Boivin	350278	2348658	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.07	Gravelle (La)	La Haute Juberdière	349580	2348358	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.08	Gravelle (La)	Le Haut Bois 1	350284	2347650	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.09	Gravelle (La)	Le Haut Bois 2	350177	2347918	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.10	Gravelle (La)	Les Pavés	349305	2347475	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.11	Gravelle (La)	La Prise à Legal 2	350100	2348990	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.12	Gravelle (La)	Cropé 3	350031	2348531	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53119.01	Huisserie (L')	Pierre Blanche	366510	2341100	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	c
53119.02	Huisserie (L')	Le Pâtis	367713	2341729	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	c
53122.03	Jublains	Terrain de sport	389804	2365951	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53123.01	Juvigné	Coultru	353279	2362388	Site de réduction directe du fer	Moyen Age	VRAI	Hors zone	hzone
53129.01	Launay-Villiers	La Minerais	349540	2352865	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.02	Launay-Villiers	La Garenerie	350696	2354837	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	hp
53129.03	Launay-Villiers	L'Eusbe	349150	2352238	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.04	Launay-Villiers	Le Petits Belorais	348935	2352325	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.05	Launay-Villiers	La Rouëtis	351008	2352670	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.06	Launay-Villiers	Les Jaunais	350710	2352960	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.07	Launay-Villiers	Le Pré 1	351643	2352842	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.08	Launay-Villiers	Le Pré 2	351202	2353115	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a

Fig. 253 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (5/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53129.09	Launay-Villiers	Le Chêne Vert	351622	2353619	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.10	Launay-Villiers	Les Petites Brillais	351832	2352010	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53130.01	Laval	La Gaultie	366446	2343788	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	hp
53133.01	Lignières-Orgères	La Ferrière	412788	2394781	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	a
53133.02	Lignières-Orgères	La Gallière	410390	2397133	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	a
53133.03	Lignières-Orgères	La Varenne	410134	2395764	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	a
53133.04	Lignières-Orgères	La Fenière	412285	2397540	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	b
53133.05	Lignières-Orgères	Monthard	413322	2397134	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	b
53133.06	Lignières-Orgères	La Pegraie	414350	2394938	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Lignières	hp
53134.01	Livet	La Petite Coshinière	393055	2348880	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	a
53134.02	Livet	Villeneuve	392450	2349050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	a
53134.03	Livet	Le Haut Livet	391685	2349057	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	a
53134.04	Livet	Le Bourg (plan deau)	391478	2349090	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	a
53134.05	Livet	Pâtis aux Loups	391240	2349496	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	a
53134.06	Livet	Monsaintin	393435	2349988	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	a
53136.01	Loigné-sur-Mayenne	Mérité	368193	2324872	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	hp
53136.03	Loigné-sur-Mayenne	Petite-Frezellière (La)	372183	2320873	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hors
53136.04	Loigné-sur-Mayenne	Chelinère (La)	370185	2325025	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	b
53136.05	Loigné-sur-Mayenne	Les Landes	369129	2325150	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	b
53136.06	Loigné-sur-Mayenne	Les Haveraises	368458	2322464	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	hp
53144.01	Marcillé-la-Ville	La Chauvinais	389884	2372336	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Acon	a
53144.02	Marcillé-la-Ville	L'Efandière	390065	2373615	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Acon	hp
53144.03	Marcillé-la-Ville	Les Fosses-à-Chaux	388262	2372415	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Acon	a
53150.01	Méral	Bois de la Grande Lande	373820	2310580	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hors
53152.01	Meslay-du-Maine	La Maison de Paille	384715	2331590	Site de réduction directe du fer et de post-	Moyen Age Central	VRAI	Meslay / Sablé	hp
53152.02	Meslay-du-Maine	Richebourg	383065	2329798	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	hp
53152.03	Meslay-du-Maine	Le Plein Chêne	380746	2331118	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	hp
53178.01	Peuton	La Sensis	366928	2325466	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	b
53185.02	Pré-en-Pail	Le Vieux Saint-Julien	412794	2383605	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
53186.01	Quelaines-Saint-Gault	La Fardelière	363873	2327932	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Château-Gontier	hp
53186.02	Quelaines-Saint-Gault	La Pavonnière	362062	2330459	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
53186.03	Quelaines-Saint-Gault	Les Gast	363278	2329830	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
53187.01	Ravigny	Sainte-Anne	420528	2365048	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53187.02	Ravigny	La Madeleine	420896	2365247	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53188.01	Renazé	Saint-Joseph	345501	2313650	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.02	Renazé	Bois Saint Gilles	347485	2313330	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.03	Renazé	La Jolisecle 1	346173	2314035	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.04	Renazé	La Jolisecle 2	346268	2313905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53197.01	Saint-Aignan-sur-Roë	Bois d'Andigné	336106	2323187	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53197.02	Saint-Aignan-sur-Roë	La Croix Blanche	342502	2321936	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp

Fig. 254 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (6/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53197.03	Saint-Aignan-sur-Roë	La Morinais	336554	2324248	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53201.01	Saint-Berthevin	Villambois	363760	2348434	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.02	Saint-Berthevin	La Dachinais	363193	2348769	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.03	Saint-Berthevin	La Morinière	361996	2349180	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.04	Saint-Berthevin	Les Coquetrières	361366	2347706	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.06	Saint-Berthevin	Château La Loge	362268	2344634	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Laval	hp
53201.07	Saint-Berthevin	La Chapelle	362580	2348925	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.08	Saint-Berthevin	Le Pont	360455	2349219	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	hp
53203.01	Saint-Brice	Forêt de Bellebranche	391923	2324500	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53203.02	Saint-Brice	Forêt de Bellebranche	391734	2324550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53203.03	Saint-Brice	Corcay 3	391113	2324754	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53203.04	Saint-Brice	Corcay 4	391127	2324755	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53203.05	Saint-Brice	Le Prieur	391112	2324544	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53203.06	Saint-Brice	La Marchetière	391436	2323976	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53207.01	Saint-Christophe-du-Luat	La Hémonière	389395	2352472	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53207.02	Saint-Christophe-du-Luat	Les Petites Haies	392235	2353035	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53208.01	Saint-Cyr-en-Pail	Le Coudray	411294	2384708	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53209.01	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Maurre	349990	2344250	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53210.01	Saint-Denis-d'Anjou	Mer-de-Fer	393212	2312964	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53220.01	Saint-Georges-le-Fléchar	L'Hermitée	389188	2340738	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53224.01	Saint-Germain-le-Fouilloux	La Merpendière	363764	2353668	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53228.01	Saint-Jean-sur-Erve	Les Maillardières	395049	2343599	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53228.02	Saint-Jean-sur-Erve	La Tellerie	395320	2343295	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53228.03	Saint-Jean-sur-Erve	Buissardais	394353	2343475	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53228.04	Saint-Jean-sur-Erve	La Noë	394143	2342235	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53228.08	Saint-Jean-sur-Erve	Le Gast	395668	2342982	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.01	Saint-Léger	Le Fay	391803	2346095	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.02	Saint-Léger	Les Grivelins	394665	2346220	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.03	Saint-Léger	Rocheteau	391975	2346295	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.04	Saint-Léger	Le Bas Taillis	392099	2346896	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.05	Saint-Léger	Les Rabalettes	392516	2344736	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.06	Saint-Léger	Florences	392173	2345381	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chermie	a
53232.07	Saint-Léger	Le Coin	389579	2347245	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53233.01	Saint-Loup-du-Dorat	Corcay	392083	2325196	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.02	Saint-Loup-du-Dorat	Les Cormiers	392836	2324452	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.03	Saint-Loup-du-Dorat	Ruisseau de Corcay	392348	2324220	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.04	Saint-Loup-du-Dorat	Le Plessis	393953	2324270	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.05	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 1	394020	2323568	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.06	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 2	394171	2323603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53233.07	Saint-Loup-du-Dorat	Corcay 2	391452	2325282	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a

Fig. 255 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (7/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53233.06	Saint-Loup-du-Dorat	La Maison Neuve	392995	2323905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Mesley / Sablé	a
53233.09	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 3	394090	2323523	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Mesley / Sablé	a
53240.01	Saint-Martin-du-Limet	Bois du Limet	346748	2317840	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53240.02	Saint-Martin-du-Limet	Rochepoulain	346785	2317253	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53240.03	Saint-Martin-du-Limet	Château La Chesnaie	347043	2316916	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53240.04	Saint-Martin-du-Limet	Echesnaie	348288	2317353	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53240.05	Saint-Martin-du-Limet	Le Petit Moulin	347187	2316877	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53240.06	Saint-Martin-du-Limet	Le Bois Valet	346875	2317550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53246.01	Saint-Pierre-des-Nids	Champ Ferré	415197	2379699	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.02	Saint-Pierre-des-Nids	Bourgelière	415285	2380963	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.03	Saint-Pierre-des-Nids	Berillon	416074	2380766	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.05	Saint-Pierre-des-Nids	Ville Perdue	422370	2381970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53246.07	Saint-Pierre-des-Nids	La Pilonière	417225	2379744	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
53247.01	Saint-Pierre-la-Cour	Le Bourg	349202	2351835	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.02	Saint-Pierre-la-Cour	L'Embuche	348759	2349952	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.03	Saint-Pierre-la-Cour	Le Moulin Neuf	348503	2349915	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.04	Saint-Pierre-la-Cour	Le Roc	350309	2349426	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.05	Saint-Pierre-la-Cour	La Petite Haubrie	350217	2348980	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.06	Saint-Pierre-la-Cour	Moulin de Cornusse	351240	2349498	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53247.07	Saint-Pierre-la-Cour	Bois des Effretais	349778	2349800	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53247.08	Saint-Pierre-la-Cour	La Basse Barolais	349950	2351871	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53247.09	Saint-Pierre-la-Cour	Les Effretais	349600	2349459	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53247.10	Saint-Pierre-la-Cour	Les Rottes 1	350011	2350387	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53247.11	Saint-Pierre-la-Cour	Bel Orient	347823	2350116	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	La Gravelle	e
53247.12	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 1	351233	2351268	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.13	Saint-Pierre-la-Cour	La Lande Balcins	350208	2350370	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.14	Saint-Pierre-la-Cour	Les Rottes 2	350103	2350163	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.15	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 2	351493	2351325	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.16	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 3	351790	2351203	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.17	Saint-Pierre-la-Cour	La Revenue	350316	2351171	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.18	Saint-Pierre-la-Cour	La Feuillée	350277	2350607	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	e
53249.01	Saint-Pierre-sur-Orthe	La Boissière	414350	2361415	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzcm
53251.01	Saint-Quentin-les-Anges	Le Moulin des Anges	359253	2312107	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp
53253.01	Saint-Saturnin-du-Limet	Lande Ferrière	342818	2319885	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53253.02	Saint-Saturnin-du-Limet	Beauchêne	343453	2318728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53255.01	Sainte-Suzanne	La Pillonière	398348	2349361	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
53255.02	Sainte-Suzanne	La Grouse	400668	2348154	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
53257.02	Saulges	Le Fourneau	395753	2335735	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzcm
53257.04	Saulges	La Touche	396863	2332373	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
53258.01	Selle-Craonnaise (La)	La Houdrière	345588	2318907	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d

Fig. 256 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (8/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53264.04	Thorigné-en-Charnie	La Jonchère	399195	2336101	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53264.05	Thorigné-en-Charnie	Le Cormier	398077	2335506	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53265.02	Torcé-Viviers-en-Charnie	La Ferrière - La Loge	404649	2347361	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
53265.04	Torcé-Viviers-en-Charnie	Le Grand Erelou	406543	2348873	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53265.05	Torcé-Viviers-en-Charnie	Soltru (a)	406811	2348690	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53265.07	Torcé-Viviers-en-Charnie	Soltru (b)	406710	2348639	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.01	Vaiges	Le Bailleul	393018	2340743	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
53267.02	Vaiges	La Tardivière de la Butte	391595	2344706	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.03	Vaiges	Les Grosellières	392952	2343970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.04	Vaiges	Le Perrichet	391270	2343271	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.05	Vaiges	Aubigné	391213	2342960	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.06	Vaiges	Courtenté	390939	2341756	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.07	Vaiges	Le Grand Rocher	391520	2340350	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
61024.01	Banvou	Verte Bornou	388571	2409797	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61075.01	Céaucé	La Grande Bretonnière	378260	2391985	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
61091.02	Champsecret	Vernerie	387706	2403958	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
61093.01	Chanu	Le Mont de La Roue	380321	2418285	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61093.02	Chanu	La Blaire	379665	2420233	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	hp
61094.01	Chapelle-au-Moine (La)	Les Terriers	383895	2416113	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61094.02	Chapelle-au-Moine (La)	Les Pierres Blanches	383485	2415602	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61094.03	Chapelle-au-Moine (La)	La Haute Embouche	385313	2414677	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61095.01	Chapelle-Biche (La)	Les Ferrettes	382951	2416305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61095.02	Chapelle-Biche (La)	Le Cotil	382369	2416078	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61095.03	Chapelle-Biche (La)	L'Oriendière	381749	2416114	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61102.02	Le Châtellier	La Crétine	385363	2414584	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61163.02	Ferrière-aux-Étangs (La)	Le Puits Pralon	390118	2409352	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61163.05	Ferrière-aux-Étangs (La)	Mont Brûlé	389548	2410668	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61163.06	Ferrière-aux-Étangs (La)	Le Bois des Minières	389835	2409203	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61165.01	Ferrière-Bochard (La)	Beauvoire	423910	2382353	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.02	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 1	423219	2380943	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.04	Ferrière-Bochard (La)	Saint-Christophe	424273	2381313	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.05	Ferrière-Bochard (La)	Le Fougeret	424827	2383075	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.06	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarcias 1	424461	2384226	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.07	Ferrière-Bochard (La)	Le Fougeret 2	425027	2383215	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.08	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarcias 2	424436	2384191	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.09	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarcias 3	424438	2384069	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.10	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 2	423184	2380913	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.11	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 3	423250	2380901	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61223.01	Larchamp	Le Vieux Fourneau	379750	2415305	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
61235.01	Loré	La Lande	384570	2390698	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux

Fig. 257 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (9/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
61243.01	Magny-le-Désert	La Bruyère	404096	2403330	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
61248.01	Mantilly	Fer Battu	366773	2392378	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
61279.01	Mieuxcé	La Pelterie	424827	2380162	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61324.01	Passais	Gué des Forges-Verrerie Chesnel	370090	2394145	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
61344.01	Rânes	L'Aumônière	409923	2408698	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.02	Rânes	Le Chêne Argot	411123	2409033	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.03	Rânes	La Royauté	411760	2408998	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.04	Rânes	L'Aunay-Royal	412603	2409583	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.05	Rânes	La Forêterie	413960	2409760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.06	Rânes	L'Aumerière 2	409735	2408212	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.07	Rânes	L'Aumerière 3	409896	2408260	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61372.01	Saint-Céneri-le-Gerei	Trente Sillons	423840	2379646	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61376.01	Saint-Clair-de-Halouze	La Forge	380605	2413676	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61376.02	Saint-Clair-de-Halouze	Les Cités	381894	2414073	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61376.03	Saint-Clair-de-Halouze	Fosse Locvette	383506	2413446	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	hp
61376.04	Saint-Clair-de-Halouze	Beauvallon	381582	2414677	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61401.01	Saint-Hilaire-de-Briouze	Le Fortenay	405621	2413889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
61443.01	Saint-Paul	Noire Vallée	381238	2417990	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.02	Saint-Paul	Bois Lunier	381523	2418593	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.03	Saint-Paul	Beau Vallon	381105	2418660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.04	Saint-Paul	Fermetière	381568	2419488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61486.01	Tinchebray	Bois du Docteur Colombe	375884	2422204	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	a
61486.02	Tinchebray	L'Epinette	376180	2422190	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	a
72001.02	Aigné	Maquère (en n°71)	434928	2344227	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.03	Aigné	Les Mézières 1	431886	2344840	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.04	Aigné	Les Mézières 2	431966	2344985	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.05	Aigné	Château Fort	432312	2344138	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.06	Aigné	La Crocherdière	433851	2344636	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.07	Aigné	Les Fortelnes 1	433437	2343333	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.08	Aigné	Les Fortelnes 2	433411	2343559	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72011.01	Assé-le-Boisne	Beauvais	422850	2374806	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.03	Assé-le-Boisne	Valette	424217	2375656	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.04	Assé-le-Boisne	Le Pressoir	423971	2375654	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.10	Assé-le-Boisne	La Hervais	428405	2373101	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
72011.11	Assé-le-Boisne	Le Grand Ronce	426400	2369296	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
72012.01	Assé-le-Riboul	La Petite Barre	431820	2359305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sillé	b
72012.02	Assé-le-Riboul	La Ferrière-Aubigny	430928	2358478	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sillé	b
72016.01	Auvers-le-Hamon	Le Bas Toussaint	401815	2328826	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemiré	b
72016.02	Auvers-le-Hamon	La Forge	395616	2325751	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	VRAI	Meslay / Sablé	hp
72016.03	Auvers-le-Hamon	Le Plessis Jobert	401700	2323816	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemiré	a

Fig. 258 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (10/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72016.04	Auvers-le-Hamon	Veille	401585	2324235	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	e
72016.05	Auvers-le-Hamon	Les Fraudières	402616	2325985	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	hp
72016.07	Auvers-le-Hamon	Les Moirés 1	402069	2324188	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	e
72016.08	Auvers-le-Hamon	Les Moirés 2	402090	2324150	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	e
72016.09	Auvers-le-Hamon	Le Mesril	402547	2323972	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	e
72019.01	Avessé	Le Noë Blard	404135	2331145	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.03	Avessé	Le Brais	405005	2334770	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.04	Avessé	Les Boisseries	405072	2335333	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.05	Avessé	Les Trigerdières 1	405604	2335889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.06	Avessé	Les Trigerdières 2	405336	2336596	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.07	Avessé	Saint-Antoine 2	406173	2334273	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	hp
72019.08	Avessé	Les Bouley	405230	2332448	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72019.09	Avessé	Le Fourneau	403848	2330452	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72024.01	La Bazoge	La Côte des Goigniers 1	437926	2345569	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.02	La Bazoge	La Côte des Goigniers 2	438127	2345603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.03	La Bazoge	La Côte des Goigniers 3	438248	2345636	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.04	La Bazoge	Les Châtaigniers	438638	2344463	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.05	La Bazoge	Les Rocailles	438568	2346377	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.06	La Bazoge	La Fromentière	438287	2346580	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.07	La Bazoge	La Chauffarière	436929	2345322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.08	La Bazoge	La Sauvagère	437344	2345379	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.09	La Bazoge	Le Plessis 1	436920	2346319	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.10	La Bazoge	Le Plessis 2	437039	2346063	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.11	La Bazoge	La Grisonnière	436312	2346166	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.12	La Bazoge	Beaumanoir	437230	2347192	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.13	La Bazoge	Le Mortier 1	436365	2347535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.14	La Bazoge	Le Mortier 2	436222	2347630	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.15	La Bazoge	La Galipaudière	435888	2347774	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.16	La Bazoge	La Bougeris	436669	2348498	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.17	La Bazoge	La Rue Belin	436786	2348552	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.18	La Bazoge	Les Tertuires	435081	2345986	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.19	La Bazoge	La Chapelle aux Chalots	436033	2346341	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.20	La Bazoge	L'Hommeau 1	436524	2346959	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.21	La Bazoge	L'Hommeau 2	436724	2346853	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.22	La Bazoge	L'Aunay Touhet	439156	2346393	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.23	La Bazoge	Les Rocailles 2	438672	2346400	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.24	La Bazoge	Les Trois Couleurs	437332	2348465	Site de réduction directe et d'épuration du	Protohistorique	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72036.01	Béthon	Les Bouley / Les Champs Longs	434878	2376683	Site de réduction directe du fer ?	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
72043.01	Bourg-le-Roi	La Butte de la Tour	436638	2374195	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
72050.01	Bouloire	Les Près	407722	2333492	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	hp

Fig. 259 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (11/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72051.01	Cérans-Foulletourte	La Forge de Rhem	428905	2316043	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cérans-Foulletourte	b
72051.02	Cérans-Foulletourte	La Drouardière	429241	2316063	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cérans-Foulletourte	b
72051.03	Cérans-Foulletourte	Le Pont du Machefer	429779	2316933	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cérans-Foulletourte	b
72051.04	Cérans-Foulletourte	Les Forges	428374	2319139	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cérans-Foulletourte	a
72051.05	Cérans-Foulletourte	Les Quatre-Vents	428135	2320417	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cérans-Foulletourte	a
72066.01	Chapelle-Saint-Fray (La)	Le Moulin-Hubert	433807	2346406	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72066.02	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Houssais	431957	2348439	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72066.03	Chapelle-Saint-Fray (La)	Le Bourg	431971	2347929	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72066.04	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Noyère	433578	2347664	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72066.05	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Godinière	433883	2347397	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72066.06	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Cour	433159	2347759	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72073.01	Chauffour-Notre-Dame	Le Ribay	431931	2338169	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
72074.01	Chemiré-en-Charnie	Le Mineray	411225	2342242	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72074.02	Chemiré-en-Charnie	Bosé de La Lande	412150	2342448	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72083.01	Chevillé	La Cassie	409175	2331968	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
72100.01	Courcelles-la-Forêt	L'Ecluserie	424158	2312135	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	d
72109.01	Crissé	L'Hopiteau	418977	2358603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72109.02	Crissé	La Ligne du Genêt	420187	2359619	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72109.04	Crissé	Le Grand Lavoir	418825	2359325	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72119.01	Dollon-en-Champagne	Le Minerai	430580	2347120	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.02	Dollon-en-Champagne	Lotissement de la Forêt	431730	2346450	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.03	Dollon-en-Champagne	Vaubelard	430099	2346798	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.04	Dollon-en-Champagne	Les Blosseries	431986	2346455	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.05	Dollon-en-Champagne	La Vêquerie	430644	2348039	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.06	Dollon-en-Champagne	Le Champ du Gué	431237	2347803	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72119.07	Dollon-en-Champagne	La Ballerie	429550	2348181	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72126.01	Epineu-le-Chevreuil	Le Champ de la Forge	413595	2340367	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
72126.02	Epineu-le-Chevreuil	La Ménerie	413306	2341600	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72141.01	Gesnes-le-Gandelain	Le Vieux Doust	429549	2373624	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
72149.01	Jossé-en-Charnie	Les Landes	409586	2337878	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Charnie	hp
72149.02	Jossé-en-Charnie	La Halte	413822	2338596	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
72150.01	Jossé-l'Abbé	La Hocherie	444014	2346187	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
72151.01	Joigné-sur-Sarthe	Les Basterdières 1	402032	2322823	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72151.02	Joigné-sur-Sarthe	Les Basterdières 2	402051	2322866	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72151.03	Joigné-sur-Sarthe	Asnerolles	405991	2323017	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72157.01	Lavardin	La Fosse Noire	430730	2346250	Site de réduction directe du fer	Haut-Moyen Age	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72157.02	Lavardin	La Fosse Noire 2	431491	2346173	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72157.03	Lavardin	La Bodaye	431934	2345276	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72157.04	Lavardin	Les Châtaigniers	430774	2345442	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a
72157.05	Lavardin	L'Etang Neuf	431037	2345401	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / Le Bazoge	a

Fig. 260 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (12/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72157.06	Lavardin	Rolland	432037	2343710	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.07	Lavardin	Rougeul	432026	2344077	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72163.01	Ligron	Le Perray	423653	2311618	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	d
72168.01	Loué	Le Mineray	413513	2336324	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
72184.01	Mareil-en-Champagne	La Grande Maison	410363	2334253	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	hp
72195.01	Mézeray	La Ferrière	421636	2315519	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cénans-Foulletourte	hp
72195.02	Mézeray	La Maigre Ferrière	426417	2316417	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Cénans-Foulletourte	hp
72197.01	Mézières-sous-Lavardin	Le Pot	431520	2353930	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72197.02	Mézières-sous-Lavardin	La Gautardière	431263	2353546	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.01	Milesse (La)	Les Rocherdières	435700	2344014	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.02	Milesse (La)	Les Gaiberdières	436243	2341855	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzeux
72198.03	Milesse (La)	Monteillé	434050	2345173	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.04	Milesse (La)	Le Patisseau	434325	2345639	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.05	Milesse (La)	Le Grand Saint Ouen	436662	2343050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72209.01	Montreuil-le-Chétif	Les Arnonières	422695	2362749	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.03	Montreuil-le-Chétif	Bernay	423880	2361905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.04	Montreuil-le-Chétif	Champ Fouteau	423053	2360790	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.05	Montreuil-le-Chétif	Terre (503)	424140	2361320	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.06	Montreuil-le-Chétif	Beauchêne 1	424012	2362779	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.07	Montreuil-le-Chétif	Beauchêne 2	424023	2362904	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.08	Montreuil-le-Chétif	Les Toilaries	425006	2361328	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.09	Montreuil-le-Chétif	Le Chêne Morand	422641	2361104	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.10	Montreuil-le-Chétif	La Coulée du Chai	422615	2361559	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Sillé	a
72211.01	Mont-Saint-Jean	La Ferrière	419835	2362810	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.02	Mont-Saint-Jean	Le Sent du Cerf (108)	421193	2361992	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.03	Mont-Saint-Jean	Rouillée	421168	2363065	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.04	Mont-Saint-Jean	Le Jouteau (133)	418193	2360585	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.05	Mont-Saint-Jean	La Milleterie (127)	418965	2360900	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.06	Mont-Saint-Jean	La Fontaine d'Enfer (114)	420568	2361315	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.07	Mont-Saint-Jean	La Jument Blanche (429)	418228	2359558	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.08	Mont-Saint-Jean	Vieilles Corrières (406) 1	421285	2360730	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.09	Mont-Saint-Jean	Vieilles Corrières (406) 2	421203	2360685	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.10	Mont-Saint-Jean	Vieilles Corrières (406) 3	421293	2360748	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.11	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 1	420566	2360492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.12	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 2	420543	2360513	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.13	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 3	420566	2360492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.14	Mont-Saint-Jean	Le Débat (134)	418013	2360268	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.17	Mont-Saint-Jean	Le Bignon (133)	418338	2360455	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72212.01	Moulins-le-Carbonnel	La Louveris	425093	2376885	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72212.02	Moulins-le-Carbonnel	Le Minerai 2	424628	2377115	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a

Fig. 261 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (13/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72212.03	Moulins-le-Carbonnel	Le Clos du Bourg	425005	2376905	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Prif	a
72212.04	Moulins-le-Carbonnel	La Fenderrière	425433	2375921	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Prif	a
72217.01	Neuville-sur-Sarthe	L'Oisterie	439225	2345514	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72234.01	Pezé-le-Robert	La Griffière	423420	2358503	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.02	Pezé-le-Robert	Fontaine à Bry (925)	421095	2360060	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.03	Pezé-le-Robert	Le Pas au Chat (513) 1	423070	2360265	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.04	Pezé-le-Robert	Le Pas au Chat (513) 2	423090	2360660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.05	Pezé-le-Robert	Roche Bruns 1	421772	2360199	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Sillé	a
72234.06	Pezé-le-Robert	Courteille	423165	2358155	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.07	Pezé-le-Robert	Tertre Vert	424132	2360207	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.08	Pezé-le-Robert	Roche Bruns 2	421772	2360199	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	VRAI	Sillé	a
72239.02	Poillé-sur-Vègre	Audoron	404079	2328254	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	d
72239.03	Poillé-sur-Vègre	Bois Dauphin	404730	2325870	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	d
72239.04	Poillé-sur-Vègre	La Noë Nive	404731	2327385	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	d
72249.01	Quinte (La)	L'Eclèche	429136	2342135	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Hors zone	hzone
72261.01	Rouillé-en-Champagne	La Simonière	412693	2342492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72273.01	Saint-Christophe-du-Jambet	La Fontaine-Saint-Père	427386	2361239	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	hp
72278.01	Saint-Denis-d'Orques	La Moutelière	400602	2341896	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.02	Saint-Denis-d'Orques	La Petite Bunfestière	402344	2341498	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.03	Saint-Denis-d'Orques	Chatigné	403671	2338294	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.04	Saint-Denis-d'Orques	La Guittière - Le Mirmeni	404002	2342174	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.05	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 1	404486	2341322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.06	Saint-Denis-d'Orques	Les Ferrettes	406599	2341964	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.07	Saint-Denis-d'Orques	Le Boulaux - Valifer	408005	2340182	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.08	Saint-Denis-d'Orques	Tournebride	404288	2339681	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.09	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 1	404998	2339503	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.10	Saint-Denis-d'Orques	Brosseau	404213	2338786	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.11	Saint-Denis-d'Orques	Le Creux	405935	2338760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.12	Saint-Denis-d'Orques	Le Coux	405885	2338563	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.13	Saint-Denis-d'Orques	La Touche 1	405627	2338114	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.14	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 2	404503	2341264	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.15	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 3	404542	2341280	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.16	Saint-Denis-d'Orques	Le Pere	403991	2340476	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.17	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 2	404856	2339524	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.18	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 3	404982	2339619	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.19	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 4	404974	2339766	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.20	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 5	404850	2339903	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.21	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 6	404795	2339915	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72278.22	Saint-Denis-d'Orques	Le Pâtis au Chat	410004	2341532	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72278.23	Saint-Denis-d'Orques	La Touche 2	405229	2337865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b

Fig. 262 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (14/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72278.24	Saint-Denis-d'Orques	Les Halleis	403820	2340173	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	hp
72278.25	Saint-Denis-d'Orques	La Chanaie	404463	2339223	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemin	b
72278.26	Saint-Denis-d'Orques	La Buchetière	402403	2341368	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.27	Saint-Denis-d'Orques	La Coemière - Le Genetay	403246	2337963	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.28	Saint-Denis-d'Orques	La Fouquetterie	407993	2341920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.29	Saint-Denis-d'Orques	Ruisseau des Fuscheries	404865	2341308	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.30	Saint-Denis-d'Orques	Bois du Creux	406326	2338668	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.31	Saint-Denis-d'Orques	Le Bas Valifer	407569	2339616	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72278.32	Saint-Denis-d'Orques	Les Coqueriers	407295	2341180	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemin	b
72280.01	Saint-Georges-du-Bois	La Croix Sainte Appoline	433625	2333140	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	a
72280.02	Saint-Georges-du-Bois	La Haute Forge	433778	2333190	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	a
72280.03	Saint-Georges-du-Bois	La Forge	433749	2333206	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	a
72289.01	Sainte-Jamme-sur-Sarthe	Chêne Artois	437219	2351005	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	hp
72290.01	Saint-Jean-d'Assé	Les Bures	436973	2352868	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Hors zone	hzeux
72290.02	Saint-Jean-d'Assé	Monthibeault	433268	2354865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.03	Saint-Jean-d'Assé	Le Buisson	432548	2354535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.04	Saint-Jean-d'Assé	Enfernay	433633	2354892	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.05	Saint-Jean-d'Assé	La Ferrocherie	432131	2354404	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72294.01	Saint-Léonard-des-Bois	La Bruyère	420319	2374322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.02	Saint-Léonard-des-Bois	Le Bois de Lirthe	422708	2375680	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.03	Saint-Léonard-des-Bois	La Vente du Carrefour	421190	2373743	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.04	Saint-Léonard-des-Bois	Le Pont de Folie	421880	2373900	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.06	Saint-Léonard-des-Bois	Forge Collet	420953	2375627	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
72294.07	Saint-Léonard-des-Bois	Le Grand Coslin	422766	2374649	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72307.01	Saint-Ouen-en-Champagne	Le Bourg	410913	2330878	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
72309.01	Saint-Paul-le-Gaultier	La Prisonnière	415725	2373200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
72309.02	Saint-Paul-le-Gaultier	Les Rusudières	415993	2374403	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
72315.01	Saint-Rémy-de-Sillé	Les Bourdaines	418745	2359405	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72319.01	Sainte-Sabine-sur-Longève	Le Mesnier	433600	2349741	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.02	Sainte-Sabine-sur-Longève	La Charbonnerie	433532	2349582	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.03	Sainte-Sabine-sur-Longève	Les Gandrières	433665	2349104	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.04	Sainte-Sabine-sur-Longève	Rouperroux 1	431916	2351899	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.05	Sainte-Sabine-sur-Longève	Rouperroux 2	431845	2351796	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.06	Sainte-Sabine-sur-Longève	Sévilly	431855	2351367	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.07	Sainte-Sabine-sur-Longève	La Motte	430671	2350201	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.08	Sainte-Sabine-sur-Longève	Les Seilles - Champ Ferré	432723	2351289	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.09	Sainte-Sabine-sur-Longève	Fosse Mérienne	431403	2349883	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72320.01	Saint-Saturnin	Bourg	437417	2342695	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72321.01	Saint-Symphorien	La Ferrière	416392	2345745	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux
72321.02	Saint-Symphorien	La Haute Bosse	414506	2346236	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzeux

Fig. 263 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (15/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72332.01	Ségrie	Les Barcons	426329	2361620	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72332.02	Ségrie	La Ferrière	428556	2359994	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	bp
72332.03	Ségrie	Les Tuileries	424993	2361137	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72337.01	Sougé-le-Ganelon	Les Chaurières	423493	2374040	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	c
72338.01	Souillé	Les Penardières	438044	2348224	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72343.01	Souvigné-sur-Sarthe	La Crocherie	394092	2315880	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
72360.01	Trangé	La Sansonnière	437727	2337990	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	b
72360.02	Trangé	La Greverie	434491	2339085	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors_zone	b
72362.01	Le Tronchet	La Blanchardaie	432728	2355480	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72379.01	Vivé-en-Champagne	Le Domaine, sortie D35	404288	2339050	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72379.02	Vivé-en-Champagne	Le Bourg, sortie D247	404150	2334695	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72379.03	Vivé-en-Champagne	Le Château de Vivé, nord et sud	403420	2334038	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72379.04	Vivé-en-Champagne	La Fortaie	404070	2336415	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72379.05	Vivé-en-Champagne	La Chouannière	403970	2336735	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b
72379.06	Vivé-en-Champagne	Le Point du Jour	404253	2336394	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72379.07	Vivé-en-Champagne	Les Mesières	403834	2335253	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Chemie	b
72379.08	Vivé-en-Champagne	Cimetière	403908	2335176	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Chemie	b

Fig. 264 : liste des sites liés à la réduction directe du fer pris en compte dans le dessin des zones de production classés par communes (16/16).

N° Site	Communes	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53008.01	Aron	Le Mirouai	387838	2373354	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.02	Aron	Bois des Vaux	388343	2373528	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.03	Aron	Les Poteries	388273	2373015	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.04	Aron	La Coure de Oyères	387960	2372681	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.05	Aron	Les Hautes Oyères	387891	2372488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.06	Aron	Chemin de la chapelle Saint-Grég	388004	2373109	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53008.10	Aron	Le Moulin Neuf	386682	2374110	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53144.01	Marcillé-la-Ville	La Chauvinais	389884	2372336	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
53144.02	Marcillé-la-Ville	L'Effendière	390065	2373615	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	hp
53144.03	Marcillé-la-Ville	Les Fosse-à-Chaux	388262	2372415	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Aron	a
72051.01	Céaux-Fouletourte	La Forge de Rhem	428905	2316043	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	b
72051.02	Céaux-Fouletourte	La Drouardière	429241	2316063	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	b
72051.03	Céaux-Fouletourte	Le Port du Mesnelle	429779	2316933	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	b
72051.04	Céaux-Fouletourte	Les Forges	428374	2319139	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	a
72051.05	Céaux-Fouletourte	Les Quatre-Vents	428135	2320417	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	a
72193.01	Mézeray	La Ferrière	421636	2315519	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	hp
72193.02	Mézeray	La Maigre Ferrière	426417	2316417	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Céaux-Fouletourte	hp
53019.01	Barres	Le Pâtis - Pavé de Barres	398617	2334383	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53019.02	Barres	La Promenade	400713	2334880	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53019.03	Barres	La Couèvre	400654	2336149	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53019.04	Barres	Le Bois Isabeau	397859	2334040	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53019.05	Barres	Le Vignes	400865	2335683	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.01	Blandouet	Le Bourg	401408	2342570	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.02	Blandouet	Les Vennais	402935	2344535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.03	Blandouet	Les Croucains	402614	2343990	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.04	Blandouet	Château La Vallée	402243	2343662	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.05	Blandouet	La Bellée	400653	2343355	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.06	Blandouet	Le Quartier	401277	2343027	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.07	Blandouet	La Girardière	401270	2342793	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.09	Blandouet	La Baffotière (a)	403168	2342791	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.10	Blandouet	Pâtis au Chat	401785	2342130	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53032.11	Blandouet	La Baffotière (b)	403051	2342408	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	b
53032.12	Blandouet	La Baffotière (c)	403224	2342768	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53050.01	Chammes	Petite-Pillière (La)	395850	2345865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53050.02	Chammes	Le Haut du Bourg	397610	2345380	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
53050.03	Chammes	Morsoc	397905	2343600	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
53076.02	Cossé-en-Champagne	Le Genetay	401063	2334806	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53076.03	Cossé-en-Champagne	Villarmerchard	401468	2335026	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53076.04	Cossé-en-Champagne	Les Halbardières	402033	2335234	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
53076.05	Cossé-en-Champagne	La Moinerie	402260	2333715	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b

Fig. 265 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (1/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53076.06	Cossé-en-Champagne	La Forêt	399928	2332093	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.07	Cossé-en-Champagne	Les Ferettes	404057	2331881	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.08	Cossé-en-Champagne	La Novale	404128	2331801	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.09	Cossé-en-Champagne	La Béiguière 1	402667	2330663	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.10	Cossé-en-Champagne	La Béiguière 2	402443	2330424	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Chemie	b
53076.11	Cossé-en-Champagne	Belle Vue / Le Petit Vaurens	402410	2332915	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.12	Cossé-en-Champagne	La Pommerais	401072	2334270	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.13	Cossé-en-Champagne	La Grande Hardonnière	403920	2330915	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.14	Cossé-en-Champagne	La Forêt 2	400167	2331760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.15	Cossé-en-Champagne	La Forêt 3	400164	2331719	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.16	Cossé-en-Champagne	La Petite Hoonnais	404503	2331481	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53076.17	Cossé-en-Champagne	Le Coudray	401241	2333225	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53134.01	Livet	La Petite Coubirière	393055	2348880	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Chemie	a
53134.02	Livet	Villeneuve	392430	2349050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53134.03	Livet	Le Haut Livet	391685	2349057	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53134.04	Livet	Le Bourg (plan deau)	391478	2349090	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53134.05	Livet	Pâtis aux Loups	391240	2349496	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53134.06	Livet	Monsiratin	393435	2349988	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53228.01	Saint-Jean-sur-Erve	Les Maillardières	395049	2343599	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53228.02	Saint-Jean-sur-Erve	La Tellerie	395320	2343295	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53228.03	Saint-Jean-sur-Erve	Buissardais	394353	2343475	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53228.04	Saint-Jean-sur-Erve	La Noë	394145	2342235	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53228.06	Saint-Jean-sur-Erve	Le Gast	395668	2342982	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.01	Saint-Léger	Le Fay	391805	2346095	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.02	Saint-Léger	Les Grivoins	394663	2346220	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.03	Saint-Léger	Rocheteau	391973	2346295	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.04	Saint-Léger	Le Bas Taillis	392099	2346896	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.05	Saint-Léger	Les Echalettes	392516	2344738	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53232.06	Saint-Léger	Florence	392173	2345381	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53255.01	Sainte-Suzanne	La Pillonière	398348	2349361	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	hp
53255.02	Sainte-Suzanne	La Grouas	400668	2348154	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	hp
53257.04	Sauiges	La Touche	396863	2332375	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	hp
53264.04	Thorigné-en-Charnie	La Jonchère	399195	2336101	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53264.05	Thorigné-en-Charnie	Le Cormier	398077	2335506	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	b
53265.02	Torcé-Viviers-en-Charnie	La Ferrière - La Loge	404649	2347361	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	hp
53265.04	Torcé-Viviers-en-Charnie	Le Grand Erelou	406545	2348875	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53265.05	Torcé-Viviers-en-Charnie	Soitru (a)	406811	2348690	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53265.07	Torcé-Viviers-en-Charnie	Soitru (b)	406710	2348659	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a
53267.01	Veiges	Le Bailleul	393018	2340743	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Chemie	a
53267.02	Veiges	La Terdivière de la Butte	391595	2344708	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Chemie	a

Fig. 266 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par ordre alphabétique des zones de production (2/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pâte
53267.03	Vaiges	Les Gruaudières	392952	2343970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.04	Vaiges	Le Perrichet	391270	2343271	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.05	Vaiges	Aubigné	391213	2342960	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.06	Vaiges	Courtentré	390939	2341736	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
53267.07	Vaiges	Le Grand Rocher	391520	2340350	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72016.01	Auvers-le-Hamon	Le Bas Toussaint	401815	2328826	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72016.03	Auvers-le-Hamon	Le Plessis Jobart	401700	2328816	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72016.04	Auvers-le-Hamon	Vaille	401585	2324235	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
72016.05	Auvers-le-Hamon	Les Frandières	402616	2325985	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72016.07	Auvers-le-Hamon	Les Moirés 1	402069	2324188	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72016.08	Auvers-le-Hamon	Les Moirés 2	402090	2324150	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72016.09	Auvers-le-Hamon	Le Mesril	402547	2329972	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	a
72019.01	Avessé	Le Noë Bisuel	404135	2331145	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.03	Avessé	Le Brais	405005	2334770	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.04	Avessé	Les Boissaries	405072	2335333	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.05	Avessé	Les Trigardières 1	405604	2335889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.06	Avessé	Les Trigardières 2	405338	2336598	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.07	Avessé	Saint-Antoine 2	406173	2334273	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72019.08	Avessé	Les Boulay	405230	2332448	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72019.09	Avessé	Le Fourneau	403848	2330452	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72050.01	Brûlon	Les Près	407722	2333492	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	hp
72074.01	Cherisé-en-Charnie	Le Miseray	411225	2342242	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72074.02	Cherisé-en-Charnie	Bosé de La Lande	412150	2342448	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72126.02	Epineu-le-Chevreuil	La Ménerie	413306	2341600	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72149.01	Joué-en-Charnie	Les Landes	409586	2337878	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Charnie	hp
72151.01	Juigné-sur-Sarthe	Les Bastardières 1	402032	2322823	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72151.02	Juigné-sur-Sarthe	Les Bastardières 2	402051	2322866	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	a
72151.03	Juigné-sur-Sarthe	Asnerolles	403991	2323017	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72184.01	Mareil-en-Champagne	La Grande Maison	410365	2334253	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	hp
72239.02	Poillé-sur-Vègre	Auduron	404079	2328254	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	d
72239.03	Poillé-sur-Vègre	Bois Dauphin	404730	2325870	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	d
72239.04	Poillé-sur-Vègre	Le Noë Nive	404731	2327385	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	d
72261.01	Ruillé-en-Champagne	La Sirmonière	412695	2342492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.01	Saint-Denis-d'Orques	La Moutelière	400602	2341896	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.02	Saint-Denis-d'Orques	Le Petite Bochetière	402344	2341498	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.03	Saint-Denis-d'Orques	Chatigné	403671	2338294	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.04	Saint-Denis-d'Orques	La Guittière - Le Minoni	404002	2342174	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Charnie	b
72278.05	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 1	404486	2341322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.06	Saint-Denis-d'Orques	Les Ferrettes	406599	2341964	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b
72278.07	Saint-Denis-d'Orques	Le Boulaau - Valifer	408005	2340182	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Charnie	b

Fig. 267 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (3/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72278.06	Saint-Denis-d'Orques	Tournebride	404288	2339681	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.09	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 1	404998	2339503	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.10	Saint-Denis-d'Orques	Bresteau	404213	2338786	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.11	Saint-Denis-d'Orques	Le Creux	403933	2338760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.12	Saint-Denis-d'Orques	Le Coux	403885	2338563	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.13	Saint-Denis-d'Orques	Le Touche 1	405627	2338114	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.14	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 2	404503	2341264	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.15	Saint-Denis-d'Orques	Forêt des Chartreux 3	404542	2341280	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.16	Saint-Denis-d'Orques	Le Pare	403991	2340476	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.17	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 2	404856	2339524	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.18	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 3	404982	2339619	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.19	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 4	404974	2339766	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.20	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 5	404850	2339903	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.21	Saint-Denis-d'Orques	Le Domaine des Chartreux 6	404793	2339915	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.22	Saint-Denis-d'Orques	Le Pâtis au Chat	410004	2341532	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.23	Saint-Denis-d'Orques	La Touche 2	405229	2337865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.24	Saint-Denis-d'Orques	Les Hallais	400820	2340073	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	hp
72278.25	Saint-Denis-d'Orques	La Chaussée	404463	2339223	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72278.26	Saint-Denis-d'Orques	La Bouhetière	402403	2341368	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.27	Saint-Denis-d'Orques	La Couraire - Le Genetay	403246	2337963	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.28	Saint-Denis-d'Orques	La Forquetterie	407993	2341920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.29	Saint-Denis-d'Orques	Boisseau des Fauxberies	404865	2341306	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.30	Saint-Denis-d'Orques	Bois du Creux	406526	2338668	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.31	Saint-Denis-d'Orques	Le Bas Valifer	407569	2339616	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72278.32	Saint-Denis-d'Orques	Les Coquerias	407295	2341180	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.01	Viré-en-Champagne	Le Domaine, sortie D35	404288	2335030	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.02	Viré-en-Champagne	Le Bourg, sortie D247	404150	2334695	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.03	Viré-en-Champagne	Le Château de Viré, nord et sud	403420	2334038	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.04	Viré-en-Champagne	La Forterie	404070	2336415	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.05	Viré-en-Champagne	La Chouennière	403970	2336735	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
72379.06	Viré-en-Champagne	Le Point du Jour	404253	2336394	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72379.07	Viré-en-Champagne	Les Mesières	403834	2339253	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VBAI	Chemie	b
72379.08	Viré-en-Champagne	Cimetière	403908	2335176	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Chemie	b
53024.01	Bazougers	Les Ferrières	369835	2320890	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	a
53024.02	Bazougers	Monteigu - Terre Rouge	369145	2320060	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	hp
53136.01	Loigné-sur-Mayenne	Mérité	368193	2324872	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	hp
53136.04	Loigné-sur-Mayenne	Chellière (La)	370185	2325025	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	b
53136.05	Loigné-sur-Mayenne	Les Landes	369129	2325150	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	b
53136.06	Loigné-sur-Mayenne	Les Heronnières	368458	2322464	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	hp
53178.01	Peuton	La Sensis	366928	2325466	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VBAI	Château-Gontier	b

Fig. 268 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (4/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53186.01	Quelaines-Saint-Gault	La Fardalière	363873	2327932	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Château-Gontier	hp
53186.02	Quelaines-Saint-Gault	La Pavonnière	362062	2330459	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
53186.03	Quelaines-Saint-Gault	Les Gast	363278	2329830	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
35167.01	Martigné-Ferchaud	La Chevrière	329320	2316850	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
35167.02	Martigné-Ferchaud	Moulin-Saint-Menard	329060	2317000	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
49161.01	Jallis-Yvon (La)	La Droguerie	371240	2307868	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
49189.01	Marigné	La Brinière	376250	2306358	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
53005.01	Andouillé	La Haie	362324	2357542	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53012.01	Athée	La Clemerie	353867	2324745	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Hors zone	hzone
53013.01	Averton	La Cordaie	410546	2376477	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53022.01	Bazougers-de-Chémeré (La)	La Haye	390262	2337128	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53035.01	Bouchamps-lès-Craon	Plessis-Charbon	350935	2317696	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53056.01	Chapelle-Anthenaise (La)	Les Bataillères	376020	2352245	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53065.02	Châtres-la-Forêt	Gué Bouvard	396483	2330665	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53066.03	Chemazé	La Robellière	365658	2314807	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53085.01	Cosmes-en-Passais	La Fontaine	409295	2377930	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53095.01	Epineux-le-Seguin	Les Bouvedières	397948	2329520	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53104.01	Gennes-sur-Glaize	La Geignerie	382830	2317720	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53122.03	Jublains	Terrain de sport	369804	2365951	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53123.01	Javigné	Coultru	353279	2362388	Site de réduction directe du fer	Moyen Age	VRAI	Hors zone	hzone
53136.03	Loigné-sur-Mayenne	Petite-Frezellière (La)	372183	2320875	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53150.01	Méral	Bois de la Grande Lande	373820	2310580	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53207.01	Saint-Christophe-du-Luat	La Hérandière	389395	2352472	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53207.02	Saint-Christophe-du-Luat	Les Petites Haies	392235	2353035	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53208.01	Saint-Cyr-en-Pail	Le Coudray	411294	2384708	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53209.01	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Mazure	349990	2344250	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53210.01	Saint-Denis-d'Anjou	Mar-de-Fer	393212	2312964	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53220.01	Saint-Georges-le-Fléchar	L'Hommée	389188	2340738	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53224.01	Saint-Germain-le-Fouilloux	La Marpaudière	363764	2353668	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53232.07	Saint-Léger	La Coix	389579	2347245	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53249.01	Saint-Pierre-sur-Orthe	La Boissière	414350	2361415	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53257.02	Sauiges	La Fourneau	395753	2335735	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61075.01	Cénaré	La Grande Bretonnière	378260	2391985	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61091.02	Champsecret	Verrerie	387706	2403658	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61223.01	Larchamp	Le Vieux Fourneau	379750	2415305	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
61235.01	Loré	La Lande	384570	2390698	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61243.01	Magny-le-Désert	La Bizardière	404098	2403330	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61248.01	Mantilly	Fer Battu	366775	2392378	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61324.01	Passais	Gué des Forges-Verrerie Chesnel	370090	2394145	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61401.01	Saint-Hilaire-de-Briouze	La Fontenay	405621	2413889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone

Fig. 269 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (5/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53186.01	Quelaines-Saint-Gault	La Fardalière	363873	2327932	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Château-Gontier	hp
53186.02	Quelaines-Saint-Gault	La Pavonnière	362062	2330459	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
53186.03	Quelaines-Saint-Gault	Les Gast	363278	2329830	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Château-Gontier	a
35167.01	Martigné-Ferchaud	La Chevrière	329320	2316850	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
35167.02	Martigné-Ferchaud	Moulin-Saint-Menard	329060	2317000	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
49161.01	Jallis-Yvon (La)	La Droguerie	371240	2307868	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
49189.01	Marigné	La Brinière	376250	2306358	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
53005.01	Andouillé	La Haie	362324	2357542	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53012.01	Athée	La Clemerie	353867	2324745	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Hors zone	hzone
53013.01	Averton	La Cordaie	410546	2376477	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53022.01	Bazougers-de-Chémeré (La)	La Haye	390262	2337128	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53035.01	Bouchamps-lès-Craon	Plessis-Charbon	350935	2317696	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53056.01	Chapelle-Anthenaise (La)	Les Bataillères	376020	2352245	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53065.02	Châtres-la-Forêt	Gué Bouvard	396483	2330665	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53066.03	Chemazé	La Robellière	365658	2314807	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53085.01	Cosmes-en-Passais	La Fontaine	409295	2377930	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53095.01	Epineux-le-Seguin	Les Bouvedières	397948	2329520	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53104.01	Gennes-sur-Glaize	La Gaignerie	382830	2317720	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53122.03	Jublains	Terrain de sport	369804	2365951	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Hors zone	hzone
53123.01	Javigné	Coultru	353279	2362388	Site de réduction directe du fer	Moyen Age	VRAI	Hors zone	hzone
53136.03	Loigné-sur-Mayenne	Petite-Frezellière (La)	372183	2320875	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53150.01	Méral	Bois de la Grande Lande	373820	2310580	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53207.01	Saint-Christophe-du-Luat	La Hérandière	389395	2352472	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53207.02	Saint-Christophe-du-Luat	Les Petites Haies	392235	2353035	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53208.01	Saint-Cyr-en-Pail	La Coudray	411294	2384708	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53209.01	Saint-Cyr-le-Gravelais	La Mazure	349990	2344250	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53210.01	Saint-Denis-d'Anjou	Mar-de-Fer	393212	2312964	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53220.01	Saint-Georges-le-Fléchar	L'Hommée	389188	2340738	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53224.01	Saint-Germain-le-Fouilloux	La Marpaudière	363764	2353668	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53232.07	Saint-Léger	La Coix	389579	2347245	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53249.01	Saint-Pierre-sur-Orthe	La Boissière	414350	2361415	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
53257.02	Sauiges	La Fourneau	395753	2335735	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61075.01	Cénaré	La Grande Bretonnière	378260	2391985	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61091.02	Champsecret	Verrerie	387706	2403658	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61223.01	Larchamp	Le Vieux Fourneau	379750	2415305	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone
61235.01	Loré	La Lande	384570	2390698	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61243.01	Magny-le-Désert	La Bizardière	404098	2403330	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61248.01	Mantilly	Fer Battu	366775	2392378	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61324.01	Passais	Gué des Forges-Verrerie Chesnel	370090	2394145	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Hors zone	hzone
61401.01	Saint-Hilaire-de-Briouze	La Fontenay	405621	2413889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Hors zone	hzone

Fig. 270 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (6/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
61095.01	Chapelle-Biche (La)	Les Ferrettes	382951	2416305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61095.02	Chapelle-Biche (La)	Le Cotil	382369	2416078	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61095.03	Chapelle-Biche (La)	L'Oriendière	381749	2416114	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61102.02	Le Châtellier	La Crétine	385363	2414584	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61163.02	Ferrière-aux-Étangs (La)	Le Puits Pralon	390118	2409352	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61163.05	Ferrière-aux-Étangs (La)	Mont Brûlé	389548	2410668	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61163.06	Ferrière-aux-Étangs (La)	Le Bois des Minières	389835	2409203	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Ferrière-aux-Etangs	a
61376.01	Saint-Clair-de-Halouze	La Forge	380605	2413676	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61376.02	Saint-Clair-de-Halouze	Les Cités	381894	2414075	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61376.03	Saint-Clair-de-Halouze	Fosse Locvette	383506	2413446	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	hp
61376.04	Saint-Clair-de-Halouze	Beauvallon	381582	2414677	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.01	Saint-Paul	Noire Vallée	381238	2417990	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.02	Saint-Paul	Bois Lanier	381523	2418593	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.03	Saint-Paul	Beau Vallon	381103	2418660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61443.04	Saint-Paul	Parmentière	381588	2419488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	b
61486.01	Tinchebray	Bois du Docteur Colombe	379884	2422204	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	c
61486.02	Tinchebray	L'Epinette	376180	2422190	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	La Ferrière-aux-Etangs	c
53039.01	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	Chambord	351757	2355613	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53039.02	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	La Petite Ferrière 2	354076	2355485	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	b
53039.03	Bourgneuf-la-Forêt (Le)	La Petite Ferrière 1	354140	2355434	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	b
53045.01	Bérulatte (La)	La Sacrière	351719	2347631	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53045.02	Bérulatte (La)	Cornusse	351309	2348959	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.01	Gravelle (La)	La Prise à Legal 1	350134	2348912	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.02	Gravelle (La)	Cropé 1	350092	2348479	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.03	Gravelle (La)	La Brousse	348568	2348182	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.04	Gravelle (La)	La Cassée	348328	2348580	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.05	Gravelle (La)	Cropé 2	350045	2348579	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.06	Gravelle (La)	Le Pâtis Boivin	350278	2348658	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.07	Gravelle (La)	La Haute Juberdière	349580	2348358	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.08	Gravelle (La)	Le Haut Bois 1	350284	2347650	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.09	Gravelle (La)	Le Haut Bois 2	350177	2347918	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.10	Gravelle (La)	Les Pavés	349305	2347475	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.11	Gravelle (La)	La Prise à Legal 2	350100	2348990	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53108.12	Gravelle (La)	Cropé 3	350031	2348531	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.01	Launay-Villiers	Le Minerais	349540	2352865	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.02	Launay-Villiers	La Garenais	350696	2354837	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	hp
53129.03	Launay-Villiers	L'Etoche	349150	2352238	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.04	Launay-Villiers	La Petite Balorais	348935	2352325	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.05	Launay-Villiers	La Rocerie	351008	2352670	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.06	Launay-Villiers	Les Jacrais	350710	2352960	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a

Fig. 271 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (7/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53129.07	Launay-Villiers	Le Pré 1	351643	2352842	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.08	Launay-Villiers	Le Pré 2	351202	2353115	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.09	Launay-Villiers	Le Chêne Vert	351622	2353619	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53129.10	Launay-Villiers	Les Petites Brillais	351832	2352010	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.01	Saint-Pierre-la-Cour	Le Bourg	349202	2351835	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.02	Saint-Pierre-la-Cour	L'Embuche	348759	2349952	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.03	Saint-Pierre-la-Cour	Le Moulin Neuf	348503	2349915	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.04	Saint-Pierre-la-Cour	Le Roc	350309	2349426	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.05	Saint-Pierre-la-Cour	La Petite Hudrie	350217	2348980	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.06	Saint-Pierre-la-Cour	Moulin de Cornusse	351240	2349498	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.07	Saint-Pierre-la-Cour	Bois des Effretais	348778	2349800	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.08	Saint-Pierre-la-Cour	La Basse Bercelais	349950	2351871	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.09	Saint-Pierre-la-Cour	Les Effretais	349600	2349459	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.10	Saint-Pierre-la-Cour	Les Rottes 1	350011	2350387	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.11	Saint-Pierre-la-Cour	Bel Orient	347823	2350118	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	La Gravelle	a
53247.12	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 1	351233	2351268	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.13	Saint-Pierre-la-Cour	La Lande Baloire	350208	2350370	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.14	Saint-Pierre-la-Cour	Les Rottes 2	350103	2350163	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.15	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 2	351493	2351325	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.16	Saint-Pierre-la-Cour	La Noë Baudron 3	351790	2351203	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.17	Saint-Pierre-la-Cour	La Revenie	350316	2351171	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53247.18	Saint-Pierre-la-Cour	La Feuillée	350277	2350607	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	La Gravelle	a
53054.01	Changé	Château-Sens	362753	2350635	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53054.02	Changé	La Jaffetière	366511	2349975	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Laval	hp
53054.03	Changé	La Baltière	363748	2350085	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53119.01	Huisseria (L')	Pierre Blanche	366310	2341100	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	a
53119.02	Huisseria (L')	La Pâtis	367713	2341729	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	a
53130.01	Laval	La Gaufrie	366446	2343788	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Laval	hp
53201.01	Saint-Berthevin	Villemboin	363760	2348434	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.02	Saint-Berthevin	La Dachinais	363195	2348769	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.03	Saint-Berthevin	La Morinière	361996	2349180	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.04	Saint-Berthevin	Les Coquetirières	361566	2347706	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.06	Saint-Berthevin	Château La Loge	362268	2344634	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Laval	hp
53201.07	Saint-Berthevin	La Chapelle	362580	2348925	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	a
53201.08	Saint-Berthevin	Le Pont	360455	2349219	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Laval	hp
72001.02	Aigné	Maquère (au n°71)	434528	2344227	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.03	Aigné	Les Mézières 1	431886	2344840	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.04	Aigné	Les Mézières 2	431966	2344985	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.05	Aigné	Château Fort	432312	2344138	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.06	Aigné	La Crocherdière	433851	2344636	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a

Fig. 272 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (8/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72001.07	Aigné	Les Fontaines 1	433437	2343333	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72001.08	Aigné	Les Fontaines 2	433411	2343559	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.01	La Bazoge	La Côte des Goignons 1	437926	2345569	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.02	La Bazoge	La Côte des Goignons 2	438127	2345603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.03	La Bazoge	La Côte des Goignons 3	438248	2345636	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.04	La Bazoge	Les Châtaigniers	438638	2344463	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.05	La Bazoge	Les Rocailles	438568	2346377	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.06	La Bazoge	La Fromentière	438287	2346580	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.07	La Bazoge	La Chauffarière	436929	2345322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.08	La Bazoge	La Sauvagère	437344	2345379	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.09	La Bazoge	Le Flassis 1	436920	2346319	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.10	La Bazoge	Le Flassis 2	437039	2346063	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.11	La Bazoge	La Grisonnière	436312	2346166	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.12	La Bazoge	Beaumanoir	437230	2347192	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.13	La Bazoge	Le Mortier 1	436365	2347535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.14	La Bazoge	Le Mortier 2	436222	2347630	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.15	La Bazoge	La Galipaudière	435888	2347774	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.16	La Bazoge	La Bougerie	436669	2348498	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.17	La Bazoge	La Rue Belin	436786	2348552	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.18	La Bazoge	Les Tertuères	435081	2345986	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.19	La Bazoge	La Chapelle aux Chefcots	436033	2346341	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.20	La Bazoge	L'Hommeau 1	436524	2346999	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.21	La Bazoge	L'Hommeau 2	436724	2346853	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.22	La Bazoge	L'Aunay Touhet	439156	2346393	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.23	La Bazoge	Les Rocailles 2	438672	2346400	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72024.24	La Bazoge	Les Trois Couleurs	437332	2348465	Site de réduction directe et d'épuration du	Protohistorique	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.01	Chapelle-Saint-Fray (La)	Le Moulin-Hubert	433807	2346406	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.02	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Houssais	431957	2348439	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.03	Chapelle-Saint-Fray (La)	Le Bourg	431971	2347929	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.04	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Noyère	433578	2347664	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.05	Chapelle-Saint-Fray (La)	La Godinière	433863	2347397	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72066.06	Chapelle-Saint-Fray (La)	Le Cœur	433159	2347759	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.01	Domfront-en-Champagne	Le Minerai	430580	2347120	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.02	Domfront-en-Champagne	Lotissement de la Forêt	431730	2346450	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.03	Domfront-en-Champagne	Vacheland	430099	2346796	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.04	Domfront-en-Champagne	Les Blosseries	431986	2346435	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.05	Domfront-en-Champagne	La Vêquerie	430644	2348039	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.06	Domfront-en-Champagne	Le Champ du Gué	431237	2347803	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72119.07	Domfront-en-Champagne	La Belleris	429530	2348181	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72137.01	Lavardin	La Fosse Noire	430730	2346250	Site de réduction directe du fer	Haut-Moyen Age	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a

Fig. 273 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (9/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72157.02	Lavardin	La Fosse Noire 2	431491	2346175	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.03	Lavardin	La Boclaye	431954	2345276	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.04	Lavardin	Les Châtaignes	430774	2345442	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.05	Lavardin	L'Etang Neuf	431037	2345401	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.06	Lavardin	Rolland	432037	2343710	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72157.07	Lavardin	Rougeul	432026	2344077	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72197.01	Mézières-sous-Lavardin	Le Pot	431520	2353930	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72197.02	Mézières-sous-Lavardin	La Goutardière	431263	2353546	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.01	Milesse (La)	Les Rocherdières	435700	2344014	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.03	Milesse (La)	Monteillé	434050	2345173	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.04	Milesse (La)	Le Patisseau	434325	2345639	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72198.05	Milesse (La)	Le Grand Saint Ouen	436662	2343050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72217.01	Neuville-sur-Sarthe	L'Ouvrerie	439225	2345514	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72289.01	Sainte-Jamme-sur-Sarthe	Chêne Artuis	437219	2351005	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	hp
72290.02	Saint-Jean-d'Assé	Monthibeault	433268	2354865	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.03	Saint-Jean-d'Assé	Le Buisson	432548	2354535	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.04	Saint-Jean-d'Assé	Enfernay	433633	2354892	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72290.05	Saint-Jean-d'Assé	La Ferrocherie	432131	2354404	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.01	Sainte-Sabine-sur-Longève	Le Moulin	433600	2349741	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.02	Sainte-Sabine-sur-Longève	La Charbonnerie	433532	2349582	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.03	Sainte-Sabine-sur-Longève	Les Gandrières	433665	2349104	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.04	Sainte-Sabine-sur-Longève	Rouperroux 1	431916	2351899	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.05	Sainte-Sabine-sur-Longève	Rouperroux 2	431845	2351796	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.06	Sainte-Sabine-sur-Longève	Sévilly	431855	2351367	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.07	Sainte-Sabine-sur-Longève	La Motte	430671	2350201	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.08	Sainte-Sabine-sur-Longève	Les Seilles - Champ Ferré	432723	2351289	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72319.09	Sainte-Sabine-sur-Longève	Fosse Mérienne	431403	2349883	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72320.01	Saint-Saturnin	Bourg	437417	2342695	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72338.01	Soulitré	Les Penardières	438044	2348224	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
72362.01	Le Tronchet	La Blancharderie	432728	2355480	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Lavardin / La Bazoge	a
53133.01	Ligurères-Orgères	La Ferrière	412788	2394781	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	a
53133.02	Ligurères-Orgères	La Gallière	410390	2397133	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	a
53133.03	Ligurères-Orgères	La Verrerie	410134	2395764	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	a
53133.04	Ligurères-Orgères	La Pesnière	412285	2397540	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	b
53133.05	Ligurères-Orgères	Monthard	413322	2397134	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	b
53133.06	Ligurères-Orgères	La Pagerie	414350	2394938	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Ligurères	hp
53027.02	Beaumont-Pied-de-Boeuf	La Glanière	391160	2326130	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53027.03	Beaumont-Pied-de-Boeuf	La Glanière 2	391650	2326026	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	a
53030.01	Bignon-du-Maine (Le)	Clavières	377440	2330728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Meslay / Sablé	hp
53037.02	Bousseray	Les Gastibières 1	394290	2322533	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Meslay / Sablé	a

Fig. 274 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (10/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53037.03	Bousseray	Bodinière	395600	2321980	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53037.04	Bousseray	Les Gaettières 2	394373	2322589	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Meslay / Sablé	a
53037.05	Bousseray	Les Gaettières 3	394213	2322573	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53037.06	Bousseray	Les Minerais 2	394290	2323268	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53037.07	Bousseray	Bois-Bureau	394876	2321772	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53037.08	Bousseray	La Morlière	395155	2323691	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53046.01	Bonst (Le)	La Tranchée - La Rochette	387930	2328205	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	b
53046.02	Bonst (Le)	Les Agets	386925	2328935	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	b
53046.03	Bonst (Le)	Les Dimeries	386393	2328513	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	b
53046.04	Bonst (Le)	Les Fourneaux	386753	2327518	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	b
53152.01	Meslay-du-Maine	La Maison de Paille	384715	2331590	Site de réduction directe du fer et de post-	Moyen Age Central	VEAI	Meslay / Sablé	hp
53152.02	Meslay-du-Maine	Richebourg	383065	2329796	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	hp
53152.03	Meslay-du-Maine	Le Plain Chêne	380746	2331116	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	hp
53203.01	Saint-Brice	Forêt de Bellebranche	391923	2324500	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53203.02	Saint-Brice	Forêt de Bellebranche	391734	2324550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53203.03	Saint-Brice	Corcey 3	391113	2324754	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53203.04	Saint-Brice	Corcey 4	391127	2324755	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53203.05	Saint-Brice	Le Prieur	391112	2324544	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53203.06	Saint-Brice	La Manufacture	391436	2323976	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.01	Saint-Loup-du-Dorat	Corcey	392083	2325198	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.02	Saint-Loup-du-Dorat	Les Cormiers	392836	2324452	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.03	Saint-Loup-du-Dorat	Ruisseau de Corcey	392348	2324220	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.04	Saint-Loup-du-Dorat	Le Plessis	393953	2324270	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.05	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 1	394020	2323568	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.06	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 2	394171	2323603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.07	Saint-Loup-du-Dorat	Corcey 2	391452	2325282	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.08	Saint-Loup-du-Dorat	La Maison Neuve	392995	2323905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Meslay / Sablé	a
53233.09	Saint-Loup-du-Dorat	Les Hermes 3	394090	2323523	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VEAI	Meslay / Sablé	a
72016.02	Auvers-le-Hamon	La Forge	395616	2325751	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	VEAI	Meslay / Sablé	hp
53052.01	Champfrémont	La Souchère	421394	2383009	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	a
53052.02	Champfrémont	La Bétroshère	420422	2383210	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	a
53106.01	Gesvres	La Hégromière	412982	2380311	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.02	Gesvres	La Garenne	414403	2377488	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.03	Gesvres	La Grande Boulaye	416835	2374640	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Pail	b
53106.04	Gesvres	Le Plessis	415390	2379959	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.05	Gesvres	La Fontaine	419223	2376118	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.06	Gesvres	La Healoudrière	417787	2376269	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VEAI	Pail	b
53106.07	Gesvres	La Bazoge	415408	2376429	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.08	Gesvres	Sainte-Catherine	415539	2376548	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b
53106.09	Gesvres	La Haie 1	416389	2376388	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VEAI	Pail	b

Fig. 275 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (11/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53106.10	Gesvres	La Hourtière du Bourg	416457	2376920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.11	Gesvres	La Bagotière	414192	2378131	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.12	Gesvres	La Haie 2	416362	2376285	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.13	Gesvres	Cour Malabry	414738	2378880	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.14	Gesvres	Les Arellières	414070	2378966	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.15	Gesvres	Les Champs Elysées	413477	2379889	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.16	Gesvres	Saint-Sulpice	414745	2376439	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53106.17	Gesvres	Le Moulin de Feujeux	417299	2378459	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
53185.02	Pré-en-Pail	Le Vieux Saint-Julien	412794	2383605	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
53187.01	Ravigny	Sainte-Anne	420528	2385048	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53187.02	Ravigny	La Madeleine	420896	2385247	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53246.01	Saint-Pierre-des-Nids	Champ Ferré	415197	2379699	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.02	Saint-Pierre-des-Nids	Bourgelière	415285	2380963	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.03	Saint-Pierre-des-Nids	Barillon	416074	2380766	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	b
53246.05	Saint-Pierre-des-Nids	Ville Perdue	422370	2381970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
53246.07	Saint-Pierre-des-Nids	La Pilonière	417225	2379744	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp
61165.01	Ferrière-Bochard (La)	Beauceire	423910	2382353	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.02	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 1	423219	2380943	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.04	Ferrière-Bochard (La)	Saint-Christophe	424273	2381313	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.05	Ferrière-Bochard (La)	Le Fougeret	424827	2383075	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.06	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarrias 1	424461	2384226	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.07	Ferrière-Bochard (La)	Le Fougeret 2	425027	2383215	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.08	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarrias 2	424436	2384191	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.09	Ferrière-Bochard (La)	Bois de Jarrias 3	424436	2384069	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
61165.10	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 2	423184	2380913	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61165.11	Ferrière-Bochard (La)	La Goistière 3	423250	2380901	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61279.01	Mieuxcé	La Fetterie	424827	2380162	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
61372.01	Saint-Céneri-le-Gerei	Trente Sillons	423840	2379646	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.01	Assé-le-Boisne	Beauvais	422850	2374806	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.03	Assé-le-Boisne	Valette	424217	2375636	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72011.04	Assé-le-Boisne	Le Preseoir	423971	2375654	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72212.01	Moulins-le-Carbonnel	La Louverie	425093	2376885	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72212.02	Moulins-le-Carbonnel	Le Minerai 2	424628	2377115	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72212.03	Moulins-le-Carbonnel	Le Clos du Bourg	425005	2376905	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72212.04	Moulins-le-Carbonnel	La Fenderrière	425433	2375921	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Pail	a
72294.01	Saint-Léonard-des-Bois	La Bruyère	420319	2374322	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.02	Saint-Léonard-des-Bois	Le Bois de Linthe	422708	2375680	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.03	Saint-Léonard-des-Bois	La Vente du Carrefour	421190	2373743	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.04	Saint-Léonard-des-Bois	Le Pont de Folie	421880	2373900	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	a
72294.06	Saint-Léonard-des-Bois	Forge Collet	420953	2375627	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Pail	hp

Fig. 276 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (12/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72294.07	Saint-Léonard-des-Bois	Le Grand Coslin	422766	2374649	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Perl	a
72309.01	Saint-Paul-le-Gaultier	La Prisonnière	415725	2373200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Perl	b
72309.02	Saint-Paul-le-Gaultier	Les Ruaudières	415993	2374403	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Perl	b
72337.01	Sougé-le-Ganelon	Les Chauvières	423493	2374040	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Perl	a
61344.01	Rânes	L'Aumônière	409923	2408698	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.02	Rânes	Le Chêne Argot	411123	2409033	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.03	Rânes	La Royauté	411760	2408998	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.04	Rânes	L'Aunay-Royal	412603	2409583	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.05	Rânes	La Forêterie	413960	2409760	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.06	Rânes	L'Aumônière 2	409735	2408212	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
61344.07	Rânes	L'Aumônière 3	409896	2408260	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Rânes	a
72012.01	Assé-le-Riboul	La Petite Berre	431820	2359305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sillé	b
72012.02	Assé-le-Riboul	La Ferrière-Aubigny	430928	2358478	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sillé	b
72109.01	Crissé	L'Hopiteau	418977	2358603	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72109.02	Crissé	La Ligne du Genêt	420187	2359619	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72109.04	Crissé	Le Grand Lavoir	418825	2359325	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.01	Montreuil-le-Chétif	Les Aumônerias	422695	2362749	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.03	Montreuil-le-Chétif	Bernay	423880	2361905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.04	Montreuil-le-Chétif	Champ Fouteau	423053	2360790	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.05	Montreuil-le-Chétif	Tertre (503)	424140	2361320	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.06	Montreuil-le-Chétif	Beauchêne 1	424012	2362779	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.07	Montreuil-le-Chétif	Beauchêne 2	424023	2362904	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.08	Montreuil-le-Chétif	Les Toilettes	425006	2361328	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.09	Montreuil-le-Chétif	Le Chêne Morand	422641	2361104	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72209.10	Montreuil-le-Chétif	La Coulée du Gué	422615	2361559	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Protohistorique	VRAI	Sillé	a
72211.01	Mont-Saint-Jean	La Ferrière	419835	2362810	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.02	Mont-Saint-Jean	Le Sect du Cerf (108)	421193	2361992	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.03	Mont-Saint-Jean	Roullée	421168	2363065	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.04	Mont-Saint-Jean	Le Jouteau (133)	418193	2360585	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.05	Mont-Saint-Jean	La Milleterie (127)	418965	2360900	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.06	Mont-Saint-Jean	La Fontaine d'Erdre (114)	420568	2361315	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.07	Mont-Saint-Jean	La Jument Blanche (429)	418228	2359558	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.08	Mont-Saint-Jean	Vieilles Carrières (406) 1	421285	2360730	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.09	Mont-Saint-Jean	Vieilles Carrières (406) 2	421203	2360685	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.10	Mont-Saint-Jean	Vieilles Carrières (406) 3	421293	2360748	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sillé	a
72211.11	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 1	420566	2360492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.12	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 2	420543	2360513	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.13	Mont-Saint-Jean	Courtil Minot (410) 3	420566	2360492	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.14	Mont-Saint-Jean	Le Débat (134)	418013	2360268	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72211.17	Mont-Saint-Jean	Le Bignon (133)	418338	2360455	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a

Fig. 277 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (13/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
72234.01	Pezé-le-Robert	La Griffaris	423420	2358503	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.02	Pezé-le-Robert	Fontaine à Bry (92.5)	421095	2360060	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.03	Pezé-le-Robert	Le Pas au Chat (513) 1	423070	2360265	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.04	Pezé-le-Robert	Le Pas au Chat (513) 2	423090	2360660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.05	Pezé-le-Robert	Roche Beune 1	421772	2360199	Site de réduction directe du fer	Haut-Empire	VRAI	Sillé	a
72234.06	Pezé-le-Robert	Courteille	423165	2358155	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.07	Pezé-le-Robert	Tertre Vert	424132	2360207	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72234.08	Pezé-le-Robert	Roche Beune 2	421772	2360199	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	VRAI	Sillé	a
72273.01	Saint-Christophe-du-Jambet	La Fontaine-Saint-Père	427386	2361259	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	hp
72315.01	Saint-Rémy-du-Sillé	Les Bourdaines	418745	2359405	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72332.01	Ségrie	Les Bersons	426329	2361620	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
72332.02	Ségrie	La Ferrière	428556	2359994	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	hp
72332.03	Ségrie	Les Toilaries	424993	2361137	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sillé	a
49309.01	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - La Rougeraie	338127	2301191	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49310.02	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Haute-Focillée 1	338043	2301710	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49311.03	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Haute-Focillée 2	337803	2301728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49312.04	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - Le Vieux Couvent	338018	2300194	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49313.05	Saint-Michel-et-Chanveaux	Chanveaux - Les Orengeries	336930	2301970	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49314.06	Saint-Michel-et-Chanveaux	Etang Maubasson	336810	2301920	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49315.07	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 1	338230	2302305	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49316.08	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 2	338378	2302243	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49317.09	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Blandellerie 3	338268	2302245	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49318.10	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Miquenais 1 - Miquenais	338718	2304520	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49319.11	Saint-Michel-et-Chanveaux	La Miquenais 2 - Les Toutes	338694	2304529	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
49320.12	Saint-Michel-et-Chanveaux	Le Prossoir	337738	2305416	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	St Michel	a
53077.01	Chatun	La Bourière	332900	2324385	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
35114.01	Forges-la-Forêt	La Dibonnière - Le Bourg	329470	2324350	Site de réduction directe du fer	Bas Moyen Age	FAUX	Sud Mayenne	hp
49036.01	Bouillé-Ménard	Pince Loup	351070	2311810	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49036.02	Bouillé-Ménard	La Haute Forêt	352930	2311030	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.01	Bourg-L'Evêque	La Croix-Gravelles A	348365	2309660	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.02	Bourg-L'Evêque	La Croix-Gravelles B	348268	2309530	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.03	Bourg-L'Evêque	La Croix-Figuris A	347660	2309523	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.04	Bourg-L'Evêque	La Croix-Figuris B	347760	2309696	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.05	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 1	349600	2308175	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.06	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 2	349260	2307890	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49038.07	Bourg-L'Evêque	For. Ombrée 3	347700	2309300	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49073.01	Chapelle-Hullin (La)	La Hinardière	344813	2310640	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49073.02	Chapelle-Hullin (La)	Le Bois Joubert	345594	2313558	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49081.01	Châtelais	La Lande	351650	2312200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49081.02	Châtelais	La Haute Garde	352530	2311370	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a

Fig. 278 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (14/16).

N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
49088.01	Chazé-Henry	Bois de Chazé	342920	2310420	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49103.01	Combrée	Les Trois Chênes	346070	2308300	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49103.02	Combrée	Le Bois Brûlé	346181	2307918	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49136.01	La Ferrière-de-Flée	Le Domaine	361233	2308728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49136.02	La Ferrière-de-Flée	Chanteloup	361495	2307795	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49136.03	La Ferrière-de-Flée	Bois La Ferrière 2	359917	2308474	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49156.01	Grugé-L'Hôpital	Les Ouzeaux	347655	2312140	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.02	Grugé-L'Hôpital	La Maronnie	346280	2310945	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.02	Grugé-L'Hôpital	La Grange	347655	2312140	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.03	Grugé-L'Hôpital	Le Grand Bois	348745	2311040	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.04	Grugé-L'Hôpital	Bois St. Gilles	347670	2312770	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.05	Grugé-L'Hôpital	Bois Le Répenais	348650	2312050	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.06	Grugé-L'Hôpital	La Roberdais	349058	2312578	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.07	Grugé-L'Hôpital	For. Ombrée 4	346250	2310100	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.08	Grugé-L'Hôpital	For. Ombrée 5	346370	2309870	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.09	Grugé-L'Hôpital	Le Haut Moulin 1	350788	2311953	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49156.10	Grugé-L'Hôpital	Le Haut Moulin 2	350805	2312082	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	a
49158.01	Hôtellerie-de-Flée	La Souchetière	359100	2309450	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49158.03	Hotellerie-de-Flée (L')	Bois La Ferrière 1	358894	2309146	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	f
49208.01	Morgnillon	Les Forges	367085	2309085	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.01b	Morgnillon	Les Forges	366950	2309200	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.02	Morgnillon	Bouillé-Théval	366330	2309413	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.03	Morgnillon	Le Bois de Molières 1	367945	2309040	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.04	Morgnillon	Le Bois de Molières 2	367771	2309034	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.05	Morgnillon	Le Bois de Molières 3	368215	2308936	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.06	Morgnillon	Les Rousières	368427	2308716	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.06	Morgnillon	Bois de Molières 4	367713	2309120	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49208.07	Morgnillon	Bois de Molières 5	368196	2309076	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49229.01	Noyant-la-Gravoyère	Saint Blaise 1 - Chât. La Grav	353614	2306551	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49229.02	Noyant-la-Gravoyère	Saint Blaise 2 - Chât. La Grav	353700	2306550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49233.01	Nyoiseau	La Tremblaie	356895	2305520	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
49319.01	Saint-Sauveur-de-Flée	Le Houssay 1	364705	2309965	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49319.02	Saint-Sauveur-de-Flée	Le Houssay 2	364875	2309755	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	b
49331.01	Segré	La Gibaudais	360830	2305370	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	FAUX	Sud Mayenne	hp
53066.01	Chemazé	Grandes Forges	366640	2311800	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp
53066.02	Chemazé	La Boberaie	370037	2310546	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	hp
53073.01	Congrier	Les Ecommes	343063	2314975	Site de réduction directe du fer	Gallo-romain	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.02	Congrier	Lourais	342740	2315465	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.03	Congrier	Roche-Charbonneau 1	343851	2314478	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53073.04	Congrier	Roche-Charbonneau 2	343978	2314619	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a

Fig. 279 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (15/16).

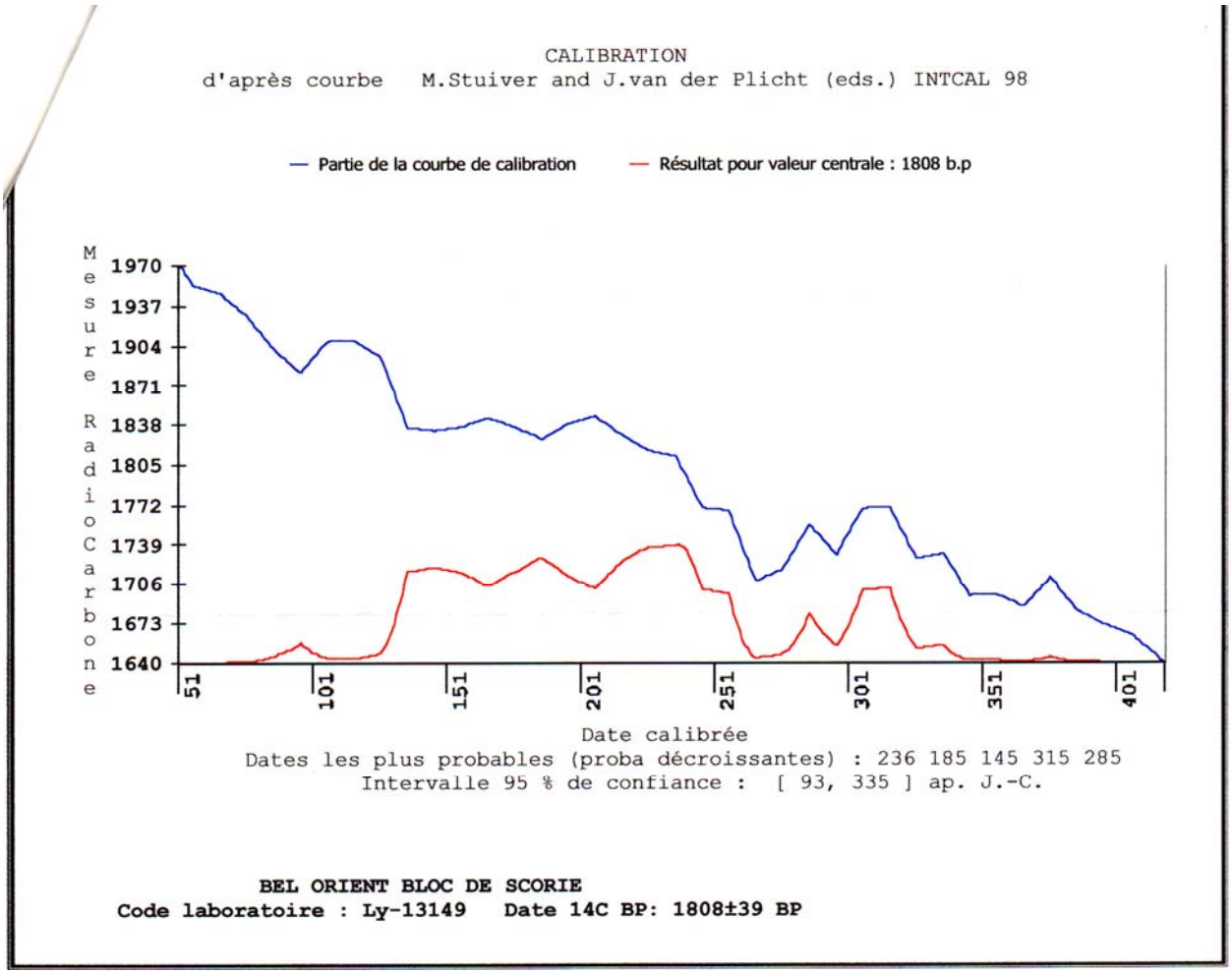
N° Site	Commune	Lieu-dit	X	Y	Interprétation	Datation proposée	Zone d'étude	Zone de production	Pôle
53188.01	Renazé	Saint-Joseph	345501	2313650	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.02	Renazé	Bois Saint Gilles	347485	2313330	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.03	Renazé	La Jolisarie 1	346175	2314035	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53188.04	Renazé	La Jolisarie 2	346268	2313905	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	a
53197.01	Saint-Aignan-sur-Roë	Bois d'Andigné	336106	2323187	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	c
53197.02	Saint-Aignan-sur-Roë	La Croix Blanche	342502	2321936	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	bp
53197.03	Saint-Aignan-sur-Roë	La Morinais	336554	2324248	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	c
53240.01	Saint-Martin-du-Limet	Bois du Limet	346748	2317840	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53240.02	Saint-Martin-du-Limet	Rocheperdaire	346785	2317253	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53240.03	Saint-Martin-du-Limet	Château La Chesnaie	347043	2316916	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53240.04	Saint-Martin-du-Limet	Echassaerie	348288	2317353	Proximité d'un site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53240.05	Saint-Martin-du-Limet	Le Petit Moulin	347187	2316877	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53240.06	Saint-Martin-du-Limet	Le Bois Valet	346875	2317550	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e
53251.01	Saint-Quentin-les-Anges	Le Moulin des Anges	359253	2312107	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	bp
53253.01	Saint-Saturnin-du-Limet	Lande Ferrière	342818	2319685	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53253.02	Saint-Saturnin-du-Limet	Beauchêne	343453	2318728	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	d
53258.01	Selle-Craonnaise (La)	La Houtnière	345588	2318907	Site de réduction directe du fer	Indéterminée	VRAI	Sud Mayenne	e

Fig. 280 : liste des sites pris en compte dans le dessin des zones de production classés par zone de production (16/16).

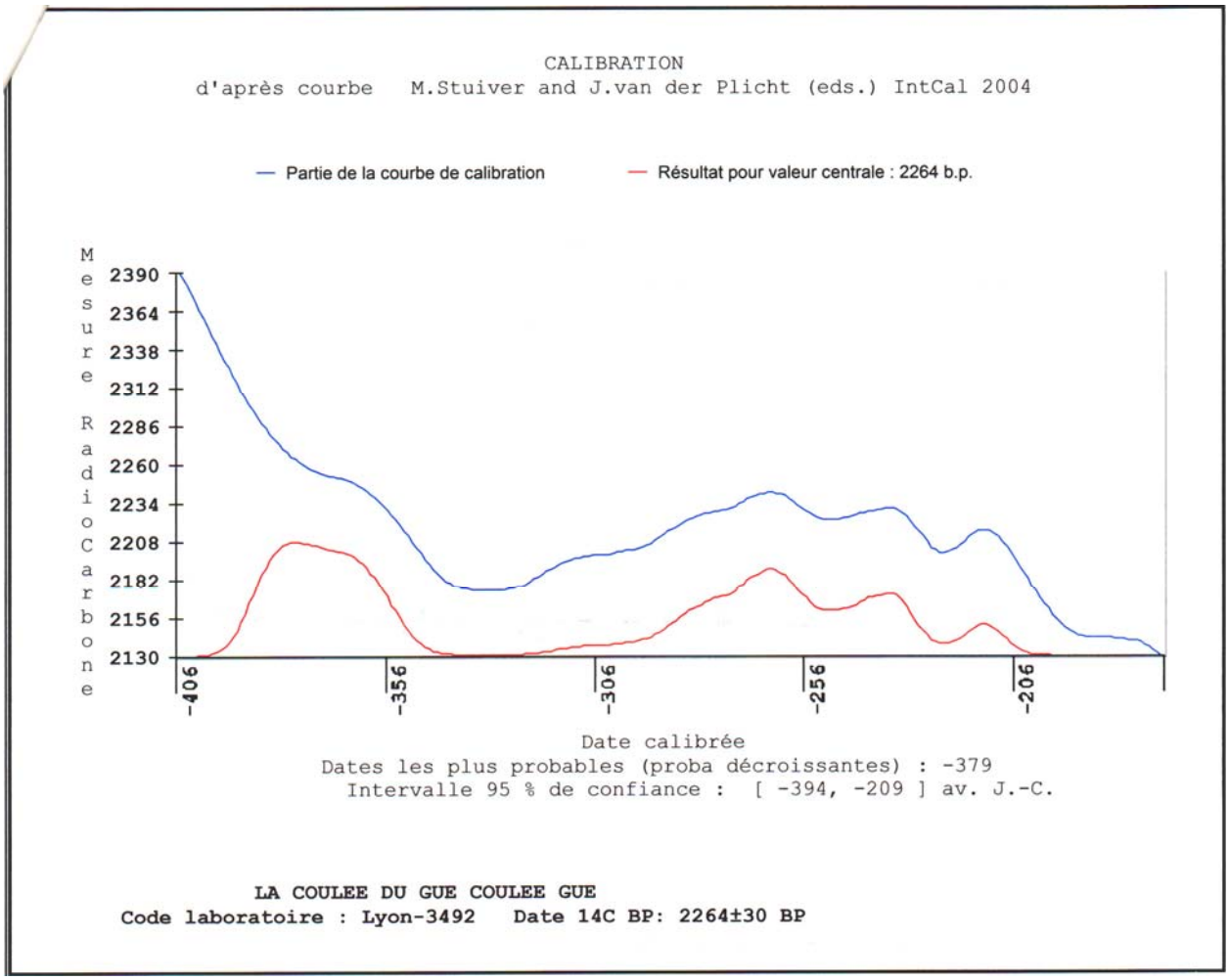
Annexe 4 :

datations radiocarbones

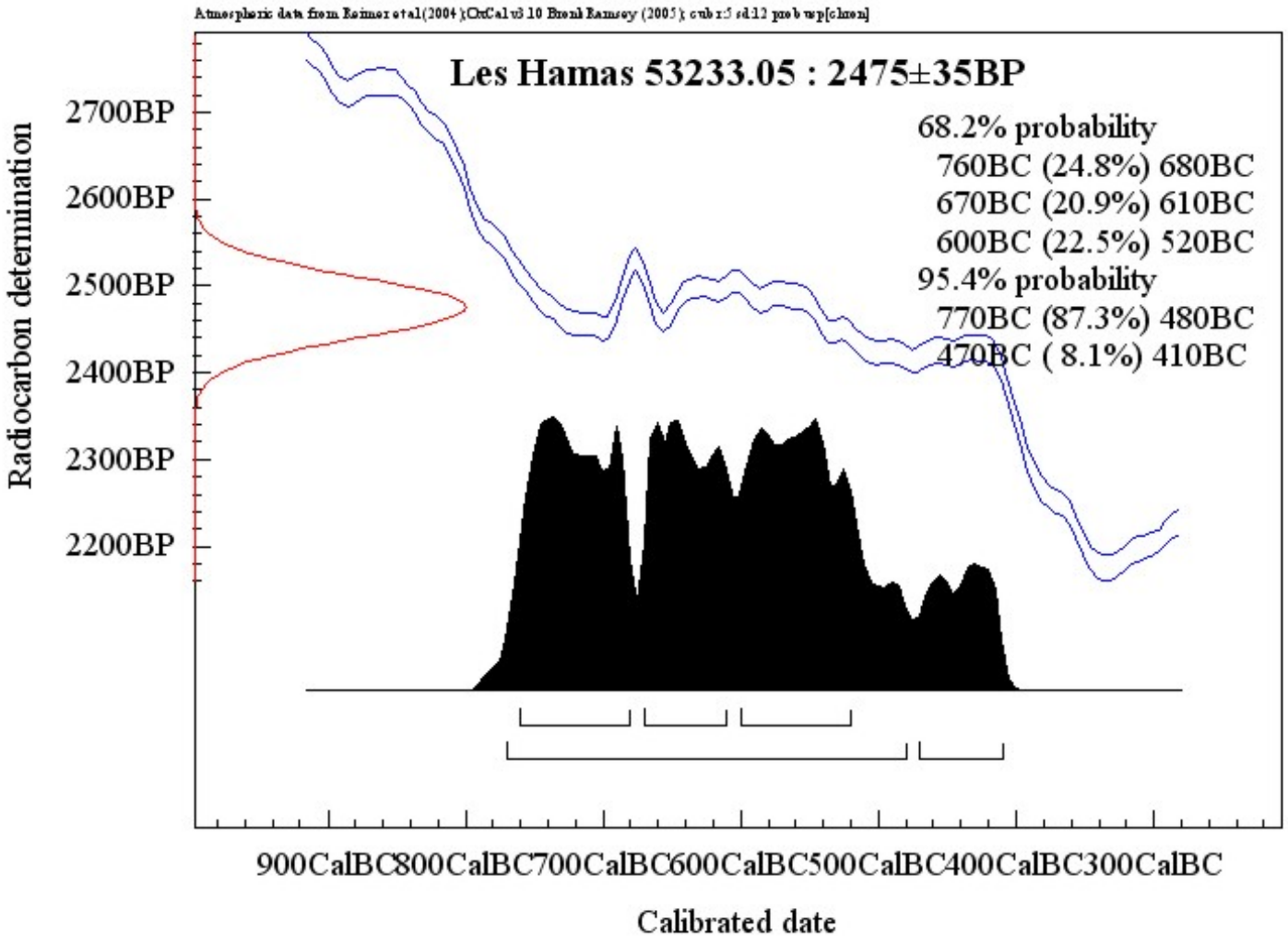
Annexe 4.1 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site de "Bel Orient" à Saint-Pierre-la-Cour (Mayenne)



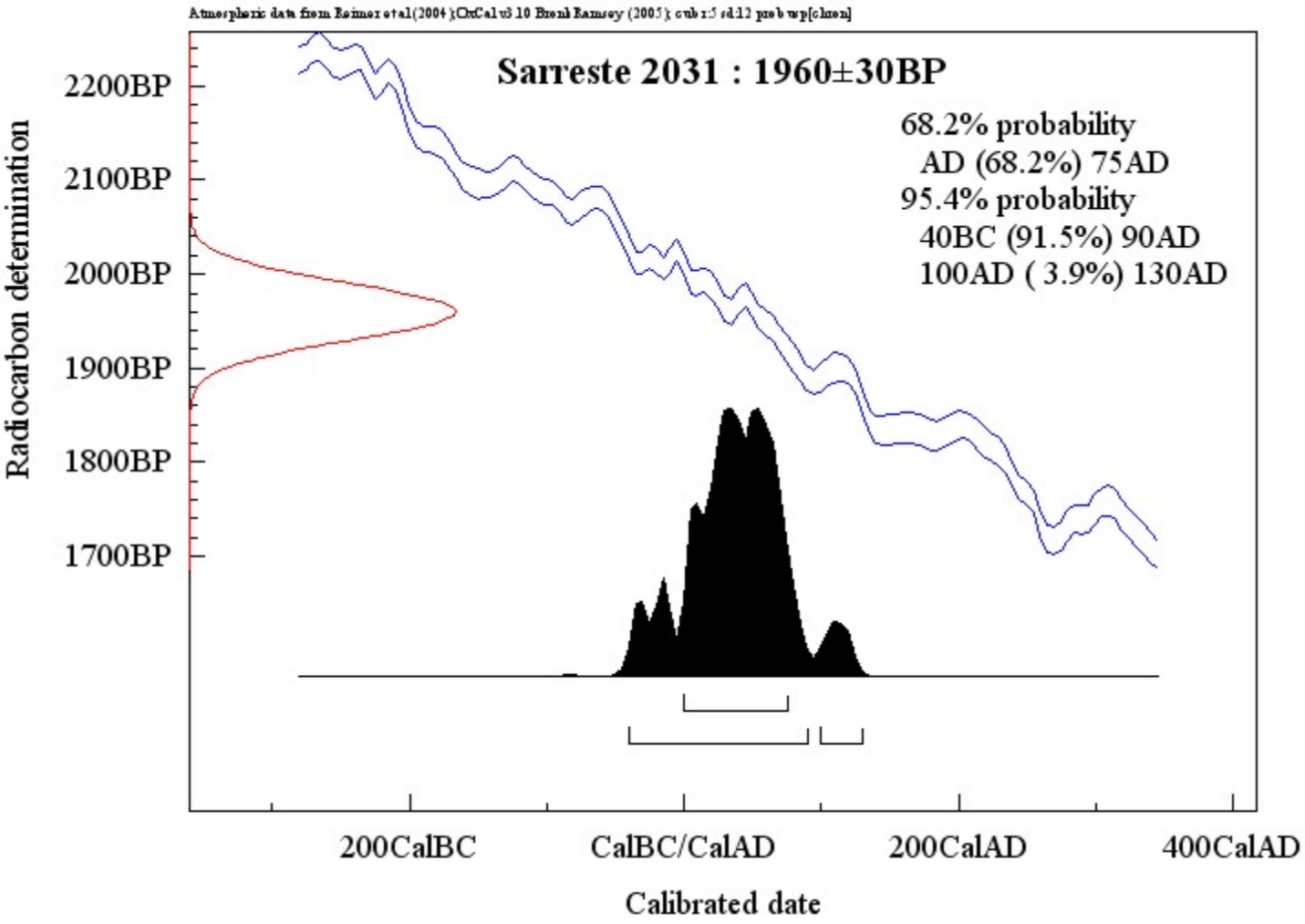
Annexe 4.2 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site de "La Coulée du Gué" à Montreuil-le-Chétif (Sarthe)



Annexe 4.3 : datation radiocarbone d'un charbon prélevé dans une scorie piégée du site des "Harnas" à Saint-Loup-du-Dorat (Mayenne)



Annexe 4.4 : datation radiocarbone d'un charbon de l'US 2031 du site de "Roche Brune"



Annexe 5 :

analyses chimiques

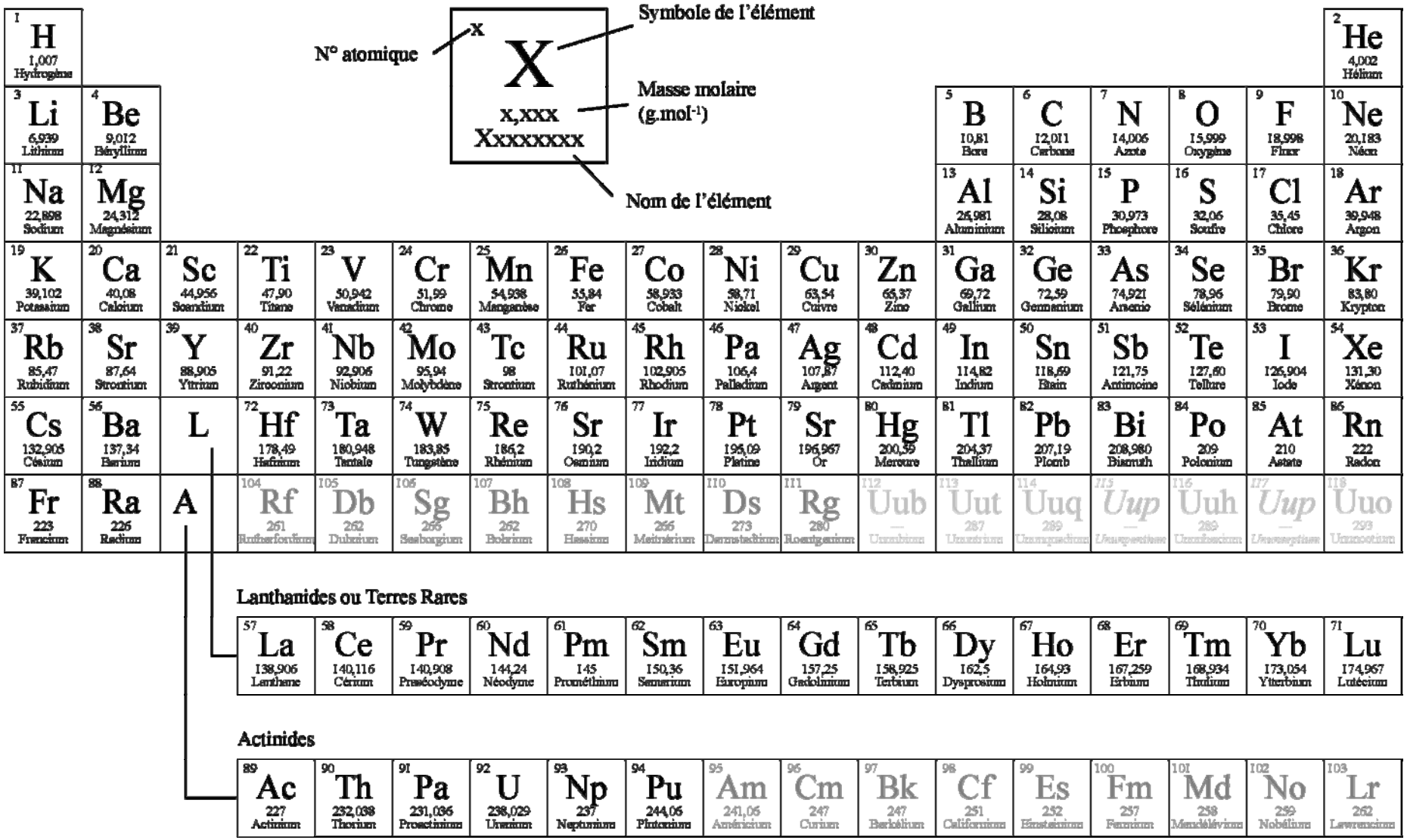


Fig. 281 : tableau de classification des éléments.

Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	PF
			%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
SAR401	Jublains (53) - *La Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	19.91	3.07	76.87	3.39	0.46	1.08	0.15	0.66	0.16	0.24	-7.04
SAR402	Jublains (53) - *La Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	24.09	4.02	74.05	0.56	0.46	1.48	0.28	0.85	0.24	0.26	-6.45
SAR403	Jublains (53) - *La Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	23.32	4.03	71.19	3.70	0.70	1.98	0.13	0.82	0.19	0.41	-6.47
SAR404	Jublains (53) - *La Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	17.11	2.89	81.95	0.58	0.27	0.62	0.11	0.50	0.19	0.29	-6.32
SAR405	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	22.97	4.46	70.40	0.28	0.39	2.34	0.26	1.50	0.36	0.48	-4.69
SAR406	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	20.50	3.02	73.24	4.82	0.85	2.28	0.16	0.79	0.22	0.25	-6.62
SAR407	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	25.37	3.94	70.55	0.70	0.45	0.86	0.19	0.75	0.27	0.25	-4.60
SAR408	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	25.61	4.01	72.24	0.17	0.43	0.66	0.27	1.01	0.30	0.61	-6.48
SAR409	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	26.92	4.95	70.01	0.47	0.57	1.05	0.23	1.27	0.31	0.28	-6.51
SAR410	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	26.72	4.43	71.00	0.19	0.51	1.01	0.22	1.16	0.29	0.91	-6.57
SAR0601	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	33.96	5.41	57.68	3.27	0.62	1.33	0.10	1.08	0.29	0.50	-5.51
SAR0602	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	34.70	5.60	59.40	0.86	0.48	0.65	0.08	1.47	0.56	0.24	-5.37
SAR0603	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	31.08	6.22	62.17	1.86	0.56	0.64	0.10	1.16	0.41	0.46	-5.89
SAR0604	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	32.50	7.15	59.07	3.09	0.60	0.67	0.11	1.32	0.44	0.58	-5.57
SAR0605	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	31.97	7.00	58.81	2.22	0.63	1.06	0.13	1.29	0.41	0.73	-5.28
SAR0606	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	37.57	7.61	55.87	1.13	0.26	1.02	0.11	0.62	0.56	0.22	-4.98
SAR0607	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	38.66	7.27	54.65	1.45	0.44	0.67	0.09	0.66	0.33	0.41	-5.26
SAR0608	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	33.98	6.45	60.77	1.37	0.33	0.44	0.08	0.50	0.29	0.48	-4.90
SAR0609	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	34.51	7.45	57.99	1.97	0.47	0.66	0.09	0.68	0.35	0.50	-5.44
SAR0610	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	35.36	9.46	56.17	1.22	0.30	0.68	0.11	0.83	0.56	0.30	-4.79
SAR0611	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	34.73	10.82	53.22	1.41	0.40	0.64	0.15	1.13	0.52	0.32	-4.53
SAR0612	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	29.73	9.67	61.33	0.42	0.47	1.34	< L.D.	0.81	0.28	0.39	-5.66
SAR0613	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	31.65	9.33	59.24	0.25	0.45	1.75	0.08	0.89	0.27	0.50	-5.55
SAR0614	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	32.42	7.60	61.79	0.24	0.25	0.83	< L.D.	0.62	0.27	0.71	-5.20
SAR0615	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	32.49	7.62	61.84	0.24	0.25	0.84	< L.D.	0.63	0.27	0.69	-5.19
SAR0616	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	38.25	6.76	56.99	0.68	0.34	0.59	< L.D.	0.79	0.37	0.24	-5.43
SAR0617	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	33.24	7.97	61.56	0.19	0.24	0.84	< L.D.	0.67	0.28	0.39	-5.59
SAR0618	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	29.33	8.09	64.79	0.52	0.55	0.57	< L.D.	1.05	0.40	0.29	-5.73
SAR0619	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	34.00	7.61	58.72	0.96	0.81	0.67	< L.D.	1.37	0.41	0.30	-5.25
SAR0620	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	34.60	7.11	59.80	0.31	0.54	0.39	< L.D.	0.95	0.41	0.20	-5.20
SAR0621	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	27.78	8.20	66.35	0.63	0.50	0.50	< L.D.	1.00	0.35	0.51	-5.82
SAR0622	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	32.71	8.73	60.03	0.35	0.54	0.71	< L.D.	1.20	0.40	0.28	-5.57
SAR0623	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	36.09	6.17	57.95	1.02	0.55	0.88	0.10	1.23	0.38	0.33	-5.54
SAR0624	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	35.93	6.22	58.04	1.47	0.59	1.03	< L.D.	1.24	0.38	0.32	-5.41
SAR0625	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	32.32	6.40	62.33	0.99	0.60	0.67	0.09	1.26	0.39	0.36	-5.90
SAR0626	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	33.49	5.97	55.55	2.04	0.93	4.52	< L.D.	1.06	0.47	0.68	-5.39
SAR0627	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	29.88	5.60	65.39	1.82	0.57	1.28	< L.D.	1.04	0.33	0.32	-5.92
SAR0628	Jossé-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	34.16	5.39	60.74	0.87	0.49	1.88	< L.D.	0.92	0.26	0.89	-6.00
SAR0629	Jossé-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	40.92	11.00	48.88	0.64	0.56	0.60	0.08	0.95	0.49	0.35	-4.51
SAR0630	Jossé-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	30.52	4.76	64.16	1.27	0.52	1.28	0.08	0.85	0.28	0.92	-6.13
SAR0631	Jossé-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	37.87	6.54	53.61	1.49	0.75	2.17	0.14	1.37	0.36	0.84	-5.11
SAR0632	Jossé-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	36.51	7.36	54.42	1.70	0.75	0.72	0.07	0.94	0.42	0.94	-5.30
SAR0633	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	35.31	6.52	57.78	1.31	0.57	0.74	0.08	1.38	0.35	0.34	-5.42
SAR0634	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	34.94	6.21	58.85	1.34	0.59	0.54	< L.D.	1.27	0.33	0.33	-5.63
SAR0635	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	37.69	4.68	57.70	1.71	0.35	0.58	< L.D.	0.87	0.27	0.43	-5.52
SAR0636	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	35.85	4.78	59.23	1.90	0.42	0.76	< L.D.	1.06	0.28	0.40	-5.74
SAR0637	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	34.97	5.89	58.65	1.43	0.53	0.68	0.08	1.20	0.33	0.40	-5.51
SAR0638	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	28.09	3.34	63.07	6.86	0.87	1.24	0.12	0.76	0.21	0.21	-6.17
SAR0639	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	27.89	3.28	63.62	6.83	0.84	1.32	0.11	0.71	0.20	0.21	-6.35
SAR0640	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	20.47	3.36	76.01	2.30	0.53	0.61	< L.D.	0.44	0.18	0.17	-5.31
SAR0641	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	25.22	7.91	65.42	1.75	0.38	0.58	0.08	0.85	0.34	0.65	-4.27
SAR0642	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	30.71	7.71	56.88	3.57	0.46	0.96	0.12	1.52	0.34	0.98	-4.64
SAR0643	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	28.81	7.57	61.82	1.95	0.39	0.85	0.10	0.95	0.34	0.98	-5.14

Fig. 282 : tableau des analyses du CRPG, éléments majeurs.

Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	SiO2 %	Al2O3 %	Fe2O3 %	MnO %	MgO %	CaO %	Na2O %	K2O %	TiO2 %	P2O5 %	BaO %	C %	Cr2O3 %	S %	SrO %	PF %
SAR644	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	32.20	4.38	65.00	1.15	0.37	0.94	0.12	0.64	0.25	0.44	0.05	0.02	0.01	0.03	0.01	-5.56
SAR645	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	41.00	6.74	52.30	1.29	0.47	0.94	0.13	1.05	0.37	0.19	0.03	0.02	0.01	0.04	0.01	-4.57
SAR646	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	35.10	6.99	58.50	1.30	0.36	1.33	0.13	0.90	0.34	0.29	0.05	<0.01	0.01	0.04	0.01	-5.14
SAR647	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	34.20	5.52	59.50	1.78	0.59	1.52	0.14	1.04	0.35	0.54	0.05	0.02	0.01	0.05	0.01	-5.31
SAR648	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	24.20	5.56	73.10	0.50	0.30	0.52	0.14	0.64	0.24	0.82	0.03	0.02	0.01	0.06	0.01	-6.12
SAR649	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	21.90	5.42	75.10	0.47	0.34	0.87	0.13	0.71	0.23	0.85	0.03	0.02	0.01	0.07	0.01	-5.92
SAR650	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	22.20	7.62	72.70	0.38	0.39	0.72	0.12	0.75	0.28	0.90	0.03	0.01	0.01	0.07	0.01	-6.09
SAR651	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	25.40	8.11	69.80	0.37	0.36	0.65	0.15	0.86	0.31	0.67	0.03	0.02	0.01	0.06	0.01	-5.99
SAR652	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	36.20	7.49	56.60	0.37	0.50	0.62	0.09	1.48	0.68	0.23	0.02	0.01	0.02	0.06	<0.01	-4.44
SAR653	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	30.10	6.59	63.30	0.98	0.43	0.88	0.19	1.18	0.38	0.22	0.02	0.02	0.01	0.03	<0.01	-5.16
SAR654	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	35.50	6.02	59.20	0.79	0.43	0.98	0.23	1.50	0.39	0.27	0.03	0.01	0.02	0.05	<0.01	-4.88
SAR655	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	36.50	8.48	55.70	0.43	0.52	0.70	0.24	1.45	0.69	0.34	0.04	0.02	0.02	0.09	0.01	-5.02
SAR656	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	1.14	0.57	82.10	0.06	0.01	0.08	0.13	0.04	0.03	1.96	<0.01	0.29	0.01	0.03	<0.01	13.40
SAR657	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	8.12	2.01	72.70	0.05	0.01	0.07	0.15	0.13	0.14	3.13	0.01	0.23	<0.01	0.02	<0.01	12.90
SAR658	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	9.82	0.30	69.10	1.26	0.20	3.45	0.18	0.12	0.03	2.72	0.01	0.49	<0.01	0.01	<0.01	13.45
SAR659	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	5.70	1.92	77.00	0.10	0.10	0.34	0.18	0.23	0.05	2.16	0.02	0.10	<0.01	0.02	<0.01	12.35
SAR660	Fercière-Bochard (La) (61) - *Le Bois des Jarrias*	Minerai de fer	21.00	1.06	64.60	0.01	0.04	0.03	0.17	0.11	0.06	1.30	<0.01	0.26	<0.01	0.03	<0.01	11.70
SAR661	Lignières-Orgères (53) - *Les Souchets*	Minerai de fer	3.58	0.94	82.10	0.07	0.12	0.10	0.20	0.10	0.07	0.73	<0.01	0.26	0.01	0.02	<0.01	11.40
SAR662	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - ?	Minerai de fer	10.00	5.45	69.10	0.26	0.78	0.60	0.19	0.05	0.21	1.40	0.01	0.31	0.01	0.04	<0.01	12.35
SAR663	Bourgneuf-la-Forêt (La) (53) - *La Ferrière*	Minerai de fer	9.84	4.29	72.30	0.02	0.04	0.05	0.21	0.28	0.25	1.62	0.01	0.12	0.01	0.03	<0.01	11.60
SAR664	Sainte-Suzanne (53) - *Haut Rocher*	Minerai de fer	3.29	2.89	78.20	0.08	0.10	0.08	0.23	0.03	0.16	1.34	0.01	0.42	0.01	0.02	<0.01	13.80
SAR665	Andouillé (53) - La Ferrière - *Hauvaie*	Minerai de fer	24.30	0.86	64.90	0.05	0.15	0.09	0.19	0.11	0.05	0.19	<0.01	0.15	<0.01	<0.01	<0.01	9.47
SAR701	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	25.60	6.05	70.60	0.44	0.29	0.40	0.07	0.58	0.35	0.48	0.02	0.04	0.01	0.07	0.01	-5.21
SAR702	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	31.70	9.89	59.50	0.22	0.53	0.30	0.09	1.38	0.53	0.56	0.02	<0.01	0.02	0.06	0.01	-5.35
SAR703	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	38.50	8.34	55.70	0.30	0.57	0.38	0.08	1.28	0.50	0.15	0.02	<0.01	0.01	0.05	0.01	-4.82
SAR704	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	37.90	14.15	48.80	0.22	0.69	0.63	0.12	1.75	0.68	0.27	0.03	0.01	0.02	0.07	0.01	-4.40
SAR705	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	34.30	11.05	56.40	0.34	0.62	0.39	0.11	1.65	0.57	0.54	0.03	0.01	0.02	0.07	<0.01	-4.83
SAR706	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	36.70	6.90	57.50	0.30	0.52	0.36	0.07	1.13	0.42	0.13	0.02	<0.01	0.01	0.06	0.01	-5.52
SAR707	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	39.00	8.52	53.20	0.29	0.55	0.36	0.08	1.30	0.50	0.19	0.02	0.01	0.01	0.06	0.01	-4.43
SAR708	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	7.42	2.20	81.30	0.43	0.18	0.04	0.03	0.26	0.12	0.13	<0.01	0.32	<0.01	0.09	<0.01	9.14
SAR709	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	8.76	2.83	77.30	0.39	0.23	0.02	0.03	0.43	0.16	0.25	0.01	0.47	<0.01	0.08	<0.01	10.15
SAR710	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	7.00	2.13	80.60	0.11	0.05	<0.01	0.02	0.23	0.12	0.14	<0.01	0.33	0.01	0.09	<0.01	10.45
SAR711	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	4.63	1.52	71.60	0.33	0.19	0.62	0.02	0.20	0.08	0.21	<0.01	5.55	<0.01	0.11	<0.01	21.70
SAR712	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	7.29	2.36	78.10	0.42	0.11	0.03	0.03	0.32	0.14	0.24	<0.01	0.38	<0.01	0.14	<0.01	10.85
SAR713	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	75.60	11.20	4.64	0.05	0.69	0.16	0.77	2.06	0.90	0.08	0.05	0.03	0.02	<0.01	0.01	2.41
SAR714	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	74.90	10.45	5.23	0.04	0.62	0.26	0.67	1.95	0.87	0.11	0.04	0.05	0.01	0.01	0.01	4.90
SAR715	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	77.20	11.85	4.91	0.05	0.81	0.09	0.75	2.06	0.96	0.17	0.04	0.19	0.02	<0.01	0.01	1.73
SAR716	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	83.80	7.60	3.30	0.05	0.40	0.09	0.53	1.36	1.00	0.13	0.03	0.24	0.01	0.01	0.01	1.69
SAR717	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	24.30	3.39	70.30	4.28	0.55	2.13	0.15	0.69	0.19	0.19	0.28	0.01	<0.01	0.04	0.01	-4.98
SAR718	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	28.50	3.05	68.10	4.18	0.80	1.01	0.10	0.56	0.17	0.11	0.36	0.04	<0.01	0.02	0.01	-5.81
SAR719	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	24.80	4.35	69.30	4.28	0.80	1.31	0.14	0.76	0.19	0.28	0.39	0.01	0.01	0.03	0.01	-4.72
SAR720	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	29.60	4.84	64.00	3.54	0.50	0.56	0.14	0.62	0.21	0.18	0.22	0.01	0.01	0.03	0.01	-6.69
SAR721	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	30.60	4.01	66.50	2.26	0.52	1.12	0.14	0.61	0.20	0.14	0.09	0.02	0.01	0.02	0.01	-6.03
SAR722	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	33.90	6.47	59.00	2.45	0.57	0.46	0.12	0.96	0.27	0.06	0.22	0.01	0.01	0.04	0.01	-6.55

Fig. 283 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments majeurs.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	As	Ba	Be	Bi	Cd	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CRPG	SAR401	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	2.28	970.50	6.92	< L.D.	< L.D.	147.00	8.10	25.87	5.74	11.10	15.07	8.51	2.89	5.79	16.34	0.56	1.68
CRPG	SAR402	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	3.97	343.50	1.92	< L.D.	< L.D.	37.51	57.74	26.73	4.34	90.80	3.82	2.02	0.82	5.91	4.23	0.79	2.71
CRPG	SAR403	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	2.28	2075.00	10.73	< L.D.	< L.D.	366.80	28.11	27.05	13.04	11.73	23.77	13.20	4.98	7.22	26.82	0.77	1.72
CRPG	SAR404	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	2.44	212.90	4.31	< L.D.	< L.D.	46.68	2.47	24.28	3.28	10.08	4.98	2.99	0.93	4.72	5.38	0.54	1.84
CRPG	SAR405	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	7.52	338.20	1.09	< L.D.	< L.D.	27.06	25.67	25.34	1.91	21.17	2.45	1.42	0.49	5.96	2.58	0.61	2.97
CRPG	SAR406	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	2.34	1139.00	7.52	< L.D.	< L.D.	104.50	7.08	20.71	8.51	9.99	15.62	8.53	2.92	4.74	16.69	0.61	2.07
CRPG	SAR407	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	2.99	433.90	4.45	< L.D.	< L.D.	94.15	9.41	29.70	5.79	9.89	12.62	6.88	2.38	4.13	12.64	0.50	2.83
CRPG	SAR408	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	5.02	337.30	1.39	< L.D.	< L.D.	208.40	91.22	27.15	5.76	24.47	10.14	3.88	3.24	8.56	14.41	0.74	3.46
CRPG	SAR409	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	2.33	479.50	3.39	< L.D.	< L.D.	99.88	32.21	31.03	12.35	10.84	7.96	4.26	1.67	5.78	8.91	0.52	2.99
CRPG	SAR410	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	3.93	325.90	2.00	< L.D.	< L.D.	97.40	70.93	26.65	13.55	20.61	4.76	2.29	1.28	8.37	6.09	0.57	2.85
CRPG	SAR0601	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	346.30	15.21	0.16	< L.D.	98.87	5.80	51.27	4.35	13.17	19.22	10.11	4.39	6.17	22.72	0.58	2.82
CRPG	SAR0602	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	187.00	26.46	0.14	< L.D.	159.20	31.10	116.20	6.55	3.72	42.11	25.22	7.07	7.15	42.68	0.76	4.59
CRPG	SAR0603	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	2.54	200.20	15.41	0.25	< L.D.	151.40	36.01	114.00	12.32	13.49	31.22	19.19	6.47	7.27	35.44	0.69	3.77
CRPG	SAR0604	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	303.20	14.32	0.13	< L.D.	60.69	5.42	82.29	3.70	6.58	11.80	6.83	2.66	8.08	12.40	0.39	3.28
CRPG	SAR0605	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	235.50	11.52	0.13	0.26	121.60	6.42	82.08	2.98	6.37	12.25	6.68	3.47	6.51	13.87	0.47	4.29
CRPG	SAR0606	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	199.80	10.98	< L.D.	< L.D.	75.12	15.48	61.11	8.14	11.95	11.44	6.57	2.41	8.01	12.13	0.50	5.15
CRPG	SAR0607	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	289.40	45.04	0.13	< L.D.	132.90	60.79	99.99	3.92	52.17	44.52	25.18	9.29	8.75	49.27	0.50	3.47
CRPG	SAR0608	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	253.70	39.46	0.12	< L.D.	122.30	56.66	86.38	3.41	55.42	41.95	23.87	8.81	9.65	46.02	0.74	3.02
CRPG	SAR0609	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	313.80	53.48	0.16	0.26	138.10	72.32	102.10	3.88	29.54	51.26	29.66	10.27	9.24	54.25	0.69	3.58
CRPG	SAR0610	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	221.70	31.02	0.13	0.28	147.10	27.05	133.40	9.97	16.34	30.18	17.19	7.04	10.80	34.77	0.74	5.33
CRPG	SAR0611	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batailléres*	Scorie de réduction coulée	1.75	333.80	22.51	< L.D.	0.26	184.80	30.33	99.94	4.27	26.92	22.74	12.60	6.27	10.93	27.62	1.00	4.81
CRPG	SAR0612	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.94	226.50	17.19	< L.D.	< L.D.	237.20	30.83	161.40	7.29	15.27	23.61	12.37	7.05	11.98	29.48	1.21	2.95
CRPG	SAR0613	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2.58	214.80	32.91	< L.D.	< L.D.	471.10	19.71	171.20	6.33	39.32	42.16	21.53	12.91	10.04	54.30	1.66	3.22
CRPG	SAR0614	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.13	164.40	16.46	< L.D.	< L.D.	115.40	7.31	140.10	6.03	14.82	14.16	7.90	3.92	7.47	16.12	0.93	3.65
CRPG	SAR0615	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	4.23	160.10	16.48	< L.D.	< L.D.	111.20	6.93	137.30	6.00	30.01	13.77	7.63	3.65	6.98	15.67	0.92	3.40
CRPG	SAR0616	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	178.80	7.98	0.10	< L.D.	76.33	3.90	64.80	5.52	9.16	6.52	3.49	1.85	7.73	7.62	0.84	4.40
CRPG	SAR0617	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2.68	147.40	16.68	< L.D.	< L.D.	95.54	8.18	126.10	5.67	19.26	11.12	6.06	2.95	7.99	12.62	1.00	3.56
CRPG	SAR0618	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	2.92	204.20	7.40	< L.D.	< L.D.	83.00	5.79	91.98	9.00	9.78	6.65	3.48	1.89	9.39	7.93	0.96	3.56
CRPG	SAR0619	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	4.70	339.10	8.92	< L.D.	< L.D.	128.20	4.46	94.86	11.72	6.86	7.08	3.63	2.05	8.91	8.52	0.84	3.38
CRPG	SAR0620	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	2.48	152.90	5.58	0.10	0.25	113.80	6.60	81.49	10.94	11.31	7.14	3.71	2.31	8.85	9.21	0.80	5.08
CRPG	SAR0621	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	3.29	210.60	6.83	0.11	< L.D.	77.12	12.81	189.60	9.20	10.60	5.43	3.06	1.53	9.68	6.32	0.95	3.58
CRPG	SAR0622	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	3.11	242.40	6.23	0.11	< L.D.	97.79	9.99	138.70	11.52	7.81	8.14	4.36	2.24	9.39	9.36	0.85	4.38
CRPG	SAR0623	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	2.54	316.80	21.04	0.17	< L.D.	232.10	65.17	113.30	4.21	10.36	23.16	11.41	7.05	8.94	30.55	1.20	3.38
CRPG	SAR0624	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	2.34	288.60	37.31	< L.D.	< L.D.	309.10	18.48	135.80	4.55	6.83	33.51	18.52	9.03	7.69	42.05	1.25	3.03
CRPG	SAR0625	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	2.14	305.10	26.99	< L.D.	< L.D.	229.60	60.93	120.10	4.55	11.17	25.74	13.13	7.44	9.09	33.25	1.22	2.95
CRPG	SAR0626	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	385.30	20.98	< L.D.	< L.D.	151.20	29.23	95.95	3.64	12.52	24.20	12.60	6.69	7.00	31.43	0.69	3.10
CRPG	SAR0627	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	4.53	281.50	35.80	< L.D.	< L.D.	453.50	38.70	131.50	3.85	8.98	46.92	25.40	12.70	9.34	58.26	1.32	2.52
CRPG	SAR0628	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	3.81	190.10	20.31	0.10	< L.D.	348.90	12.54	195.20	7.24	6.81	33.47	17.34	9.97	6.68	43.80	1.22	3.25
CRPG	SAR0629	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	2.77	182.10	4.98	0.10	0.41	76.26	15.47	185.60	8.43	19.33	5.90	3.24	1.70	12.02	6.79	0.57	5.28
CRPG	SAR0630	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	1.95	404.00	20.86	0.12	< L.D.	203.70	15.13	154.90	6.02	6.89	21.17	10.60	5.89	5.89	27.42	0.76	2.60
CRPG	SAR0631	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	10.32	577.40	44.37	< L.D.	0.28	340.50	17.08	318.10	11.02	9.98	34.91	16.59	9.12	9.34	43.98	1.34	3.20
CRPG	SAR0632	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	317.00	8.76	0.10	< L.D.	75.64	14.88	118.20	6.40	25.03	9.42	4.81	2.25	8.01	9.82	0.35	4.25
CRPG	SAR0633	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goisière 2*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	435.80	22.43	0.28	< L.D.	163.10	14.36	74.45	26.88	4.54	13.57	6.70	3.52	6.36	17.59	0.80	2.96
CRPG	SAR0634	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goisière 2*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	421.30	14.84	< L.D.	< L.D.	150.50	31.36	115.30	23.82	6.48	15.47	7.21	3.83	7.24	19.27	0.80	3.83
CRPG	SAR0635	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goisière 2*	Scorie de réduction coulée	9.85	491.00	11.91	0.10	< L.D.	135.30	30.63	107.50	14.21	7.49	9.10	4.27	2.87	4.55	12.16	1.71	5.11
CRPG	SAR0636	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goisière 2*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	536.80	14.26	0.10	< L.D.	119.50	11.13	65.82	18.48	3.64	13.51	6.50	3.35	5.11	16.53	0.65	3.39
CRPG	SAR0637	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goisière 2*	Scorie de réduction coulée	6.62	566.30	16.55	0.13	< L.D.	120.20	20.47	86.56	22.11	8.90	12.26	6.26	3.10	6.47	15.51	1.10	3.24
CRPG	SAR0638	Arem (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.93	3357.00	2.62	0.11	< L.D.	117.00	17.90	40.74	16.26	6.30	17.54	10.01	3.40	6.25	19.08	0.66	2.40
CRPG	SAR0639	Arem (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2.34	3781.00	2.75	0.11	< L.D.	127.00	14.81	45.52	17.23	5.08	19.62	11.24	3.84	6.23	21.19	0.68	2.35
CRPG	SAR0640	Arem (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.92	784.40	8.41	0.11	< L.D.	107.60	37.99	46.57	6.87	12.23	17.58	9.96	3.29	6.19	17.34	0.69	1.90
CRPG	SAR0641	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	425.10	11.52	0.13	< L.D.	54.89	15.63	79.84	5.69	7.14	9.10	5.47	1.95	9.01	10.24	0.45	3.07
CRPG	SAR0642	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	< L.D.	743.10	37.62	0.12	< L.D.	120.50	29.07	80.78	6.07	13.54	18.42	11.07	4.12	9.68	20.12	0.60	3.17
CRPG	SAR0643	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	2.86	601.10	15.81	0.24	< L.D.	65.96	37.01	88.72	6.61	16.95	10.73	5.77	2.47	10.75	12.59	0.69	3.19

Fig. 284 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de As à Hf.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	Ag	As	Ba	Bi	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Hf	Hg	Ho
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Chemex	SAR644	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	<1	2.30	367.00	0.01	99.10	9.70	<10	2.77	<5	11.30	6.87	3.00	4.40	11.95	2.80	0.06	2.20
Chemex	SAR645	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	<1	0.50	284.00	<0.01	143.50	15.20	20.00	6.06	6.00	15.60	10.00	4.19	6.20	16.95	4.00	0.06	3.25
Chemex	SAR646	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	<1	0.50	440.00	<0.01	119.50	6.50	10.00	7.19	8.00	10.20	5.82	2.90	5.40	11.30	3.60	0.04	1.95
Chemex	SAR647	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	<1	0.60	410.00	<0.01	84.40	8.20	20.00	5.94	7.00	8.91	5.54	2.26	5.40	9.24	3.80	0.04	1.73
Chemex	SAR648	Gesvres (53) - *Les Amélières*	Scorie de réduction coulée	<1	6.70	272.00	0.01	97.70	3.20	<10	4.56	<5	11.50	6.72	3.00	4.40	12.15	2.20	0.05	2.27
Chemex	SAR649	Gesvres (53) - *Les Amélières*	Scorie de réduction coulée	<1	5.20	292.00	0.01	116.50	1.60	<10	4.34	<5	12.55	7.45	3.39	3.70	13.40	2.30	0.03	2.45
Chemex	SAR650	Gesvres (53) - *Les Amélières*	Scorie de réduction coulée	<1	1.80	252.00	<0.01	80.40	1.40	<10	5.42	<5	9.03	5.54	2.33	5.30	9.23	2.20	0.03	1.79
Chemex	SAR651	Gesvres (53) - *Les Amélières*	Scorie de réduction coulée	<1	4.60	214.00	<0.01	98.10	3.30	<10	7.15	5.00	9.50	5.41	2.56	5.40	9.93	2.40	0.04	1.80
Chemex	SAR652	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	<1	0.30	162.50	0.14	162.00	6.80	20.00	7.80	8.00	23.90	13.45	6.26	4.40	24.50	3.90	0.03	4.61
Chemex	SAR653	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	<1	1.10	204.00	0.02	190.00	11.30	10.00	4.95	<5	42.70	27.60	9.20	4.60	39.20	4.00	0.02	9.22
Chemex	SAR654	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	<1	0.50	245.00	<0.01	122.50	6.20	20.00	7.12	<5	27.80	18.35	5.75	4.10	25.30	4.10	0.01	6.13
Chemex	SAR655	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	<1	0.30	303.00	<0.01	96.00	3.60	20.00	5.95	5.00	12.55	7.70	3.38	5.80	12.30	4.50	0.01	2.55
Chemex	SAR656	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	<1	13.50	19.60	<0.01	15.50	1.30	<10	0.18	<5	6.05	4.54	1.16	1.60	4.61	0.50	0.05	1.27
Chemex	SAR657	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	<1	2.10	50.30	0.01	18.80	1.30	<10	0.36	5.00	1.30	0.79	0.37	1.90	1.48	1.00	0.01	0.20
Chemex	SAR658	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	<1	1.40	59.90	0.04	14.50	5.60	<10	0.82	6.00	2.78	2.01	0.60	2.10	2.62	0.30	0.17	0.58
Chemex	SAR659	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	<1	35.70	184.50	0.03	139.50	16.70	<10	1.75	34.00	19.55	10.75	4.91	2.20	19.00	0.30	0.12	3.63
Chemex	SAR660	Ferrière-Bochard (La) (61) - *Le Bois des Jarrias*	Minerai de fer	<1	28.10	34.80	0.05	27.60	5.60	<10	14.85	<5	2.25	1.14	0.62	1.20	2.38	1.40	0.02	0.33
Chemex	SAR661	Lignières-Orgères (53) - *Les Souches*	Minerai de fer	<1	5.60	27.30	0.02	24.50	29.10	<10	0.32	5.00	13.75	11.95	2.20	3.80	8.32	0.70	0.02	3.58
Chemex	SAR662	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *?*	Minerai de fer	<1	25.30	74.40	1.26	87.90	22.70	<10	0.23	12.00	19.45	13.75	3.60	8.60	13.75	1.50	0.03	4.25
Chemex	SAR663	Bourgneuf-la-Forêt (Le) (53) - *La Ferrière*	Minerai de fer	<1	17.00	78.00	0.05	33.80	11.40	<10	1.83	28.00	7.01	5.00	1.43	10.30	5.49	1.80	0.21	1.55
Chemex	SAR664	Sainte-Suzanne (53) - *Haut Rocher*	Minerai de fer	<1	42.60	85.20	0.18	28.20	2.20	<10	1.14	6.00	4.30	2.78	1.01	5.80	4.10	1.30	0.02	0.81
Chemex	SAR665	Andouillé (53) - La Ferrière - *Hauvade*	Minerai de fer	<1	7.30	39.80	0.02	18.20	8.10	<10	2.48	8.00	1.81	1.06	0.51	3.10	2.06	1.10	0.08	0.32
Chemex	SAR701	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	3.80	180.00	0.01	73.20	4.90	10.00	7.05	5.00	8.05	4.77	2.21	5.30	9.04	4.00	0.03	1.62
Chemex	SAR702	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	2.40	199.00	<0.01	88.50	11.30	30.00	15.35	10.00	8.16	4.62	1.76	9.20	9.69	4.30	0.03	1.62
Chemex	SAR703	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	0.70	201.00	<0.01	148.50	10.10	40.00	14.60	5.00	10.40	5.58	3.39	7.80	13.85	5.70	0.03	2.00
Chemex	SAR704	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	2.70	278.00	<0.01	101.50	16.40	130.00	17.65	9.00	8.74	4.86	2.56	9.70	10.05	5.90	0.07	1.69
Chemex	SAR705	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	1.40	275.00	<0.01	98.30	19.70	100.00	17.70	9.00	9.02	5.00	2.79	10.20	10.55	4.80	0.05	1.75
Chemex	SAR706	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	2.20	187.00	0.36	169.50	13.90	40.00	13.60	5.00	11.10	5.76	3.98	7.10	15.45	5.30	0.03	2.06
Chemex	SAR707	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	<1	2.30	201.00	0.03	150.00	12.80	60.00	14.40	5.00	10.50	5.56	3.58	7.90	13.85	6.10	0.02	1.97
Chemex	SAR708	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	<1	5.30	71.50	0.05	34.40	1.10	<10	3.69	<5	1.98	1.11	0.79	1.70	2.57	0.40	0.01	0.39
Chemex	SAR709	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	<1	4.50	86.20	0.05	33.90	2.20	<10	5.18	<5	1.33	0.71	0.75	2.20	2.26	1.30	0.01	0.24
Chemex	SAR710	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	<1	4.60	55.40	0.03	35.10	2.60	<10	4.95	<5	3.17	2.03	0.98	1.40	3.50	0.60	0.01	0.67
Chemex	SAR711	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	<1	5.40	51.30	0.03	48.60	0.50	<10	3.09	<5	4.33	2.31	1.40	1.30	5.13	0.30	0.01	0.82
Chemex	SAR712	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	<1	5.90	71.10	0.05	39.80	2.10	<10	5.40	<5	2.69	1.63	0.96	1.90	3.38	0.80	0.01	0.57
Chemex	SAR713	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	<1	5.00	452.00	0.09	90.40	12.50	90.00	5.36	14.00	6.12	3.74	1.51	15.30	6.55	15.20	<0.005	1.27
Chemex	SAR714	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	<1	19.90	412.00	0.40	80.50	11.10	90.00	6.25	12.00	5.65	3.51	1.52	13.90	5.95	14.60	0.01	1.18
Chemex	SAR715	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	<1	17.70	409.00	0.75	97.60	15.10	100.00	5.70	13.00	6.47	3.89	1.52	16.70	6.78	15.70	0.03	1.31
Chemex	SAR716	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	<1	2.30	292.00	0.03	71.50	21.80	60.00	3.49	8.00	5.04	3.28	1.12	11.20	4.69	17.20	0.05	1.04
Chemex	SAR717	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	<1	4.00	2390.00	0.01	151.50	22.50	<10	9.15	<5	24.40	13.65	5.18	5.20	25.00	2.20	0.02	5.01
Chemex	SAR718	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	<1	6.90	3070.00	0.01	121.50	12.70	<10	21.10	<5	24.30	14.60	4.89	4.90	24.20	2.10	0.02	5.22
Chemex	SAR719	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	<1	3.00	3360.00	<0.01	186.00	17.50	<10	18.40	<5	24.00	13.70	5.12	5.50	24.50	1.80	0.01	4.89
Chemex	SAR720	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	<1	2.70	1840.00	<0.01	154.00	10.60	<10	13.05	8.00	32.00	18.25	6.19	5.80	31.10	2.30	0.04	6.50
Chemex	SAR721	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	<1	2.80	847.00	<0.01	271.00	10.90	<10	10.20	7.00	30.30	17.45	5.98	4.70	30.20	2.40	0.09	6.22
Chemex	SAR722	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	<1	1.30	1930.00	<0.01	442.00	22.00	20.00	13.40	8.00	44.80	25.60	8.50	7.20	44.50	2.60	0.02	9.17

Fig. 285 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de Ag à Ho.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	Ho	In	La	Lu	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
CRPG	SAR401	Jublains (53) - *Le Tuillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	3,05	0,20	51,79	1,08	[,17	2,42	55,83	4,81	1,54	13,19	33,65	< L.D.	13,66	0,68	60,46	0,26	2,51
CRPG	SAR402	Jublains (53) - *Le Tuillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	0,72	0,20	18,03	0,28	[,43	3,56	19,30	28,34	2,84	4,87	36,85	0,22	4,43	1,50	68,52	0,35	0,66
CRPG	SAR403	Jublains (53) - *Le Tuillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	4,88	0,17	80,62	1,65	[,27	2,73	86,84	7,46	1,74	20,47	60,32	< L.D.	21,72	0,80	73,57	0,28	4,00
CRPG	SAR404	Jublains (53) - *Le Tuillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	1,07	0,20	22,71	0,34	[,13	2,83	19,74	4,61	< L.D.	4,83	22,44	< L.D.	4,41	0,60	30,79	0,27	0,81
CRPG	SAR405	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	0,48	0,19	11,90	0,22	2,04	5,64	11,04	13,53	2,73	2,83	49,31	< L.D.	2,38	1,41	107,90	0,61	0,40
CRPG	SAR406	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	3,14	0,18	59,99	1,11	[,32	3,32	59,13	6,49	< L.D.	13,71	45,47	< L.D.	13,69	0,97	121,60	0,34	2,56
CRPG	SAR407	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	2,52	0,15	38,80	0,96	[,23	4,17	44,04	5,43	< L.D.	10,51	35,80	< L.D.	11,22	0,42	44,94	0,41	2,04
CRPG	SAR408	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	1,62	0,13	92,66	0,46	6,69	4,88	87,89	43,20	2,51	23,06	47,54	0,71	17,72	1,61	46,72	0,51	1,98
CRPG	SAR409	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	1,55	0,18	36,11	0,63	[,25	4,88	38,03	5,70	< L.D.	9,38	72,47	< L.D.	8,40	0,86	67,06	0,47	1,34
CRPG	SAR410	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	0,85	0,18	35,76	0,30	5,95	4,53	34,02	36,34	1,77	8,72	61,26	0,45	6,91	1,51	55,12	0,46	0,88
CRPG	SAR0601	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	3,75	0,09	62,86	1,39	< L.D.	6,65	72,25	12,57	4,25	15,84	42,64	0,25	18,53	0,65	50,40	0,58	3,26
CRPG	SAR0602	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	9,03	0,06	86,24	3,11	0,84	9,81	106,90	33,54	3,64	22,21	52,22	0,65	27,16	0,81	23,54	0,77	6,58
CRPG	SAR0603	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	6,71	0,09	98,69	2,78	0,59	8,24	105,00	26,15	2,90	22,87	44,43	0,51	26,01	0,79	38,47	0,66	5,07
CRPG	SAR0604	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	2,39	0,07	47,03	0,95	0,64	8,65	47,36	13,75	3,82	11,11	51,12	< L.D.	11,10	0,78	51,72	0,71	1,93
CRPG	SAR0605	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	2,34	0,07	67,75	0,98	0,74	8,72	72,49	13,85	4,09	18,01	46,85	< L.D.	15,50	0,57	76,02	0,72	2,08
CRPG	SAR0606	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	2,26	0,21	41,97	0,90	0,76	10,03	42,13	17,68	3,71	10,25	25,63	0,84	10,16	1,19	74,64	0,89	1,82
CRPG	SAR0607	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	8,88	0,10	95,90	3,27	0,74	7,67	132,00	32,56	3,54	27,40	27,52	3,64	37,87	1,65	70,81	0,72	7,40
CRPG	SAR0608	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	8,38	0,07	84,99	3,08	< L.D.	6,99	118,50	30,28	6,79	24,55	22,87	2,70	35,19	1,69	55,86	0,61	6,90
CRPG	SAR0609	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	10,54	0,09	104,50	3,85	0,68	7,99	138,90	15,46	4,81	29,22	23,88	0,95	40,97	1,49	68,40	0,78	8,50
CRPG	SAR0610	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	6,27	0,08	105,90	2,20	0,78	11,55	118,60	26,90	3,11	26,17	41,52	1,07	29,15	1,04	85,11	0,94	5,06
CRPG	SAR0611	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Bataillères*	Scorie de réduction coulée	4,48	< L.D.	72,62	1,88	0,65	10,59	116,10	27,64	3,99	25,02	48,44	[,43	28,87	1,12	162,40	0,94	4,04
CRPG	SAR0612	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	4,56	0,14	135,40	1,67	2,43	6,17	137,10	20,71	6,65	33,52	56,88	0,18	29,87	1,26	66,02	0,46	4,14
CRPG	SAR0613	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	8,18	0,11	225,70	2,81	2,09	5,67	248,10	18,45	5,12	59,90	41,52	0,21	55,84	1,29	68,04	0,46	7,67
CRPG	SAR0614	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2,89	0,09	71,52	1,11	0,92	5,72	72,33	13,54	3,54	17,24	33,21	0,18	15,90	0,79	54,86	0,47	2,41
CRPG	SAR0615	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2,72	0,09	68,91	1,05	0,84	5,48	69,09	12,61	3,26	16,54	32,68	0,20	15,62	0,69	52,78	0,45	2,39
CRPG	SAR0616	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	1,27	< L.D.	38,34	0,52	0,85	6,53	44,14	11,23	2,88	10,80	34,10	0,53	8,67	0,90	51,36	0,56	1,13
CRPG	SAR0617	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2,20	0,07	58,02	0,84	0,82	5,65	56,82	13,00	2,94	13,99	35,26	< L.D.	12,86	0,88	52,22	0,46	1,86
CRPG	SAR0618	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	1,29	0,07	37,97	0,48	0,76	8,95	41,83	13,37	6,56	10,15	50,78	0,65	8,64	1,30	41,33	0,66	1,20
CRPG	SAR0619	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	1,37	0,06	43,51	0,50	0,61	10,55	45,76	9,31	6,92	11,43	64,93	0,63	9,06	0,92	52,33	0,82	1,24
CRPG	SAR0620	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	1,39	< L.D.	44,65	0,52	0,72	9,28	53,43	11,33	4,59	13,08	53,99	< L.D.	10,06	1,45	37,57	0,76	1,31
CRPG	SAR0621	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	1,09	< L.D.	44,27	0,42	[,27	9,88	34,44	8,11	19,45	9,14	54,75	4,74	6,76	1,19	45,88	0,78	0,93
CRPG	SAR0622	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	1,60	0,09	49,94	0,56	[,14	10,54	50,72	9,86	6,26	12,63	65,88	1,22	9,79	1,16	58,54	0,90	1,39
CRPG	SAR0623	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	4,34	0,10	124,40	1,39	[,72	7,08	142,60	24,53	2,48	34,75	52,88	0,19	30,27	1,00	62,00	0,74	4,20
CRPG	SAR0624	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	6,76	0,07	181,50	2,31	0,87	6,85	183,20	8,50	1,47	45,50	52,39	< L.D.	37,66	0,62	47,22	0,63	5,97
CRPG	SAR0625	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	4,85	0,10	135,40	1,57	[,78	7,29	152,10	29,94	1,74	36,86	53,04	0,32	33,02	1,95	57,98	0,67	4,67
CRPG	SAR0626	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	4,65	0,12	101,50	1,48	0,65	6,57	120,60	13,47	2,50	27,93	36,63	< L.D.	27,27	0,77	63,85	0,61	4,36
CRPG	SAR0627	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	9,21	0,11	237,90	3,26	0,68	5,89	252,00	23,40	4,19	61,69	44,14	0,23	53,08	0,49	39,23	0,59	8,31
CRPG	SAR0628	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	6,37	0,06	204,20	2,23	1,00	6,63	204,80	7,67	2,97	50,42	34,99	< L.D.	43,40	0,59	55,76	0,56	6,13
CRPG	SAR0629	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	1,13	< L.D.	45,38	0,48	[,05	[1,01	41,64	12,61	21,45	10,68	57,81	< L.D.	7,92	1,49	60,73	1,00	1,04
CRPG	SAR0630	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	4,05	0,09	130,30	1,30	1,03	6,80	121,60	13,52	4,81	29,22	37,64	0,20	25,16	0,82	51,40	0,70	3,81
CRPG	SAR0631	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	6,44	< L.D.	224,60	2,04	1,33	[1,06	190,30	22,02	8,01	48,18	66,71	0,33	40,01	0,81	95,46	0,58	6,19
CRPG	SAR0632	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	1,74	0,08	45,19	0,69	0,62	8,82	45,60	11,05	3,42	11,35	39,32	< L.D.	9,63	0,98	82,88	0,83	1,54
CRPG	SAR0633	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	2,56	0,10	92,87	0,75	0,67	6,77	88,13	7,53	2,97	22,37	74,19	0,17	16,18	1,14	47,44	0,70	2,43
CRPG	SAR0634	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	2,78	0,09	87,08	0,80	[,11	7,89	87,11	16,83	2,50	21,72	71,11	< L.D.	17,75	0,96	34,04	0,78	2,77
CRPG	SAR0635	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	1,62	0,08	77,17	0,54	2,57	4,44	77,92	17,25	5,13	20,17	39,20	0,25	14,91	1,29	34,11	0,59	1,73
CRPG	SAR0636	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	2,49	0,07	85,72	0,71	0,77	4,75	80,63	10,79	4,05	20,02	50,72	< L.D.	15,72	0,79	39,67	0,54	2,40
CRPG	SAR0637	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	2,37	0,07	84,42	0,67	[,31	5,91	77,52	19,94	2,93	19,37	61,37	0,24	14,67	1,15	43,89	0,57	2,26
CRPG	SAR0638	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3,63	0,08	69,61	1,19	< L.D.	3,20	67,54	15,58	1,99	16,14	54,12	< L.D.	15,25	0,65	91,65	0,36	2,03
CRPG	SAR0639	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	4,01	0,08	78,05	1,30	0,54	3,41	75,12	8,80	2,23	17,99	58,60	< L.D.	17,13	0,79	103,50	0,42	3,22
CRPG	SAR0640	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3,53	0,10	50,34	1,28	0,64	2,93	59,89	17,48	1,98	14,11	29,41	0,20	15,43	0,68	26,09	0,35	2,88
CRPG	SAR0641	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	1,92	0,08	33,97	0,77	0,67	7,42	36,10	11,75	2,01	8,78	43,42	0,21	8,36	0,99	35,14	0,70	1,55
CRPG	SAR0642	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	3,82	0,08	63,76	1,62	0,93	6,96	72,58	19,22	2,85	17,13	61,02	0,54	17,75	0,94	55,48	0,65	3,08
CRPG	SAR0643	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Barolais*	Scorie de réduction coulée	2,16	0,10	38,30	0,75	[,10	6,83	41,35	21,08	3,75	9,70	48,19	0,83	10,06	1,34	41,11	0,63	1,89

Fig. 286 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de Ho à Tb.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	La	Lu	Mo	Nb	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Te
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
Chemex	SAR644	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	70,70	0,83	<2	3,00	59,80	<5	<5	15,25	25,70	0,18	1,20	11,60	<1	35,80	0,20	1,92	0,01
Chemex	SAR645	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	87,70	1,15	<2	5,50	79,00	8,00	5,00	19,70	49,70	<0,05	0,20	15,60	<1	46,80	0,30	2,63	<0,01
Chemex	SAR646	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	121,50	0,75	<2	4,20	59,90	8,00	5,00	15,25	35,90	<0,05	0,40	12,20	<1	42,10	0,20	1,78	<0,01
Chemex	SAR647	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Jobart*	Scorie de réduction coulée	52,30	0,66	<2	4,70	52,80	9,00	<5	13,00	38,60	<0,05	0,80	9,97	<1	65,60	0,30	1,48	<0,01
Chemex	SAR648	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	71,50	0,81	<2	3,70	61,60	<5	16,00	14,65	28,60	0,17	2,50	13,30	<1	61,10	0,20	1,95	0,01
Chemex	SAR649	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	82,60	0,84	<2	4,10	64,50	<5	13,00	16,00	28,60	0,09	2,60	13,20	<1	71,90	0,20	2,16	0,01
Chemex	SAR650	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	52,90	0,64	<2	3,40	46,80	<5	7,00	11,20	33,90	0,06	2,40	9,37	<1	57,60	0,10	1,49	0,01
Chemex	SAR651	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	60,10	0,64	<2	4,00	49,50	<5	15,00	12,65	39,70	0,07	2,10	10,20	<1	66,80	0,20	1,66	0,01
Chemex	SAR652	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	74,40	1,39	<2	7,30	102,50	<5	<5	22,30	48,10	<0,05	0,90	24,50	<1	25,20	0,40	4,17	<0,01
Chemex	SAR653	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	135,00	3,16	<2	5,70	157,00	9,00	<5	34,40	45,00	0,10	4,50	36,10	<1	35,50	0,30	6,79	0,01
Chemex	SAR654	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	86,30	2,28	<2	5,70	98,00	6,00	<5	21,30	53,50	0,08	2,30	23,00	<1	41,60	0,30	4,40	<0,01
Chemex	SAR655	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	49,20	0,96	<2	11,20	60,00	6,00	<5	14,00	49,10	<0,05	1,10	13,85	<1	69,70	0,50	2,07	<0,01
Chemex	SAR656	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	6,10	0,93	2,00	<0,2	16,10	<5	<5	3,41	1,10	0,11	0,90	4,77	<1	5,40	<0,1	0,80	<0,01
Chemex	SAR657	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	12,10	0,09	<2	0,60	8,60	<5	<5	2,30	5,40	0,10	<0,2	1,61	<1	21,00	<0,1	0,16	0,01
Chemex	SAR658	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	18,20	0,27	2,00	<0,2	11,10	<5	6,00	2,60	5,50	0,53	0,60	2,03	<1	36,50	<0,1	0,43	0,05
Chemex	SAR659	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	64,90	1,25	5,00	<0,2	82,80	10,00	15,00	19,50	10,00	3,87	3,10	18,55	<1	53,50	<0,1	3,34	0,03
Chemex	SAR660	Ferrière-Bochard (La) (61) - *Le Bois des Jarries*	Minerai de fer	11,30	0,14	<2	0,50	14,00	5,00	72,00	3,53	11,80	0,09	0,70	3,06	<1	3,60	<0,1	0,33	0,02
Chemex	SAR661	Lignières-Orgères (53) - *Les Souchets*	Minerai de fer	12,40	2,06	<2	0,20	18,30	30,00	16,00	3,65	4,50	1,44	2,00	5,74	<1	28,70	<0,1	1,74	0,01
Chemex	SAR662	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *?*	Minerai de fer	40,80	2,16	<2	1,70	46,90	25,00	73,00	11,05	2,10	0,49	2,60	11,90	<1	52,20	0,10	2,75	0,08
Chemex	SAR663	Bourgneuf-la-Forêt (La) (53) - *La Ferrière*	Minerai de fer	23,60	0,72	2,00	1,80	19,70	16,00	11,00	4,91	15,70	4,17	0,80	4,31	<1	39,10	0,10	0,96	<0,01
Chemex	SAR664	Sainte-Suzanne (53) - *Haut Rocher*	Minerai de fer	14,90	0,49	5,00	0,60	14,30	<5	11,00	3,74	3,10	0,37	1,10	3,58	<1	45,40	0,10	0,72	0,01
Chemex	SAR665	Andouillé (53) - La Ferrière - *Hounsais*	Minerai de fer	10,10	0,17	4,00	0,70	7,90	19,00	8,00	2,08	7,20	1,44	0,30	1,87	<1	7,70	0,10	0,27	<0,01
Chemex	SAR701	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	40,70	0,61	<2	5,40	41,80	<5	6,00	9,89	36,30	0,29	0,30	9,40	<1	40,20	0,30	1,43	0,03
Chemex	SAR702	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	44,10	0,58	<2	8,00	48,80	<5	11,00	11,90	80,50	<0,05	0,50	10,10	1,00	44,20	0,60	1,49	0,03
Chemex	SAR703	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	61,00	0,71	<2	10,80	79,40	<5	<5	19,45	69,50	<0,05	0,60	16,00	1,00	48,00	0,80	2,01	0,03
Chemex	SAR704	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	51,50	0,61	<2	17,60	52,00	<5	10,00	13,15	96,50	0,09	0,80	10,45	1,00	68,90	1,10	1,55	0,02
Chemex	SAR705	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	44,10	0,63	<2	12,90	53,20	<5	10,00	13,10	90,50	<0,05	0,50	11,10	1,00	48,70	0,80	1,58	0,03
Chemex	SAR706	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	68,00	0,74	<2	9,90	91,60	<5	<5	22,90	60,00	<0,05	0,90	18,05	1,00	44,40	0,70	2,14	0,02
Chemex	SAR707	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	57,90	0,71	<2	12,60	75,40	<5	<5	18,60	68,50	<0,05	0,40	15,35	1,00	47,40	0,90	2,00	0,01
Chemex	SAR708	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	20,60	0,11	<2	0,80	14,40	<5	<5	3,80	17,90	0,09	0,50	2,37	<1	7,80	<0,1	0,35	0,04
Chemex	SAR709	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	25,50	0,09	<2	2,50	20,10	<5	5,00	6,01	23,90	<0,05	0,40	2,62	<1	12,50	0,10	0,26	0,04
Chemex	SAR710	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	22,30	0,22	<2	0,90	18,00	<5	5,00	4,60	18,60	<0,05	0,30	3,28	<1	8,50	<0,1	0,50	0,02
Chemex	SAR711	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	22,40	0,25	<2	0,40	25,90	<5	<5	6,29	14,00	0,11	0,60	5,43	<1	7,30	<0,1	0,78	0,03
Chemex	SAR712	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	27,60	0,18	<2	1,70	18,50	<5	8,00	4,81	21,80	0,12	0,40	3,12	<1	8,80	0,10	0,47	0,03
Chemex	SAR713	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	43,20	0,56	<2	19,80	36,60	30,00	48,00	10,05	101,50	0,59	0,20	6,74	5,00	70,90	1,40	1,05	0,01
Chemex	SAR714	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	38,50	0,52	<2	18,60	34,20	28,00	24,00	9,29	106,50	0,30	0,30	6,44	3,00	74,40	1,40	0,94	0,06
Chemex	SAR715	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	47,70	0,58	<2	21,00	40,20	31,00	26,00	11,10	101,50	0,14	<0,2	7,39	4,00	53,50	1,50	1,07	0,03
Chemex	SAR716	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	34,00	0,50	<2	20,70	27,10	17,00	17,00	7,48	59,70	<0,05	<0,2	4,91	3,00	54,00	1,50	0,79	0,01
Chemex	SAR717	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	96,30	1,41	<2	2,20	91,50	<5	<5	22,40	41,20	<0,05	11,30	21,00	1,00	83,90	0,20	4,11	0,02
Chemex	SAR718	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	97,80	1,46	<2	2,00	82,70	<5	<5	19,90	51,10	<0,05	19,40	18,00	<1	64,40	0,20	3,93	0,02
Chemex	SAR719	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	99,10	1,44	<2	2,10	91,50	<5	<5	22,50	53,90	<0,05	10,20	21,00	<1	73,40	0,10	4,07	0,02
Chemex	SAR720	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	97,90	2,26	<2	2,40	101,50	<5	<5	23,50	49,50	<0,05	10,30	25,40	<1	71,90	0,20	5,31	0,01
Chemex	SAR721	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	85,90	2,15	<2	2,00	97,70	<5	6,00	23,10	42,50	<0,05	7,70	24,90	<1	39,20	0,20	5,07	0,01
Chemex	SAR722	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	148,50	2,61	<2	3,70	151,00	<5	<5	37,30	75,10	<0,05	2,10	36,10	1,00	37,00	0,30	7,58	0,01

Fig. 287 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de La à Te.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	Th	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	Total
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
CRPG	SAR401	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	2.97	1.19	7.24	26.87	46.25	98.31	7.27	8.39	67.64	98.95
CRPG	SAR402	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6475	Scorie de réduction coulée	3.17	0.29	1.14	23.21	15.57	21.79	1.86	41.28	107.40	99.83
CRPG	SAR403	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	3.64	1.81	9.66	27.52	30.11	154.30	10.88	22.04	67.48	100.01
CRPG	SAR404	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 7803	Scorie de réduction coulée	2.34	0.41	6.69	22.79	31.45	42.17	2.27	11.59	74.39	98.20
CRPG	SAR405	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	2.95	0.22	1.73	23.60	9.39	16.02	1.40	26.42	112.50	98.75
CRPG	SAR406	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	2.47	1.18	10.56	20.42	17.65	95.36	7.20	18.01	80.00	99.50
CRPG	SAR407	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	Scorie de réduction coulée	3.23	0.98	5.77	23.44	54.55	70.81	6.28	< L.D.	109.80	98.73
CRPG	SAR408	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	3.11	0.50	1.97	23.32	4.34	42.87	3.17	17.86	132.30	98.81
CRPG	SAR409	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	3.57	0.60	2.38	32.41	13.10	44.96	3.86	14.98	119.50	99.54
CRPG	SAR410	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 5151	Scorie de réduction coulée	3.09	0.31	2.07	26.32	5.13	24.75	2.00	15.74	114.30	99.86
CRPG	SAR0601	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	7.17	1.42	7.77	66.53	0.88	130.10	8.93	82.46	107.40	98.74
CRPG	SAR0602	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	6.81	3.52	6.37	116.00	1.72	357.50	21.07	706.20	177.20	98.65
CRPG	SAR0603	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	8.33	2.75	6.39	114.70	0.73	261.60	17.49	53.09	144.10	98.76
CRPG	SAR0604	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	8.43	0.96	3.58	110.40	0.96	88.50	6.17	315.90	128.10	99.95
CRPG	SAR0605	Laval (53) - *La Gaufrie*	Scorie de réduction coulée	9.39	0.98	4.29	130.70	1.98	79.03	6.28	158.00	166.70	98.97
CRPG	SAR0606	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	8.69	0.96	7.75	70.36	1.81	86.35	5.89	48.49	199.30	99.98
CRPG	SAR0607	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	10.94	3.55	16.10	112.90	1.44	349.90	21.72	356.20	136.00	99.38
CRPG	SAR0608	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	9.75	3.33	14.08	109.10	0.92	330.00	20.53	636.90	119.10	99.78
CRPG	SAR0609	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	12.52	4.24	18.90	124.20	1.06	398.50	25.96	278.30	136.20	99.23
CRPG	SAR0610	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	11.35	2.46	10.22	125.10	1.44	279.50	15.03	319.40	227.60	100.19
CRPG	SAR0611	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - *Les Batotillères*	Scorie de réduction coulée	14.24	1.87	12.71	158.50	1.03	146.60	12.20	736.10	189.60	98.82
CRPG	SAR0612	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	10.28	1.73	10.56	208.20	1.09	178.70	10.87	188.00	119.60	98.77
CRPG	SAR0613	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	9.10	3.05	27.24	284.50	0.92	298.30	18.38	93.29	126.20	98.85
CRPG	SAR0614	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	10.46	1.12	16.84	135.00	1.03	111.30	7.37	77.42	147.50	99.52
CRPG	SAR0615	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	10.22	1.12	16.18	130.70	0.96	108.60	7.04	68.47	139.10	99.69
CRPG	SAR0616	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	7.69	0.53	6.61	70.71	1.07	41.55	3.33	104.00	193.70	99.57
CRPG	SAR0617	Saint-Denis-d'Orques (72) - *La Guittière - Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	9.66	0.91	14.09	114.40	0.83	86.53	5.75	112.30	149.20	100.29
CRPG	SAR0618	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	7.64	0.52	4.83	111.40	1.16	42.14	3.22	116.60	144.20	99.85
CRPG	SAR0619	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	6.67	0.54	4.65	122.80	1.38	46.46	3.32	84.26	144.40	99.59
CRPG	SAR0620	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	7.60	0.57	3.45	86.44	1.20	41.30	3.46	105.60	208.60	99.13
CRPG	SAR0621	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	10.29	0.44	11.98	216.10	51.87	38.30	2.76	308.20	149.20	100.01
CRPG	SAR0622	Mont-Saint-Jean (72) - *La Fontaine d'Enfer*	Scorie de réduction coulée	9.81	0.62	7.55	137.50	74.83	58.15	3.71	107.00	176.20	99.39
CRPG	SAR0623	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	6.37	1.55	11.42	94.62	91.05	151.30	9.48	168.80	131.40	99.15
CRPG	SAR0624	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	7.13	2.49	10.89	118.30	52.49	247.20	15.28	60.72	129.70	99.80
CRPG	SAR0625	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	7.03	1.75	15.34	112.90	48.47	175.70	10.66	251.40	123.40	99.52
CRPG	SAR0626	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	5.35	1.67	13.99	129.50	51.24	167.80	10.09	155.60	130.40	99.32
CRPG	SAR0627	Bouessay (53) - *Les Guittières*	Scorie de réduction coulée	6.24	3.41	12.12	126.70	51.29	327.90	20.91	230.20	101.60	100.30
CRPG	SAR0628	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	8.24	2.31	16.09	219.40	54.00	233.80	14.44	59.60	143.00	99.58
CRPG	SAR0629	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	13.33	0.46	6.89	143.80	93.99	34.48	3.20	94.01	223.10	99.96
CRPG	SAR0630	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	7.91	1.43	8.92	194.20	73.62	152.30	8.53	60.91	107.80	98.51
CRPG	SAR0631	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	11.83	2.17	14.20	418.70	44.67	268.00	13.80	107.80	158.70	100.01
CRPG	SAR0632	Joué-en-Charnie (72) - *Les Landes*	Scorie de réduction coulée	8.89	0.70	10.39	117.50	75.50	47.48	4.76	54.37	163.60	98.54
CRPG	SAR0633	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	5.43	0.88	6.16	58.39	62.19	97.67	5.09	145.30	120.90	98.95
CRPG	SAR0634	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	6.37	0.93	7.06	66.89	34.09	95.16	5.45	275.00	156.50	98.77
CRPG	SAR0635	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	6.30	0.57	6.84	77.26	92.87	54.82	3.73	40.79	207.70	98.75
CRPG	SAR0636	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	4.99	0.81	8.03	49.17	43.69	95.83	4.82	106.90	129.90	98.92
CRPG	SAR0637	Ferrière-Bochard (La) (61) - *La Goistière 2*	Scorie de réduction coulée	5.33	0.78	6.23	57.53	36.07	91.62	4.63	178.80	126.40	98.64
CRPG	SAR0638	Avoo (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	2.93	1.32	10.56	18.94	20.98	150.10	7.90	11.89	88.56	98.61
CRPG	SAR0639	Avoo (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.04	1.47	11.84	20.11	37.36	167.10	8.74	13.81	90.34	98.65
CRPG	SAR0640	Avoo (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.78	1.42	8.46	25.60	47.70	104.00	8.68	10.97	74.99	98.76
CRPG	SAR0641	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Baroloin*	Scorie de réduction coulée	7.48	0.78	2.74	102.90	58.10	64.68	4.81	133.10	113.20	98.90
CRPG	SAR0642	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Baroloin*	Scorie de réduction coulée	7.63	1.60	3.84	107.60	41.04	141.70	9.78	195.30	119.80	98.60
CRPG	SAR0643	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *La Basse Baroloin*	Scorie de réduction coulée	7.22	0.82	2.71	108.00	26.24	72.77	4.78	191.50	123.80	98.62

Fig. 288 : tableau des analyses chimiques du CRPG, éléments en trace de Th à Zr et total.

Laboratoire	Référence Echantillon	Site	Nature de l'échantillon	Th	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr	Total
				ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	%
Chemex	SAR644	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	4.61	0.95	3.76	19.00	7.00	85.60	5.68	58.00	115.00	100.00
Chemex	SAR645	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	7.24	1.30	5.63	34.00	14.00	124.00	8.27	52.00	164.00	100.00
Chemex	SAR646	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	6.28	0.82	7.05	34.00	16.00	69.10	5.24	56.00	140.00	100.00
Chemex	SAR647	Auvers-le-Hamon (72) - *Le Plessis Johart*	Scorie de réduction coulée	7.88	0.79	8.56	21.00	12.00	65.90	5.10	36.00	155.00	99.90
Chemex	SAR648	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	8.46	0.91	9.92	32.00	15.00	84.40	5.99	58.00	90.00	100.00
Chemex	SAR649	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	8.69	0.99	8.64	35.00	9.00	92.90	6.33	41.00	91.00	100.00
Chemex	SAR650	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	8.37	0.71	9.05	27.00	13.00	64.20	4.77	59.00	84.00	100.00
Chemex	SAR651	Gesvres (53) - *Les Anelières*	Scorie de réduction coulée	9.07	0.76	11.95	26.00	12.00	59.80	4.99	119.00	91.00	100.50
Chemex	SAR652	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	6.16	1.83	9.74	40.00	10.00	130.50	11.65	143.00	157.00	99.90
Chemex	SAR653	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	6.56	3.63	9.88	62.00	12.00	356.00	22.80	76.00	145.00	99.10
Chemex	SAR654	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	6.96	2.54	8.64	52.00	6.00	233.00	16.05	66.00	153.00	100.50
Chemex	SAR655	Huisserie (L') (53) - *Le Pâtis*	Scorie de réduction coulée	10.15	1.07	8.32	108.00	11.00	85.10	7.02	343.00	178.00	100.00
Chemex	SAR656	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	1.55	0.76	2.13	68.00	3.00	31.60	6.07	55.00	24.00	99.50
Chemex	SAR657	Changé (53) - *Chênes-Secs*	Minerai de fer	2.20	0.10	0.74	5.00	5.00	7.40	0.71	21.00	46.00	99.40
Chemex	SAR658	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	0.93	0.26	0.43	14.00	5.00	30.50	1.74	37.00	15.00	100.50
Chemex	SAR659	Saint-Pierre-la-Cour (53) - *Carrière Lafarge*	Minerai de fer	0.97	1.45	2.13	22.00	9.00	102.00	9.46	345.00	12.00	100.00
Chemex	SAR660	Ferrière-Bochard (La) (61) - *Le Bois des Jarrias*	Minerai de fer	1.90	0.17	1.30	19.00	17.00	7.20	1.17	124.00	61.00	100.00
Chemex	SAR661	Lignières-Orgères (53) - *Les Souches*	Minerai de fer	2.03	1.88	1.69	32.00	9.00	139.00	13.05	1640.00	40.00	99.40
Chemex	SAR662	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - ?	Minerai de fer	10.95	2.23	2.14	200.00	9.00	130.50	15.05	675.00	65.00	100.50
Chemex	SAR663	Bourgneuf-la-Forêt (Le) (53) - *La Ferrière*	Minerai de fer	4.78	0.77	4.78	63.00	20.00	62.70	4.89	650.00	87.00	100.50
Chemex	SAR664	Sainte-Suzanne (53) - *Haut Rocher*	Minerai de fer	3.40	0.45	2.48	100.00	7.00	24.90	2.97	111.00	55.00	100.00
Chemex	SAR665	Ardoutillé (53) - La Ferrière - *Houssaie*	Minerai de fer	1.54	0.19	0.75	16.00	39.00	12.00	0.98	112.00	46.00	100.50
Chemex	SAR701	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	9.27	0.64	8.14	21.00	13.00	56.50	4.15	60.00	148.00	99.70
Chemex	SAR702	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	10.75	0.63	4.99	93.00	33.00	51.50	3.92	658.00	152.00	99.40
Chemex	SAR703	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	8.33	0.77	3.10	52.00	39.00	57.00	4.77	123.00	210.00	101.00
Chemex	SAR704	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	14.45	0.67	8.57	196.00	87.00	52.00	4.34	316.00	213.00	101.00
Chemex	SAR705	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	10.80	0.68	5.38	153.00	67.00	51.40	4.34	413.00	174.00	101.00
Chemex	SAR706	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	7.04	0.78	2.61	47.00	44.00	56.10	4.89	112.00	191.00	98.60
Chemex	SAR707	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Scorie de réduction coulée	8.98	0.77	3.25	68.00	44.00	54.40	4.79	143.00	219.00	99.60
Chemex	SAR708	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	1.61	0.13	0.26	<5	1.00	16.80	0.83	47.00	14.00	101.50
Chemex	SAR709	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	2.08	0.08	0.48	<5	2.00	8.20	0.63	42.00	46.00	100.50
Chemex	SAR710	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	1.73	0.26	0.54	<5	4.00	26.40	1.61	74.00	20.00	101.00
Chemex	SAR711	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	1.22	0.30	0.51	<5	2.00	26.20	1.90	75.00	9.00	101.00
Chemex	SAR712	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Minerai de fer	1.97	0.20	0.58	<5	2.00	25.40	1.22	39.00	29.00	99.90
Chemex	SAR713	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	14.85	0.55	3.42	74.00	11.00	38.00	3.73	351.00	543.00	98.60
Chemex	SAR714	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	14.05	0.51	3.32	80.00	7.00	34.90	3.47	115.00	531.00	100.00
Chemex	SAR715	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	16.00	0.57	3.72	84.00	19.00	40.10	3.86	322.00	580.00	100.50
Chemex	SAR716	Pezé-le-Robert (72) - *Roche Brune 1*	Paroi de bas fourneau	11.65	0.48	3.10	58.00	62.00	31.70	3.33	127.00	622.00	100.00
Chemex	SAR717	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.69	1.76	11.45	6.00	27.00	170.50	10.00	11.00	78.00	99.50
Chemex	SAR718	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	3.11	1.83	10.00	<5	12.00	210.00	9.92	12.00	75.00	100.50
Chemex	SAR719	Aron (53) - *Le Minerai*	Scorie de réduction coulée	4.47	1.76	15.20	5.00	20.00	170.00	10.00	11.00	64.00	99.80
Chemex	SAR720	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	4.77	2.52	15.90	9.00	102.00	195.50	15.35	20.00	78.00	99.80
Chemex	SAR721	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	4.04	2.41	13.85	10.00	149.00	183.50	14.70	13.00	82.00	101.00
Chemex	SAR722	Aron (53) - *La Cour des Oyères*	Scorie de réduction coulée	7.62	3.32	11.70	21.00	37.00	289.00	18.70	11.00	87.00	99.90

Fig. 289 : tableau des analyses chimiques de Chemex, éléments en traces de Th à Zr et total.

Nb Echantillon	Site	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	S traces	PF	Total
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3	Azon - La Cour des Oyères	31,37	5,11	63,17	2,75	0,53	0,71	0,13	0,73	0,23	0,13	0,29	-6,42	98,71
6	Azon - Le Minerai	25,67	3,46	68,40	4,78	0,73	1,27	0,12	0,65	0,19	0,18	0,38	-5,56	100,28
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Jobert	35,63	5,91	58,83	1,38	0,45	1,18	0,13	0,91	0,33	0,37	0,12	-5,15	100,07
5	Bouessay - Les Guéttières 1	33,54	6,07	59,85	1,47	0,65	1,68	0,10	1,16	0,39	0,40	0,22	-5,63	99,89
6	La Ch.-Anthenaise - Les Batailléres	35,80	8,18	56,44	1,42	0,37	0,68	0,11	0,74	0,44	0,37	0,21	-4,98	99,78
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	35,75	5,61	58,44	1,54	0,49	0,66	0,08	1,16	0,31	0,38	0,17	-5,57	99,02
4	Gesvres - Les Anellières	23,43	6,68	72,68	0,43	0,35	0,69	0,14	0,74	0,27	0,81	0,10	-6,03	100,26
4	L'Huisserie - Le Pâtis	34,58	7,15	58,70	0,64	0,47	0,80	0,19	1,40	0,54	0,27	0,15	-4,88	99,99
5	Jouë-en-Charnie - La Lande	36,00	7,01	56,36	1,20	0,61	1,33	0,09	1,00	0,36	0,79	0,20	-5,41	99,54
5	Laval - La Gaultrie	32,84	6,27	59,43	2,26	0,58	0,87	0,10	1,26	0,42	0,90	0,17	-5,52	99,18
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	31,69	7,95	61,94	0,55	0,59	0,57	< L.D.	1,11	0,40	0,32	0,13	-5,51	99,72
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	34,81	9,27	57,39	0,30	0,54	0,40	0,09	1,30	0,51	0,33	0,14	-4,94	100,14
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	32,96	8,16	60,46	0,34	0,33	1,03	0,08	0,73	0,29	0,57	0,16	-5,44	99,68
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	28,25	7,73	61,37	2,42	0,41	0,80	0,10	1,11	0,34	0,87	0,17	-4,68	98,87

Fig. 290 : moyennes des teneurs en éléments majeurs de scories de réduction par site de prélèvement.

Nb Echantillon	Site	SiO2	Al2O3	Fe2O3	MnO	MgO	CaO	Na2O	K2O	TiO2	P2O5	PF	Total
		%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%	%
3	Azon - La Cour des Oyères	2,25	1,25	3,82	0,69	0,04	0,36	0,01	0,20	0,04	0,06	0,35	0,67
6	Azon - Le Minerai	3,11	0,45	4,77	1,77	0,15	0,50	0,02	0,13	0,01	0,04	0,66	0,77
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Jobert	3,78	1,20	5,20	0,28	0,11	0,29	0,01	0,19	0,05	0,16	0,42	0,05
5	Bouessay - Les Guéttières 1	2,60	0,31	3,94	0,47	0,16	1,61	0,01	0,11	0,05	0,16	0,26	0,45
6	La Ch.-Anthenaise - Les Batailléres	1,88	1,63	2,65	0,30	0,03	0,19	0,02	0,22	0,12	0,11	0,33	0,51
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	1,15	0,84	0,67	0,25	0,10	0,09	0,00	0,20	0,04	0,04	0,12	0,13
4	Gesvres - Les Anellières	1,67	1,39	2,19	0,06	0,04	0,15	0,01	0,09	0,04	0,10	0,09	0,25
4	L'Huisserie - Le Pâtis	3,01	1,08	3,41	0,29	0,05	0,16	0,07	0,15	0,17	0,05	0,31	0,58
5	Jouë-en-Charnie - La Lande	3,92	2,45	6,87	0,44	0,13	0,69	0,03	0,21	0,10	0,25	0,67	0,75
5	Laval - La Gaultrie	1,47	0,79	1,66	0,98	0,06	0,31	0,02	0,15	0,10	0,18	0,24	0,54
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	2,99	0,62	3,39	0,26	0,12	0,13	< L.D.	0,17	0,03	0,12	0,28	0,35
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	4,81	2,73	6,76	0,08	0,12	0,11	0,02	0,38	0,11	0,19	0,44	0,96
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	2,86	1,12	1,96	0,19	0,10	0,43	< L.D.	0,11	0,04	0,24	0,20	0,57
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	2,78	0,17	4,29	1,00	0,04	0,19	0,02	0,36	0,00	0,19	0,44	0,17

Fig. 291 : écarts-types des moyennes du tableau précédent.

Nb Echantillon	Site	As	Ba	Be	Bi	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La	Lu	Mo	Nb
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3	Arvo - La Cour des Oyères	2.27	1539.00	N. D.	< L.D.	289.00	14.50	20.00	12.22	7.67	35.70	20.43	6.89	5.90	35.27	< L.D.	2.43	7.30	< L.D.	110.77	2.34	< L.D.	2.70
6	Arvo - Le Minerai	4.01	2790.40	4.60	0.07	135.10	20.57	44.28	14.84	7.87	21.24	12.19	4.29	5.71	21.89	0.68	2.12	4.38	0.09	81.87	1.34	0.59	2.64
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Joburt	0.98	379.25	N. D.	0.01[	111.63	9.90	16.67	5.49	7.00	11.50	7.06	3.09	5.35	12.36	< L.D.	3.55	2.28	< L.D.	83.05	0.85	< L.D.	4.35
5	Bousssay - Les Guéttières 1	2.89	315.46	28.42	0.17	275.10	42.50	119.33	4.16	9.97	30.7[	16.2[	8.58	8.41	39.1[	[.14	3.00	5.96	0.10	156.14	2.00	1.14	6.74
6	La Ch.-Antheraise - Les Bataillères	1.75	268.70	33.75	0.14	133.42	35.44	97.09	5.60	32.06	33.68	19.18	7.35	9.56	37.34	0.69	4.23	6.80	0.[1	84.31	2.53	0.72	9.14
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	8.24	490.24	16.00	0.15	137.72	21.59	89.93	21.10	6.21	12.78	6.19	3.33	5.94	16.21	1.01	3.70	2.36	0.08	85.45	0.69	1.29	5.95
4	Gesvres - Les Ancillères	4.58	257.50	N. D.	0.01[	98.18	2.38	< L.D.	5.37	5.00	10.65	6.28	2.82	4.70	11.18	< L.D.	2.28	2.08	< L.D.	66.78	0.73	< L.D.	3.80
4	L'Huisserie - Le Pâtis	0.55	228.63	N. D.	0.08	142.63	6.98	17.50	6.46	6.50	26.74	16.78	6.15	4.73	25.33	< L.D.	4.13	5.63	< L.D.	86.23	2.00	< L.D.	7.48
5	Joué-en-Charnie - La Lande	4.71	334.12	19.86	0.11	209.00	15.02	194.40	7.82	13.61	20.97	10.51	5.78	8.39	26.36	0.85	3.7[	3.95	0.08	129.93	1.35	1.01	8.86
5	Laval - La Gaufrie	2.54	254.44	16.58	0.16	118.35	16.95	89.17	5.98	8.67	23.32	13.61	4.81	7.04	25.42	0.58	3.75	4.84	0.08	72.51	1.84	0.70	8.41
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	3.30	229.84	6.99	0.11	99.98	7.85	119.33	10.48	9.27	6.89	3.65	2.01	9.24	8.27	0.88	4.00	1.35	0.07	44.07	0.50	0.90	9.84
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	2.21	217.29	N. D.	0.13	118.50	12.73	61.43	14.34	6.86	9.42	5.16	2.90	8.17	11.78	< L.D.	5.16	1.82	< L.D.	52.47	0.66	< L.D.	11.16
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	3.31	182.00	17.95	0.10	184.46	12.8[	133.48	6.14	21.31	18.56	9.83	5.39	8.70	22.63	1.09	3.53	3.64	0.10	99.65	1.33	1.29	5.87
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	2.86	589.77	21.65	0.16	80.45	27.24	83.11	6.12	12.54	12.75	7.44	2.85	9.81	14.32	0.58	3.14	2.63	0.09	45.34	1.05	0.90	7.07

Fig. 292 : moyennes des teneurs en éléments en trace de scories de réduction par site de prélèvement (d'As à Nb).

Nb Echantillon	Site	As	Ba	Be	Bi	Ce	Co	Cr	Cs	Cu	Dy	Er	Eu	Ga	Gd	Ge	Hf	Ho	In	La	Lu	Mo	Nb
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3	Arvo - La Cour des Oyères	0.84	600.98	N. D.	< L.D.	144.84	6.50	< L.D.	1.76	0.58	7.93	4.49	1.40	1.25	8.01	< L.D.	0.15	1.63	< L.D.	33.22	0.24	< L.D.	0.89
6	Arvo - Le Minerai	1.56	1085.29	3.3[	0.06	28.96	9.15	3.[1	5.58	3.83	3.37	2.04	0.87	0.59	3.19	0.0[	0.24	0.75	0.0[	19.59	0.1[	0.07	0.61
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Joburt	0.88	67.81	N. D.	< L.D.	25.67	3.77	5.77	1.90	1.00	2.90	2.04	0.80	0.74	3.27	< L.D.	0.53	0.67	< L.D.	29.43	0.2[	< L.D.	1.05
5	Bousssay - Les Guéttières 1	1.[1	41.42	7.83	< L.D.	114.29	20.13	15.83	0.41	2.18	9.93	5.82	2.47	1.0[	11.64	0.25	0.3[	2.05	0.02	54.20	0.79	0.56	0.55
6	La Ch.-Antheraise - Les Bataillères	< L.D.	82.69	15.90	0.02	35.69	18.76	23.53	2.75	18.08	14.98	8.65	2.83	1.15	15.75	0.19	0.98	3.07	0.06	24.24	1.07	0.05	1.83
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	2.29	62.59	3.96	0.09	19.05	9.22	21.12	4.90	2.14	2.36	1.13	0.37	1.09	2.66	0.43	0.85	0.44	0.0[	5.64	0.10	0.76	1.43
4	Gesvres - Les Ancillères	2.05	33.28	N. D.	0.00	14.74	1.0[	< L.D.	1.28	< L.D.	1.66	0.98	0.47	0.80	1.94	< L.D.	0.10	0.33	< L.D.	13.04	0.1[	< L.D.	0.32
4	L'Huisserie - Le Pâtis	0.38	59.94	N. D.	0.08	41.63	3.20	5.00	1.26	2.12	12.45	8.43	2.39	0.75	11.00	< L.D.	0.26	2.81	< L.D.	36.01	0.94	< L.D.	2.60
5	Joué-en-Charnie - La Lande	3.81	164.48	15.38	0.01	134.44	1.63	75.41	2.0[	8.18	13.33	6.50	3.80	2.42	17.84	0.42	1.06	2.50	0.0[	84.86	0.78	0.26	2.16
5	Laval - La Gaufrie	< L.D.	68.31	5.74	0.05	40.24	15.26	26.84	3.79	4.40	13.11	8.25	1.90	0.74	13.31	0.15	0.72	2.94	0.0[	20.24	1.03	0.1[	1.14
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	0.84	69.00	1.27	0.00	21.23	3.35	44.98	1.29	1.88	0.98	0.47	0.31	0.35	1.23	0.07	0.72	0.15	0.02	4.25	0.05	0.29	0.72
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	0.98	41.21	N. D.	0.20	36.84	4.72	40.59	3.58	2.34	1.23	0.46	0.79	1.69	2.53	< L.D.	0.81	0.19	< L.D.	10.19	0.06	< L.D.	3.80
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	0.74	31.79	8.12	< L.D.	151.45	10.37	37.50	0.63	11.23	12.85	6.42	4.07	1.92	17.12	0.30	0.50	2.47	0.02	69.85	0.81	0.76	0.40
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	< L.D.	199.30	14.00	0.07	35.12	10.81	4.88	0.46	4.98	4.98	3.15	1.14	0.88	5.16	0.12	0.07	1.03	0.0[	16.10	0.30	0.22	0.31

Fig. 293 : écarts-types des moyennes du tableau précédent.

Nb Echantillon	Site	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3	Aron - La Cour des Oyères	116,73	< L.D.	6,00	27,97	55,70	< L.D.	6,70	28,80	1,00	49,37	0,23	5,99	5,48	2,75	13,82	13,33	96,00	222,67	16,25	14,67	82,33
6	Aron - Le Minerai	78,04	13,95	2,07	18,84	48,06	0,20	13,63	17,97	0,78	73,82	0,27	3,52	3,50	1,39	11,25	15,13	27,51	161,95	9,21	11,78	78,15
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Jobart	62,88	8,33	5,00	15,80	37,48	0,18	0,65	12,34	< L.D.	47,58	0,25	1,95	6,50	0,97	6,25	27,00	12,25	86,15	6,07	50,50	143,50
5	Bousssay - Les Guéttières 1	170,10	19,97	2,48	41,35	47,82	0,25	< L.D.	36,26	0,97	54,06	0,65	5,50	6,42	2,17	12,75	116,40	58,91	214,02	13,28	173,34	123,30
6	La Ch.-Architaise - Les Batuillères	111,04	25,09	4,32	23,77	31,64	1,77	< L.D.	30,37	1,36	86,20	0,81	5,62	11,25	2,73	13,29	116,69	1,28	265,14	16,89	395,90	167,97
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	82,26	14,47	3,52	20,73	59,32	0,22	< L.D.	15,85	1,07	39,83	0,64	2,32	5,68	0,79	6,86	61,85	53,78	87,02	4,74	149,36	148,28
4	Gesvres - Les Anetlières	55,60	< L.D.	12,75	13,63	32,70	0,10	2,40	11,52	< L.D.	64,35	0,18	1,82	8,65	0,84	9,89	30,00	12,25	75,33	5,52	69,25	89,00
4	L'Huisserie - Le Pâtis	104,38	7,00	< L.D.	22,98	48,93	0,09	2,20	24,36	< L.D.	43,00	0,38	4,36	7,46	2,27	9,15	65,50	9,75	201,15	14,38	157,00	158,25
5	Jossé-en-Charnie - La Lande	120,79	13,37	8,13	29,97	47,29	0,27	< L.D.	25,22	0,94	69,25	0,73	3,74	10,04	1,41	11,30	218,72	68,36	147,21	8,95	75,34	139,24
5	Laval - La Gaufrie	80,80	19,97	3,74	18,01	47,45	0,47	< L.D.	19,66	0,72	48,03	0,69	3,78	8,03	1,93	5,68	107,67	1,25	183,35	11,99	263,13	144,70
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	45,24	10,40	8,76	11,29	58,06	1,81	< L.D.	8,86	1,20	47,13	0,78	1,21	8,40	0,54	6,49	134,85	26,09	45,27	3,30	144,33	164,52
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	63,17	< L.D.	9,25	15,57	71,69	0,19	0,57	12,92	1,00	48,83	0,74	1,74	9,95	0,71	5,15	90,00	46,71	54,13	4,46	260,71	186,71
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	104,60	14,92	4,07	25,33	38,94	0,26	< L.D.	23,13	0,97	57,55	0,48	3,27	9,57	1,41	15,25	157,25	0,98	137,50	8,79	107,25	145,88
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	50,01	17,35	2,87	11,87	50,88	0,53	< L.D.	12,06	1,09	43,91	0,66	2,17	7,44	1,07	3,10	106,17	41,79	93,05	6,46	173,30	118,93

Fig. 294 : moyenne des teneurs en éléments en trace de scories de réduction par site de prélèvement (de Nd à Zr).

Nb Echantillon	Site	Nd	Ni	Pb	Pr	Rb	Sb	Se	Sm	Sn	Sr	Ta	Tb	Th	Tm	U	V	W	Y	Yb	Zn	Zr
		ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm	ppm
3	Aron - La Cour des Oyères	29,74	< L.D.	< L.D.	8,09	17,16	< L.D.	4,19	6,33	< L.D.	19,55	0,06	1,39	1,89	0,50	2,10	6,66	56,24	57,76	2,15	4,73	4,51
6	Aron - Le Minerai	12,90	4,56	0,14	3,38	10,83	< L.D.	5,02	2,57	0,16	27,08	0,12	0,58	0,59	0,22	2,27	9,15	13,00	34,56	0,89	1,10	9,94
4	Auvers-le-Hamon - Le Plessis Jobart	11,25	0,58	0,00	2,81	9,86	< L.D.	0,44	2,37	< L.D.	12,83	0,06	0,49	1,42	0,23	2,05	8,12	3,86	26,67	1,49	9,98	21,42
5	Bousssay - Les Guéttières 1	51,01	8,74	1,06	12,99	7,29	0,07	< L.D.	10,15	0,58	10,50	0,06	1,71	0,72	0,78	1,86	13,86	18,03	73,46	4,84	74,74	12,53
6	La Ch.-Architaise - Les Batuillères	34,94	6,93	1,34	6,84	10,68	1,14	< L.D.	10,99	0,28	38,51	0,13	2,46	1,97	1,21	4,01	28,61	0,34	122,80	7,28	251,30	43,42
5	La Ferrière-Bochard - La Goistière 2	5,05	5,12	1,07	1,26	14,52	0,04	< L.D.	1,23	0,20	5,93	0,10	0,38	0,62	0,14	0,76	10,66	24,50	18,13	0,64	86,98	35,93
4	Gesvres - Les Anetlières	8,75	< L.D.	4,03	2,12	5,29	0,05	0,22	2,03	< L.D.	6,30	0,05	0,30	0,31	0,13	1,47	4,24	2,50	15,87	0,76	34,18	3,37
4	L'Huisserie - Le Pâtis	39,93	1,73	< L.D.	8,46	3,51	0,01	1,65	9,13	< L.D.	19,04	0,10	1,93	1,82	1,09	0,78	29,73	2,63	120,35	6,72	128,63	14,08
5	Jossé-en-Charnie - La Lande	77,15	5,32	7,70	19,16	14,10	0,09	< L.D.	16,52	0,34	19,01	0,19	2,44	2,41	0,83	3,78	118,80	19,38	105,79	5,11	23,97	41,85
5	Laval - La Gaufrie	25,14	9,40	0,52	4,84	4,15	0,20	< L.D.	6,86	0,11	19,33	0,07	2,01	1,04	1,15	1,71	24,23	0,55	121,62	6,86	267,82	28,32
5	Mont-Saint-Jean - Fontaine d'Enfer	7,51	2,03	6,04	1,65	6,88	1,97	< L.D.	1,30	0,20	8,42	0,09	0,17	1,56	0,07	3,42	49,11	34,97	7,77	0,35	92,36	27,98
7	Pezé-le-Robert - Roche Brune	18,75	< L.D.	2,22	4,75	20,21	0,14	0,21	3,45	0,00	9,32	0,25	0,29	2,38	0,07	2,41	62,92	23,92	2,47	0,37	215,76	29,32
6	St-Denis-d'Orques - La Guittière - Le Minerai	77,32	3,76	1,51	18,68	9,35	0,15	< L.D.	17,54	0,25	7,46	0,04	2,38	1,95	0,89	7,00	76,57	0,10	90,42	5,30	42,77	26,17
3	St-Pierre-la-Cour - La Basse Barolais	19,72	4,94	0,87	4,58	9,10	0,31	< L.D.	5,01	0,22	10,46	0,03	0,80	0,21	0,46	0,64	2,84	15,94	42,33	2,88	34,87	5,35

Fig. 295 : écarts-types des moyennes du tableau précédent.

Annexe 5.2 : tableau de corrélation des éléments traces entre scories

	Gevrey		Auvers		Aron, Le Minerai		La Ferrière-Bechard		Jouet-en-Charnie		Bonessay		St Denis d'O.		La Ch. Authenaise		Laval		RB		Jublains	
	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente
Be/Dy															99	0,99						
Be/Er															99	0,57						
Be/Eu															90	0,21						
Be/Gd															97	1,09						
Be/Ho															99	0,20						
Be/Lu															98	0,07						
Be/Tb															99	0,17						
Be/Tm															99	0,08						
Be/Y															96	7,84						
Be/Yb															99	0,50						
Ce/Dy									99	0,10			96	0,10								
Ce/Er									99	0,05			93	0,05								
Ce/Eu									99	0,03			99	0,03								
Ce/Gd									99	0,13			99	0,12								
Ce/Ho									99	0,02			95	0,02								
Ce/In							93	0,00														
Ce/La									99	0,62	94	0,56	97	0,51							98	0,42
Ce/Lu									97	0,01	90	0,01										
Ce/Nd									100	0,58			99	0,55			93	0,68	98	0,53		
Ce/Pr									100	0,14	90	0,15	99	0,13			92	0,15	99	0,13	98	0,1
Ce/Sm									100	0,12			99	0,12					95	0,11	92	0,09
Ce/Tb									99	0,02			98	0,02								
Ce/Tm									98	0,01			92	0,01								
Ce/Y									97	0,72			91	0,69								
Ce/Yb									97	0,04												
Cs/Rb							97	2,82											93	5,02		
Dy/Eu	98	0,27	98	0,27	94	0,20			98	0,28	97	0,28	99	0,30	92	0,21						
Dy/La	94	6,30							99	6,28	94	5,10	99	5,39								
Dy/Nd	98	5,22							98	5,75	95	5,50	99	5,74								
Dy/Pr	97	1,28							98	1,43	94	1,34	99	1,39								
Dy/Sm	92	1,08							98	1,21	94	1,17	99	1,28								
Er/Eu	93	0,45	91	0,43	91	0,35			99	0,56	91	0,52	98	0,57	91	0,37						
Er/Gd	95	1,78	95	1,74			92	2,61	99	2,56	95	2,37	98	2,40	98	1,93	95	1,80				
Er/La									98	12,48	94	9,58	99	10,32								
Er/Nd	94	8,85							99	11,57			98	10,99								
Er/Pr									99	2,87			98	2,66								
Er/Sm									99	2,43			98	2,45								
Eu/Ho	94	0,74	95	0,74					99	0,98	95	0,70	99	0,65	94	0,94						
Eu/La	98	23,76							97	22,34	94	18,40	99	18,05								
Eu/Lu			97	0,27					98	0,23	91	0,24	95	0,23	96	0,35						
Eu/Pr	98	4,82			91	4,37			99	5,14	96	4,84	100	4,66								
Eu/Tm	98	0,30	91	0,31					99	0,24	94	0,26	97	0,25	94	0,38						
Eu/Y			91	28,10					96	25,93	94	25,20	97	24,40								
Eu/Yb	91	1,95	90	1,96					97	1,49	94	1,57	95	1,52	96	2,32						
Ga/Hf			91	0,66																		
Ga/Rb													94	4,49					90	8,88		
Ga/Zr			90	26,83					89	18,83												
Gd/La	97	5,99							99	4,88	93	4,03	99	4,30								
Gd/Nd	97	4,96			95	3,57			99	4,51	96	4,35	100	4,58								
Gd/Pr	97	1,21			92	0,86			99	1,12	94	1,06	100	1,11					90	1,34		
Gd/Tm	99	0,08	94	0,08			98	0,05	98	0,05	96	0,06	97	0,06	99	0,07	97	0,08				
Gd/Y	91	6,76	94	7,02					99	5,67	97	5,52	97	5,81	95	7,17	94	7,53				
Gd/Yb	92	0,49	93	0,49			95	0,29	96	0,32	96	0,34	95	0,36	99	0,45	98	0,48				
Ge/La	N.D.		N.D						91	160,59												
Ge/Nd	N.D.		N.D														90	141,17				

Fig. 296 : tableau des couples de corrélation entre les éléments traces par site (1/2).

	Gesvres		Auvers		Aron, Le Mineral		La Ferrière-Bochard		Joué-en-Charnie		Bouessay		St Denis d'O.		La Ch. Anthenaise		Laval		RB		Juhlains	
	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente	r2	Pente		
Ge/Pr	N.D.		N.D						91	36,81												
Ge/Sm	N.D.		N.D														92	34,67				
Hf/Nb															91	2,15						
Hf/Th	95	3,80																				
Ho/La	92	2,25							99	33,14	95	26,16	99	27,61								
Ho/Nd	98	26,75							99	30,65	92	28,17	99	29,41								
Ho/Pr	92	6,55							99	7,61	92	6,87	98	7,12								
Ho/Sm	92	5,55							99	6,44			99	6,56								
La/Lu									94	0,01	94	0,01	97	0,01								
La/Sm									97	0,19	90	0,23	99	0,24							92	0,21
La/Tb	96	0,03							99	0,03	93	0,03	99	0,03								
La/Tm	91	0,01							96	0,01	95	0,01	98	0,01								
La/Yb									95	0,07	95	0,08	97	0,08								
Lu/Nd	98	75,98							99	91,54			96	82,15								
Lu/Pr	90	18,60							98	22,72			96	19,88								
Lu/Sm	93	15,77							98	19,23			96	18,30								
Nb/Rb			97	8,64																		
Nb/Sr	92	16,95																				
Nb/Ta																			94	0,07	96	0,10
Nd/Tb	96	0,03	91	0,03	93	0,05			99	0,03	96	0,03	99	0,03								
Nd/Tm	98	0,02							99	0,01	93	0,01	96	0,01								
Nd/Y									96	1,25	92	1,27	96	1,26								
Nd/Yb	98	0,10							98	0,07	93	0,08	94	0,08								
Pr/Tb	99	0,13	91		91	0,19			99	0,13	94	0,13	99	0,13								
Pr/Tm	98	0,06							98	0,05	92	0,05	96	0,05								
Pr/Y									97	5,04	92	5,19	96	5,22								
Pr/Yb	94	0,40							98	0,29	92	0,32	94	0,33								
Sm/Tm	90	0,07							99	0,05	91	0,06	96	0,06								
Sm/Y									96	5,95	91	5,97	96	5,67								
Sm/Yb									98	0,34	91	0,37	94	0,35	90	0,56						

Fig. 297 : tableau des couples de corrélation entre les éléments traces par site (2/2).

Annexe 5.3 : tableau de calcul des indices de saturation en fer

Référence Echantillon	Site	Teneur en mole dans 100 gr d'échantillon								SF	Moy	Σ
		Si	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K			
SAR0601	Laval (53) - La Gaufric	574	108	733	47	16	24	3	23	*1,17*		
SAR0602	Laval (53) - La Gaufric	588	112	757	12	12	12	3	32	*1,12*		
SAR0603	Laval (53) - La Gaufric	525	124	790	27	14	12	3	25	*1,28*	*1,18*	*0,06*
SAR0604	Laval (53) - La Gaufric	543	141	742	44	15	12	3	28	*1,17*		
SAR0605	Laval (53) - La Gaufric	540	139	748	32	16	19	4	28	*1,17*		
SAR0606	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	629	150	703	16	7	18	4	13	*0,93*		
SAR0607	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	648	144	689	21	11	12	3	14	*0,91*		
SAR0608	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	572	128	770	20	8	8	3	11	*1,14*	*0,98*	*0,10*
SAR0609	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	580	148	733	28	12	12	3	14	*1,06*		
SAR0610	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	591	186	706	17	7	12	3	18	*0,94*		
SAR0611	Chapelle-Anthenaise (La) (53) - Les Bataillères	588	216	678	20	10	12	5	24	*0,88*		
SAR0612	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	502	193	780	6	12	24	1	17	*1,15*		
SAR0613	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	534	185	751	4	11	32	3	19	*1,07*		
SAR0614	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	547	151	784	3	6	15	1	13	*1,14*	*1,09*	*0,07*
SAR0615	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	547	151	784	3	6	15	1	14	*1,14*		
SAR0616	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	641	133	718	10	8	11	1	17	*0,95*		
SAR0617	Saint-Denis-d'Orques (72) - La Guittière - Le Minerai	554	157	772	3	6	15	1	14	*1,10*		
SAR0618	Mont-Saint-Jean (72) - La Fontaine d'Enfer	492	160	818	7	14	10	1	22	*1,29*		
SAR0619	Mont-Saint-Jean (72) - La Fontaine d'Enfer	571	151	742	14	20	12	1	29	*1,07*		
SAR0620	Mont-Saint-Jean (72) - La Fontaine d'Enfer	585	142	761	4	14	7	1	21	*1,07*	*1,18*	*0,14*
SAR0621	Mont-Saint-Jean (72) - La Fontaine d'Enfer	466	162	836	9	12	9	1	21	*1,37*		
SAR0622	Mont-Saint-Jean (72) - La Fontaine d'Enfer	549	173	759	5	14	13	1	26	*1,08*		
SAR0623	Bouessay (53) - Les Guittières	606	122	732	15	14	16	3	26	*1,04*		
SAR0624	Bouessay (53) - Les Guittières	600	122	730	21	15	18	1	26	*1,06*		
SAR0625	Bouessay (53) - Les Guittières	541	126	785	14	15	12	3	27	*1,22*	*1,17*	*0,15*
SAR0626	Bouessay (53) - Les Guittières	561	118	700	29	23	81	1	23	*1,11*		
SAR0627	Bouessay (53) - Les Guittières	498	110	819	26	14	23	1	22	*1,41*		
SAR0628	Joué-en-Charnie (72) - Les Landes	570	106	763	12	12	34	1	20	*1,16*		
SAR0629	Joué-en-Charnie (72) - Les Landes	683	216	614	9	14	11	2	20	*0,71*		
SAR0630	Joué-en-Charnie (72) - Les Landes	516	95	817	18	13	23	2	18	*1,39*	*1,03*	*0,26*
SAR0631	Joué-en-Charnie (72) - Les Landes	630	128	671	21	18	39	4	29	*0,94*		
SAR0632	Joué-en-Charnie (72) - Les Landes	617	147	692	24	19	13	2	20	*0,96*		
SAR0633	Ferrière-Bochard (La) (61) - La Goistière 2	595	129	733	19	14	13	3	30	*1,06*		
SAR0634	Ferrière-Bochard (La) (61) - La Goistière 3	589	123	747	19	15	10	1	27	*1,10*		
SAR0635	Ferrière-Bochard (La) (61) - La Goistière 4	636	93	732	24	9	10	1	19	*1,05*	*1,09*	*0,03*
SAR0636	Ferrière-Bochard (La) (61) - La Goistière 5	603	95	750	27	11	14	1	23	*1,13*		
SAR0637	Ferrière-Bochard (La) (61) - La Goistière 6	591	117	746	21	13	12	3	26	*1,10*		
SAR0638	Aron (53) - Le Minerai	473	66	799	98	22	22	4	16	*1,70*		
SAR0639	Aron (53) - Le Minerai	469	65	804	97	21	24	3	15	*1,73*		
SAR0640	Aron (53) - Le Minerai	353	68	985	34	14	11	1	10	*2,45*	*1,93*	*0,29*
SAR717	Aron (53) - Le Minerai	407	67	885	61	14	38	5	15	*2,03*		
SAR718	Aron (53) - Le Minerai	474	60	852	59	20	18	3	12	*1,74*		
SAR719	Aron (53) - Le Minerai	415	86	872	59	20	23	5	16	*1,90*		
SAR0641	Saint-Pierre-la-Cour (53) - La Basse Barolais	434	160	847	25	10	11	3	19	*1,48*		
SAR0642	Saint-Pierre-la-Cour (53) - La Basse Barolais	523	155	729	51	12	18	4	33	*1,17*	*1,31*	*0,16*
SAR0643	Saint-Pierre-la-Cour (53) - La Basse Barolais	491	152	792	28	10	16	3	21	*1,29*		
SAR644	Auvers-le-Hamon (72) - Le Plessis Jobart	541	87	822	16	9	17	4	14	*1,35*		
SAR645	Auvers-le-Hamon (72) - Le Plessis Jobart	687	133	659	18	12	17	4	22	*0,84*	*1,10*	*0,21*
SAR646	Auvers-le-Hamon (72) - Le Plessis Jobart	587	138	736	18	9	24	4	19	*1,05*		
SAR647	Auvers-le-Hamon (72) - Le Plessis Jobart	573	109	750	25	15	27	5	22	*1,16*		
SAR648	Gesvres (53) - Les Anelières	408	110	927	7	8	9	5	14	*1,82*		
SAR649	Gesvres (53) - Les Anelières	370	108	954	7	9	16	4	15	*2,03*	*1,79*	*0,21*
SAR650	Gesvres (53) - Les Anelières	374	151	921	5	10	13	4	16	*1,78*		
SAR651	Gesvres (53) - Les Anelières	424	159	876	5	9	12	5	18	*1,53*		
SAR652	Huisserie (L') (53) - Le Pâtis	611	149	718	5	13	11	3	32	*0,97*		
SAR653	Huisserie (L') (53) - Le Pâtis	511	132	808	14	11	16	6	26	*1,30*	*1,07*	*0,17*
SAR654	Huisserie (L') (53) - Le Pâtis	594	119	745	11	11	18	7	32	*1,08*		
SAR655	Huisserie (L') (53) - Le Pâtis	610	167	700	6	13	13	8	31	*0,93*		

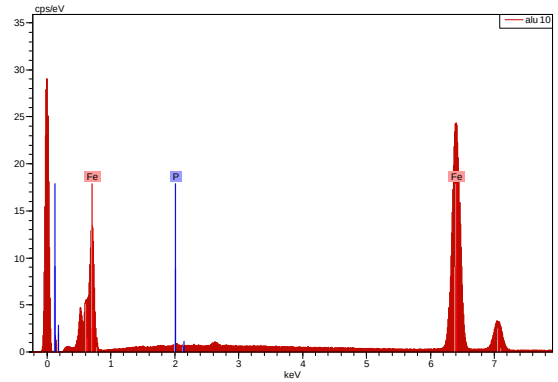
Fig. 298 : tableau de calcul des indices de saturation en fer (1/2).

Référence Echantillon	Site	Teneur en mole dans 100 gr d'échantillon								SF	Moy	Σ
		Si	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	Na	K			
SAR720	Aron (53) - La Cour des Oyères	502	97	817	51	13	10	5	13	*1,47*		
SAR721	Aron (53) - La Cour des Oyères	511	79	836	32	13	20	5	13	*1,49*	*1,37*	*0,20*
SAR722	Aron (53) - La Cour des Oyères	572	129	749	35	14	8	4	21	*1,14*		
SAR701	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 1	436	121	903	6	7	7	2	13	*1,65*		
SAR702	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 2	534	196	753	3	13	5	3	30	*1,05*		
SAR703	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 3	639	163	695	4	14	7	3	27	*0,89*		
SAR704	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 4	628	276	608	3	17	11	4	37	*0,69*	*1,00*	*0,31*
SAR705	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 5	568	216	703	5	15	7	4	35	*0,92*		
SAR706	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 6	621	138	732	4	13	7	2	24	*0,99*		
SAR707	Pezé-le-Robert (72) - Roche Brune 7	657	169	674	4	14	6	3	28	*0,84*		
SAR401	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6475	337	61	978	48	12	19	5	14	*2,61*		
SAR402	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6476	405	80	937	8	12	27	9	18	*1,97*	*2,42*	*0,58*
SAR403	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6477	390	79	894	52	17	35	4	17	*2,06*		
SAR404	Jublains (53) - *Le Taillis des Boissières* - US 6478	296	59	1065	9	7	12	4	11	*3,05*		
SAR405	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3007	396	91	914	4	10	43	9	33	*1,90*		
SAR406	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3008	345	60	927	69	21	41	5	17	*2,51*		
SAR407	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3009	438	80	917	10	12	16	6	17	*1,81*		
SAR408	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3010	434	80	921	2	11	12	9	22	*1,82*	*1,90*	*0,31*
SAR409	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3011	452	98	884	7	14	19	7	27	*1,65*		
SAR410	Jublains (53) - *La Grande Boissière* - US 3012	447	87	894	3	13	18	7	25	*1,70*		

Fig. 299 : tableau de calcul des indices de saturation en fer (2/2).

Annexe 5.4 : analyse de composition de l'objet 2038.1 de "Roche Brune"

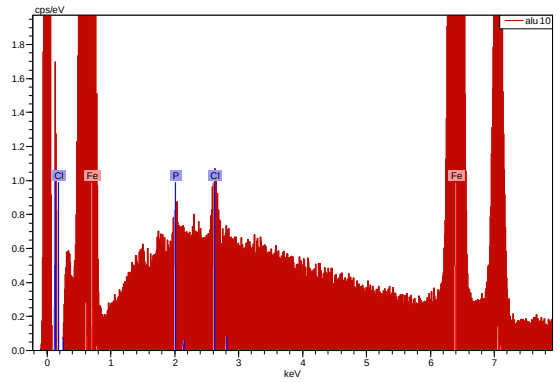
Analyse 1 : métal



Spectrum: alu 10

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	97,32	99,71	99,48
Phosphorus	K-series	0,28	0,29	0,52
	Total:	97,60	100,00	100,00

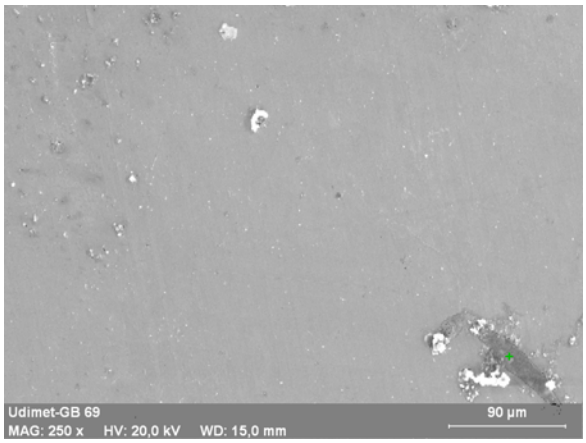
Analyse 2 : métal

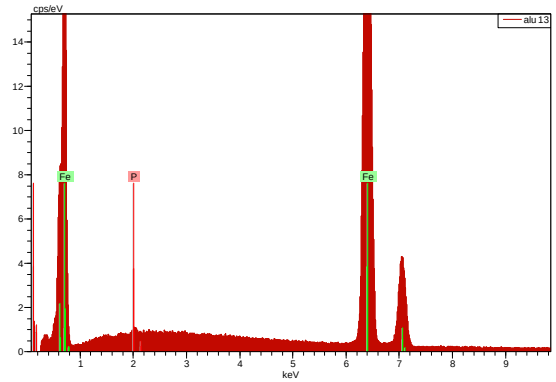


Spectrum: alu 11

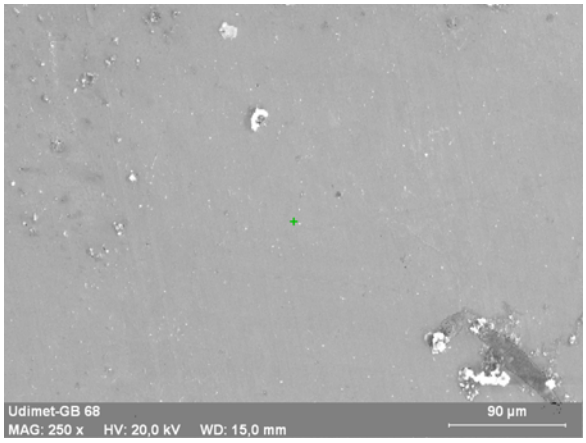
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	99,94	99,70	99,47
Phosphorus	K-series	0,30	0,30	0,53
	Total:	100,23	100,00	100,00

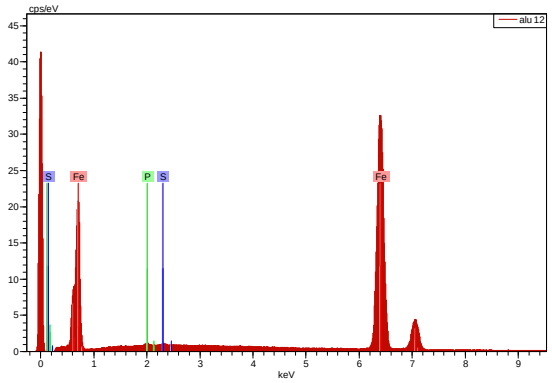
Analyse 3 : inclusion





Analyse 4 : métal

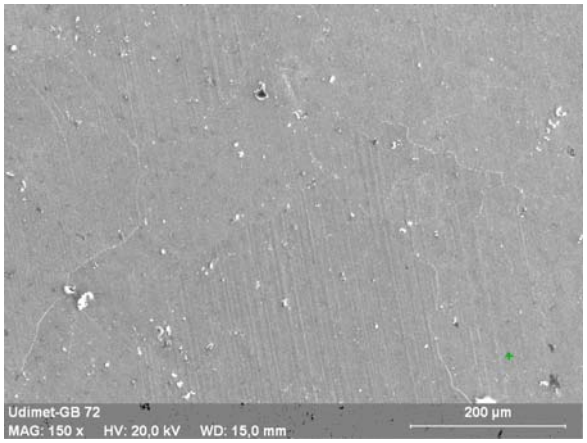


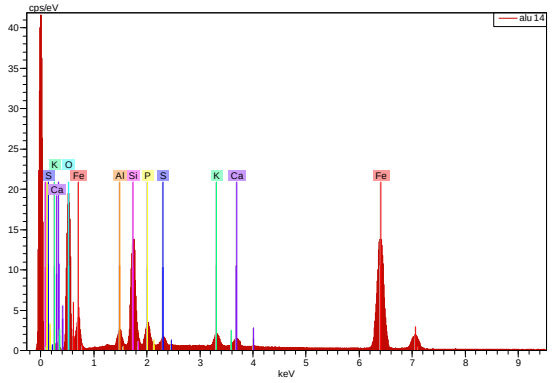


Spectrum: spectre global

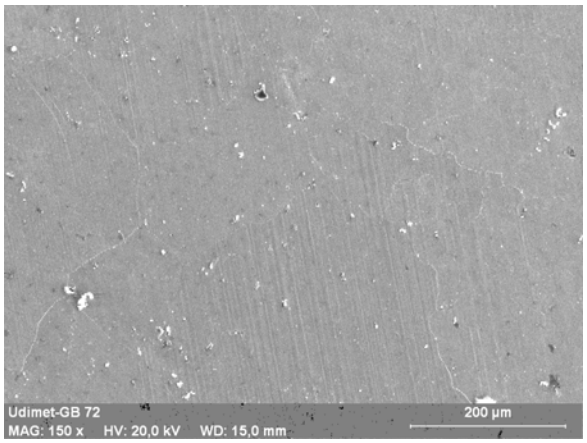
Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Phosphorus	K-series	0,17	0,17	0,30
Iron	K-series	99,03	99,83	99,70
	Total:	99,20	100,00	100,00

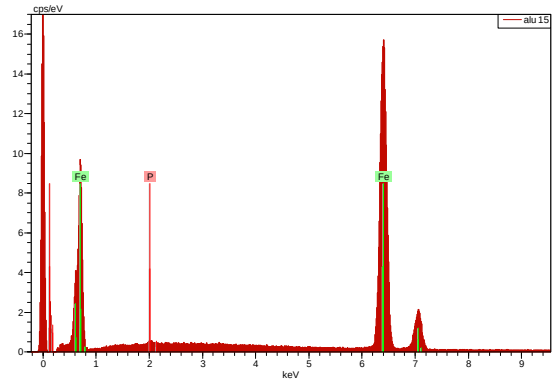
Analyse 5 : métal





Analyse 6 : métal

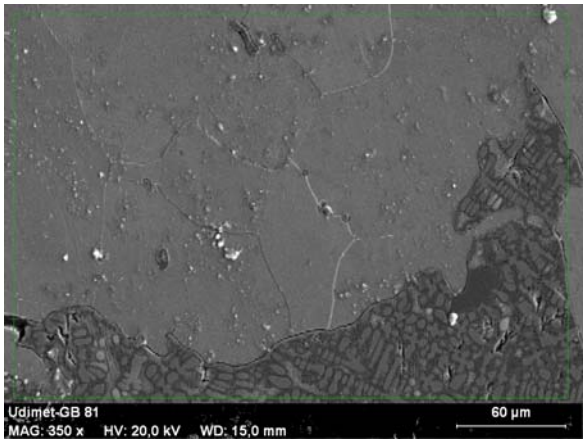


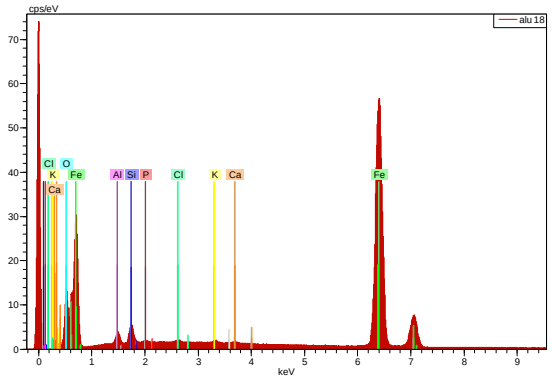


Spectrum: spectre global

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Phosphorus	K-series	0,38	0,37	0,66
Iron	K-series	103,30	99,63	99,34
	Total:	103,68	100,00	100,00

Analyse 7 : métal et incluson

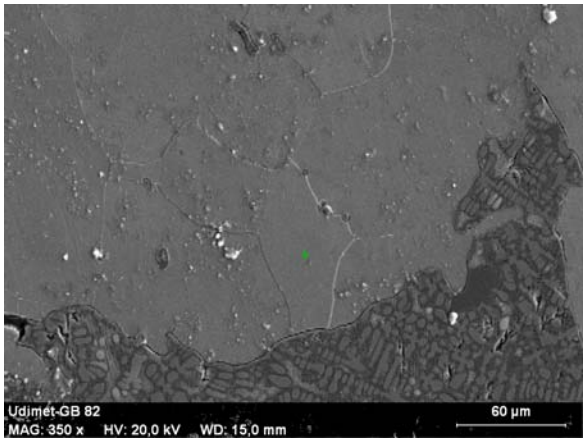


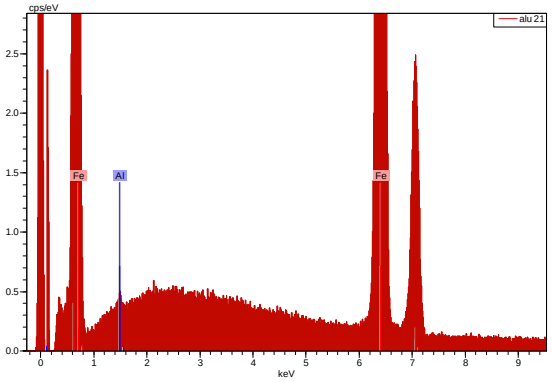


Spectrum: global

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Phosphorus	K-series	0,28	0,30	0,47
Iron	K-series	86,63	90,76	79,14
Silicon	K-series	2,10	2,20	3,81
Aluminium	K-series	1,58	1,66	2,99
Potassium	K-series	0,40	0,42	0,52
Calcium	K-series	0,29	0,30	0,36
Chlorine	K-series	0,34	0,36	0,49
Oxygen	K-series	3,83	4,02	12,23
	Total:	95,45	100,00	100,00

Analyse 8 : métal

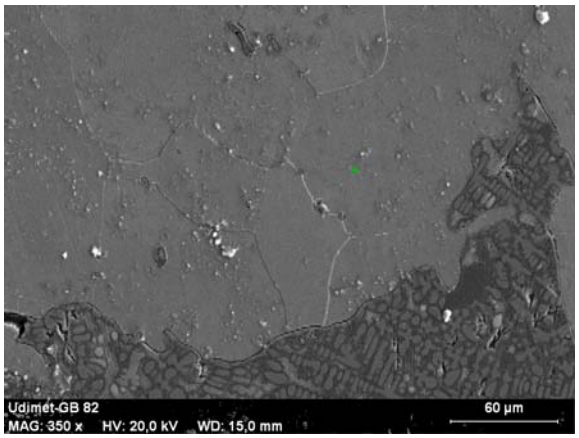


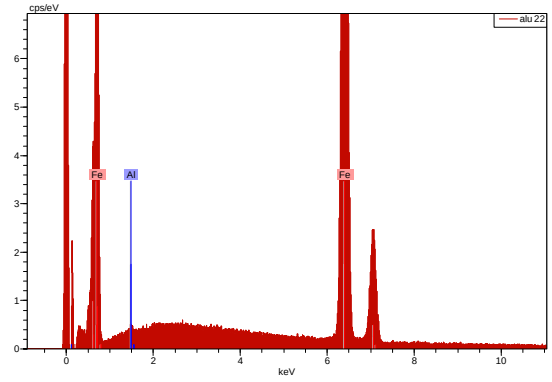


Spectrum: alu 21

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	96,40	99,89	99,78
Aluminium	K-series	0,10	0,11	0,22
	Total:	96,50	100,00	100,00

Analyse 9 : métal

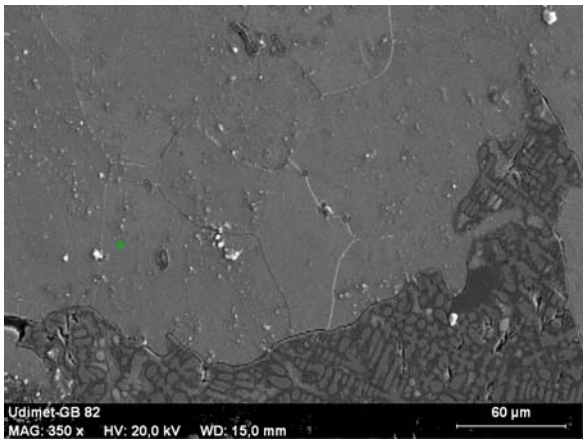


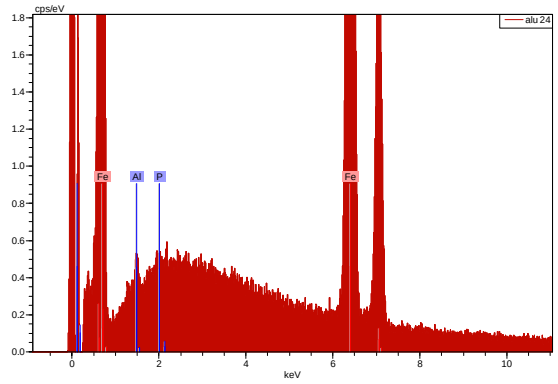


Spectrum: alu 22

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	100,11	99,85	99,68
Aluminium	K-series	0,15	0,15	0,32
	Total:	100,27	100,00	100,00

Analyse 10 : métal

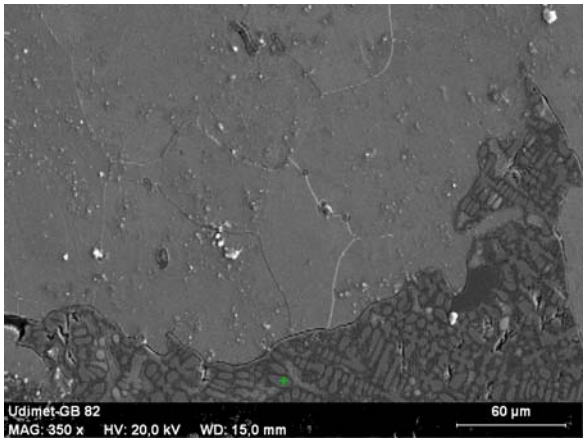


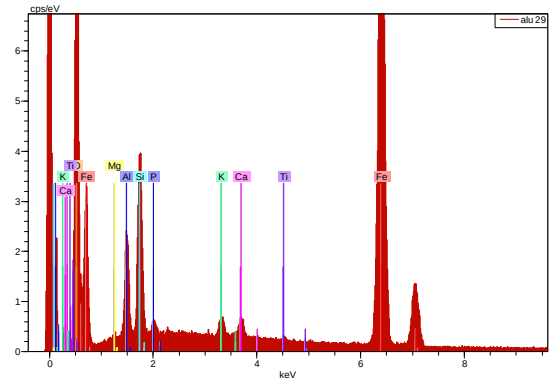


Spectrum: alu 24

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	100,64	99,67	99,34
Aluminium	K-series	0,23	0,23	0,48
Phosphorus	K-series	0,10	0,10	0,18
	Total:	100,98	100,00	100,00

Analyse 11 : inclusion

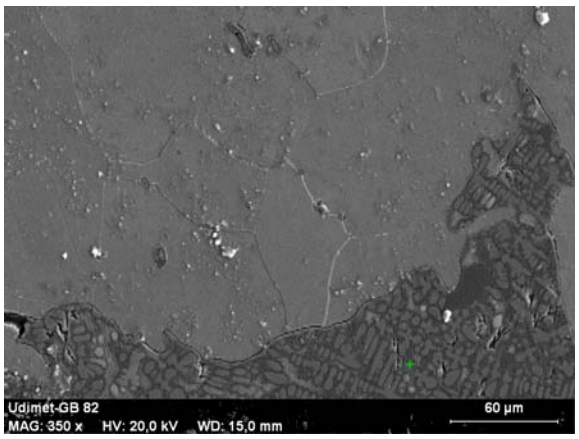


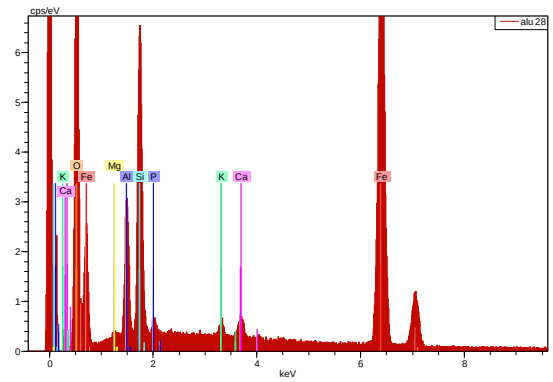


Spectrum: globule

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	67,12	64,01	37,85
Aluminium	K-series	4,02	3,84	4,70
Silicon	K-series	6,56	6,25	7,35
Calcium	K-series	0,98	0,93	0,77
Phosphorus	K-series	0,49	0,47	0,50
Magnesium	K-series	0,12	0,11	0,15
Potassium	K-series	1,01	0,96	0,81
Titanium	K-series	0,36	0,34	0,23
Oxygen	K-series	24,19	23,07	47,63
	Total:	104,85	100,00	100,00

Analyse 12 : inclusion

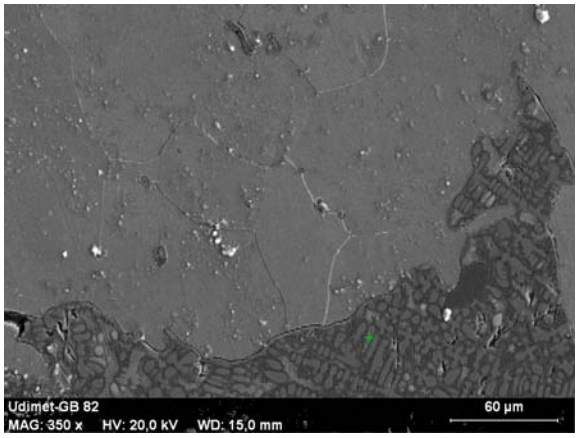


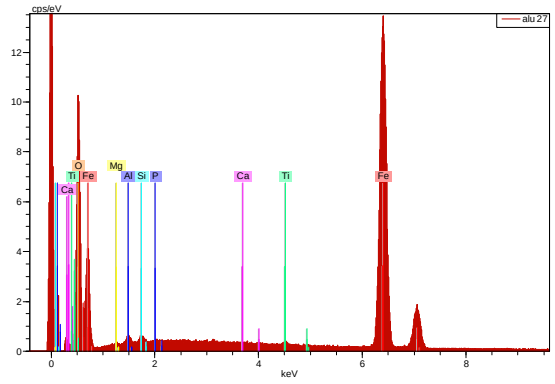


Spectrum: matrice_verre

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	53 ,68	55,13	29,98
Aluminium	K-series	4,99	5,12	5,77
Silicon	K-series	10,48	10,76	11,64
Calcium	K-series	0,86	0,89	0,67
Phosphorus	K-series	0,57	0,59	0,58
Magnesium	K-series	0,25	0,26	0,32
Potassium	K-series	0,59	0,60	0,47
Oxygen	K-series	25,95	26,65	50,58
	Total:	97,37	100,00	100,00

Analyse 13 : inclusion

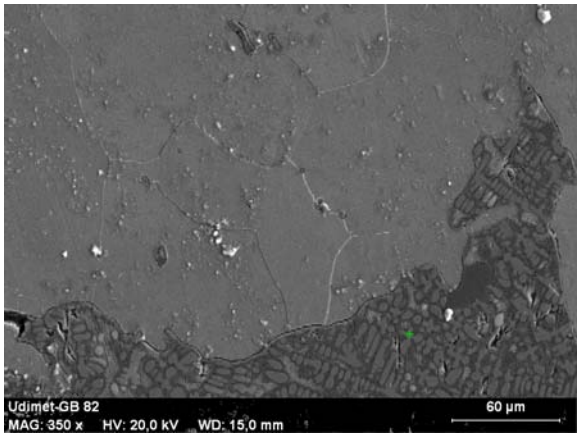


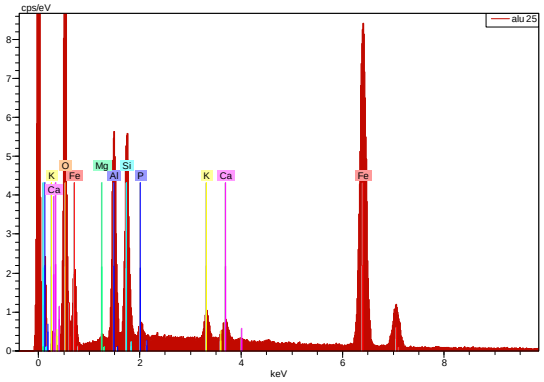


Spectrum: latte

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	78,82	78,73	52,49
Aluminium	K-series	0,63	0,63	0,87
Silicon	K-series	0,40	0,40	0,54
Calcium	K-series	0,14	0,14	0,13
Titanium	K-series	0,36	0,36	0,28
Phosphorus	K-series	0,10	0,10	0,12
Magnesium	K-series	0,16	0,16	0,24
Oxygen	K-series	19,50	19,47	45,33
	Total:	100,12	100,00	100,00

Analyse 14 : inclusion

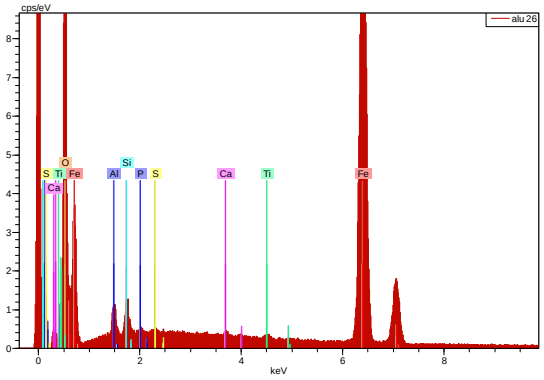




Spectrum: alu 25

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	55,98	54,69	30,71
Aluminium	K-series	9,85	9,62	11,18
Phosphorus	K-series	0,82	0,80	0,81
Silicon	K-series	9,54	9,32	10,40
Calcium	K-series	1,20	1,18	0,92
Potassium	K-series	1,46	1,43	1,14
Magnesium	K-series	0,28	0,27	0,35
Oxygen	K-series	23,23	22,70	44,48
	Total:	102,36	100,00	100,00

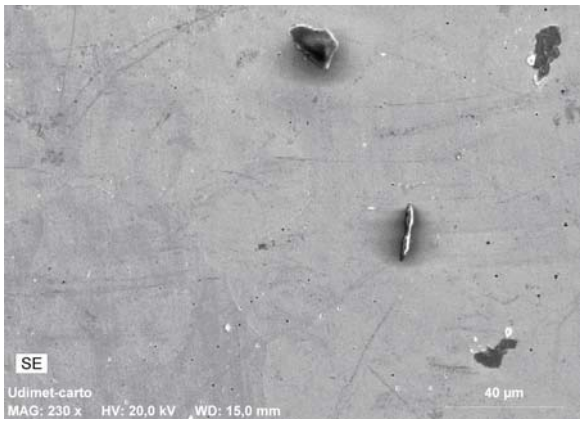
Analyse 15 : inclusion

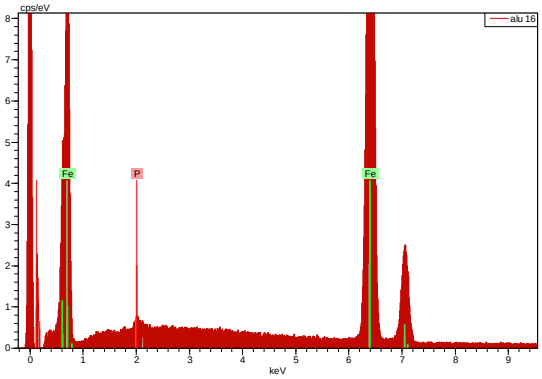


Spectrum: dendrite

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Iron	K-series	76,63	75,90	49,20
Aluminium	K-series	1,41	1,40	1,87
Phosphorus	K-series	0,13	0,13	0,15
Silicon	K-series	1,30	1,29	1,66
Calcium	K-series	0,26	0,26	0,24
Sulfur	K-series	0,13	0,13	0,15
Titanium	K-series	0,35	0,35	0,27
Oxygen	K-series	20,72	20,53	46,45
Total:		100,96	100,00	100,00

Annexe 5.5 : analyse de composition de l'objet 6238.10.1 du "Taillis des Boissières"





Spectrum: alu 16

Element	Series	unn. C [wt.-%]	norm. C [wt.-%]	Atom. C [at.-%]
Phosphorus	K-series	0,59	0,59	1,06
Iron	K-series	98,89	99,41	98,94
	Total:	99,48	100,00	100,00

Annexe 6 :

données sur les vestiges sidérurgiques de Jublains

N° US	nb scories coulées	pds scories coulées	nb scories rouillées	pds scories rouillées	nb scories ind.	pds scories ind.	nb paroi	pds paroi	datation proposée
6403	69		32		26				70/120
6404	163		32		22		9		160/210 ?
6411	116		37				2		160/210
6418	47		4						200/300
6423	132		19		3				120/140
6426	81	11,0	48	5,00	32	1,80	7	1,80	160/210
6429	198		13		5				120/140
6430	96		35		25				80/140
6447	58		15		2		4		70/120
6460	102		21		2				160/210
6468	33		26				3		60/80
6475		147,0		35,00		13,00			40/70
6500	39		13				3		90/150
6503	68		74		49				160/210
6518	58		8		1				160/210
6523	68		9		1		4		120/140
6532	132		37		2				60/80
6532	347	4,0	9						60/80
6537	12		9		5				160/210
6552	3		2				2		160/210
6557	28		29		6				160/210
6579	103		12		1				40/70
6579	385	5,5							40/70
6588	45	1,1							60/80
6627	98		5		1				70/120
6641	172		21		4				120/140
6653	59	1,0							70/120
6655	366		57		10		8		70/120
6659	94		6		7		1		60/80
6671	59		3				3		60/80 ?
6688	82		15		7				60/80
6740	66		43		13				225/275
6755	217	1,0							15/55
6756	298		60		14				70/120
6756	200	1,0	28	2,00					70/120
6761	140		21		4				60/80 ou 70/120
6770	26		12		6		13		40/80
6777	36		1		7				90/140
6783	33	1,0	121	5,00					15/55 ou 40/70
6794	345		18		6		2		120/140 ou 160/230
6795	96		40		9				70/120
6795	160	4,0	18	2,00					70/120
6801	28		4				2		70/120
6813	4		3		2		2		40/70 ?
6817	12		1		2				60/80 ou 40/70
6820	38		10		2				70/120
6826	353		85		11				70/120
6837	48	2,0	150	3,00					160
6838	18	1,0	17	1,00					60/80 ou70/120
6862	12		5						70/120
6866	43		39		10				90/
6896	79		6		4				60/80
6900	73		6		2				60/80

Fig. 300 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques avant rejet du "Taillis des Boissières" (données SDPM) (1/3).

N° US	nb scories coulées	pds scories coulées	nb scories rouillées	pds scories rouillées	nb scories ind.	pds scories ind.	nb paroi	pds paroi	datation proposée
6907	76		116		6		5		80/120 ou 120/140
6914	14		9		5				60/80 ou 70/120
6916	51		14		1				120/140
6923	297		39		10				70/120
6923	327	5,5							70/120
6934	29		17		3				40/80
6954	82		37		29				70/120 ou 120/140
6965	16		7		1				40/80
6977	23		9						40/80
6983	11		17		1				60/80
7018	310	8,0							40/70
7020	156	6,2							15/40 (60)
6655b	731	12,0	34	3,00					70/120
7025	27	1,0	3	1,00					70/120
7045	376	8,0					42	0,80	70/120
7052	25	1,0							70/120
7195	125	2,0							60/80
7211	234	3,0							70/120 ou 120/140
7214	273	4,0							70/120
7244	105	1,5							60/80?
7260	21	1,0							40/70 ou 70/120?
7204b	67	1,0							
6475b	672	11,0	20	1,00					
7289	51	6,0	61	2,00			41	0,80	40/70
7293	33	1,0	78	2,00					Millieu 2ème
7300	78	1,5							0/100
7301	16	0,5	74	2,30					40/70
7302	73	3,0							40/70
7313	46	0,5							170/190
7331	57	2,2	171	17,00			17	1,00	80/120 (40/70)
7335	4	3,5					12	1,00	70/120 (40/70)
7361	77	2,0	61	3,00			3	0,50	90/120
7368	149	3,5	118	5,00			63	2,50	70/120 (40/70)
7380	74	1,1							40/70
7389	59	2,0	39	1,00			32	1,20	40/70
7393	76	1,0	70	1,20			12	1,00	40/70
7403	22	5,0	71	1,00			21	1,00	15/60
7423	54	1,8	64	3,00			21	1,00	40/70
7430	29	1,0	14	1,00					70/80
7436	37	0,8	23	1,00					40/60
7437	73	3,0	79	2,00			92	3,00	60/70
7440	25	1,0	32	1,00					110/120
7441	40	1,2	12				8		15/40 (60)
7453			35	1,00					70/120 ?
7457	123	3,0	57	1,00			18	1,00	60/80 (ap.80)
7466	36	1,2							40/70
7469	233	7,0	174	8,00			14	9,00	40/70 (10/40)
7485	12	0,3							
7501	14	1,2	19	0,80			13	1,00	70/80
7502	106	6,5	209	12,50			197	13,20	
7505	224	6,0	147	3,00	67	2,00			90/120
7544	32	0,9	39	0,50					120/140
7546	166	3,0	140	3,00			62	2,00	60/80

Fig. 301 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques avant rejet du "Taillis des Boissières" (données SDPM) (2/3).

N° US	nb scories coulées	pds scories coulées	nb scories rouillées	pds scories rouillées	nb scories ind.	pds scories ind.	nb paroi	pds paroi	datation proposée
7658	88	2,0	66	3,00			20	1,00	40/70
7682	37	1,0	62	3,00					40/80
7685	14	0,8	33	1,00			13	0,50	40/70
7762	15	1,0	19	2,00					10/40 ou 40/60
7806	66	2,0	51	2,10					120/140 (millieu 2ème)
Totaux	**11925**	**322**	**3619**	**141**	**426**	**17**	**771**	**43**	

Fig. 302 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques avant rejet du "Taillis des Boissières" (données SDPM) (3/3).

US	Se. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indét.	Pds (en g)
6000					1	31														
6001							1	280			3	160							1	27
6004									1	7										
6005					3	28														
6006											1	111								
6008											4	266								
6010								3	243						1	5				
6011											1	1					2	7		
6012	1	34																		
6013			1	167																
6014					4	35			5	140	6	77					10	135		
6016											2	7								
6017									1	37	1	15					1	53		
6027																	3	18		
6030					1	4											1	10		
6031											1	1								
6032											3	82								
6035								2	24											
6037											2	24								
6038					2	7	1	442	3	92	1	46					1	18		
6039											1	115								
6040	3	296									1	47								
6043									1	14	1	33								
6045											11	391								
6047																				
6047									1	17					1		9	78	1	1
6048					2	7			2	19	4	230			1	12				
6049	2	69	10	695							2	44								
6054																	1	10		
6055											3	37								
6056			1	4					5	21	1	2					3	41		
6057									5	60							2	35		
6059									1	7										
6060									2	22	1	9					6	147		
6061									1	29										
6062									3	84	7	114					3	246		
6064											4	97								
6066											3	35								
6068											5	110								
6070											2	37								
6074																	2	131		
6076	3	612									4	380								
6078																			1	11
6082											4	135								
6086																				
6089															1	19				
6090									4	135	2	26					5	90		

Fig. 303 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (1/9).

US	Se. réduc. coulée	Pds (en g)	Se. de réduc. interne	Pds (en g)	Se. en culasses	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Se. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Se. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
6092											1	183								
6093											5	84								
6094											3	49								
6095									5	782	3	55								
6100									1	12									1	11
6102							1	734												
6103											1	7								
6105	2	20									6	411								
6107			2	232																
6108									1	4							1	4	2	8
6110			13	427			3	2002												
6112			1	6													2	54		
6113					1	3					2	34								
6115											1	36								
6118							1	207	1	72							1	79		
6119			2	16																
6129											2	81					2	86		
6131											2	105								
6134					1	3					1	31								
6140							1	513	1	81										
6148											1	26								
6157											1	11								
6183									1	50										
6189			3	252							1	1								
6199											1	5								
6202							1	1510			1	218								
6204	1	25	1	533	1	32	1	337			29	1015								
6205											1	3								
6208											2	119								
6210											1	4								
6217									1	23	5	195								
6222											1	168								
6223											2	75								
6225											1	66								
6226			1	637							5	152								
6231									1	308	1	27								
6232							1	899												
6236											1	30								
6238									1	75	32	1725								
6241											1	35								
6242											3	69								
6244			1	283							1	20								
6248											1	12								

Fig. 304 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (2/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Parai, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
6253	1	4							1	345	26	936								
6254									4	115	1	40								
6255											2	20								
6258			2	645							9	178								
6260											1	5								
6262											3	161							1	26
6264									10	186										
6266											2	7								
6270											3	131								
6272							1	850												
6273											9	190								
6276											2	223								
6277											1	1								
6286											1	257								
6288											1	17								
6291					1	3	2	2213			2	106								
6296					1	4														
6298											1	27								
6299											7	228								
6301							1	439												
6302									1	75	3	126								
6305											5	154								
6312											1	77								
6313											1	20								
6315							1	660			10	518								
6324											1	9								
6325											2	529								
6327											1	27								
6329											4	50								
6331											1	9								
6342											1	9								
6343											4	36								
6348											1	27								
6352											3	12								
6353											12	119								
6355									1	228										
6356											2	80								
6357											1	12								
6361											3	68								
6380											1	6								
6381											6	174								
6392											1	12								
6403					2	12					2	26								

Fig. 305 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (3/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
6404											2	19								
6418											1	25								
6426	1	245									5	1226								
6429											1	244			1	53				
6430									2	659	3	19								
6455									1	15										
6460											2	18								
6467											1	36								
6470									1	7										
6475	13	318					3	2829	7	1388	5	650								
6496	2	40							2	168	5	77								
6503											3	173								
6506											2	341								
6509									1	37										
6512											2	49								
6515									1	64										
6518																				
6519									1	405										
6523											1	21								
6532									1	29										
6537											1	31								
6546											1	54								
6562											5	90								
6574											1	123								
6603							1	1195			5	321								
6627									1	24	4	83								
6641											3	72								
6653			1	385					2	39	1	610								
6653											3	34								
6655					2	26					1	34								
6655																				
6662	2	104							2	13	2	174					1	25	4	35
6674											1	8								
6685											2	196								
6688											4	130								
6694											4	169								
6702											5	84								
6739					7	28	1	552			1	4								
6740									1	93										
6749									1	5										
6756									1	498	37	773								
6770									1	350	15	869								
6777	7	508					1	241	5	1020	1	29								

Fig. 306 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (4/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
6785											20	291								
6793											1	27								
6794											2	20								
6795							1	860	3	69	1	9								
6796											1	8								
6800											1	11								
6814							2	1105												
6815			2	208	1	7			1	222										
6817			1	184					4	792										
6822							2	588												
6826									2	41	1	631								
6828							1	10000												
6829											1	6								
6836											4	35								
6837							1	966												
6839											2	609								
6864	1	11																		
6866											8	368								
6896											3	77								
6900											1	35								
6907											2	374								
6916											1	7								
6917							1	837												
6923											6	151								
6925							1	4000												
6933											4	31								
6953							1	1445												
6954							1	448											1	76
6959	12	247							14	266	2	179							15	164
6980											2	150								
6983											8	475								
6984									1	8										
6991									1	363										
7004							1	1365												
7018												462								
7021							1	4000												
7030																				
7045											4	302								
7060									1	159										
7072	1	544	1	152			1	400												
7084													1	164						
7093											1	464								
7093					1	6														

Fig. 307 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (5/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
7101	6	84							1	10										
7113									2	377										
7123											4	73								
7124																			1	6
7168					5	64			3	126										
7172								1	451											
7193									2	186	2	43								
7195			1	562	1	11									1	52				
7204									7	256									5	108
7204											1	188								
7205			1	665																
7206	2	2645																		
7228													1	64						
7230											1	409								
7244															1	76				
7251	5	81			1	1														
7258	2	29																		
7277					2	9			3	231										
7287									8	335	12	239							2	121
7289											1	64								
7298																			1	55
7331							1	1165												
7345						5					313									
7361													1	62						
7368											2	170								
7380											3	4								
7403					2	24														
7430					2	10														
7441											1	220								
7453									4	112										
7466							1	958	1	74										
7496											1	11								
7501													1	34						
7502											1	125	1	16						
7505															1	6				
7523							1	808												
7544											1	5								
7546																				
7551	4	50			5	20			9	209	3	19							1	5
7577	1	6																		
7656																			1	33
7665	1	12																		
7688									2	44										

Fig. 308 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (6/9).

US	Se. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
7746											1	84								
7748											8	34								
7762									42	673	1	12						1	22	
7782					3	14														
7795													1	367						
7802	1	19			7	95			6	298	3	68					3	41	4	22
7806													2	783						
7811									2	71										
7845a					3	27			2	119							1	9	2	7
7845c					1	26											3	41		
7853	3	80	3	173	135	410			5	389	1	7					7	48	1	10
7854	1	22	1	93	73	269			16	585	13	362					1	138	13	141
7855	15	316	2	124	62	339			22	1125	18	577	1	90			3	74	18	334
7858					1	11			4	81							10	92		
7865											3	12								
7866	1	17			5	30			8	546							12	85	3	55
7867											1	22								
7873	9	384	2	178	17	155			32	1145	7	196					17	976	36	431
7882					3	14														
7884	2	86			73	430			13	912	8	170					7	71	6	156
7885					5	194														
7893	4	414	1	673	3	18													1	15
7895	34	1840	3	120	42	330			4	163	4	86					15	146	26	199
7896	25	865	4	823	20	299			8	295	4	64					2	108	8	116
7901					2	18														
7909					4	25														
7911					5	44														
7914					2	46			14	479	3	42			1	13	2	22		
7915									5	96										
7918	16	521			10	49			5	150										
7920	3	228	1	117	7	106			13	1205	3	43					6	165	1	4000
7923					3	23			5	310							2	154		
7926											1	121								
7932									2	86										
7934									1	22										
7937					6	78			24	1680	9	131					2	25	2	10
7939	64	2585	13	691	389	3097			8	249	13	170			2	21	22	526	28	472
7949									2	13										
7953	7	275			7	63			14	1085	8	209					2	36	14	192
7954									1	185	1	10					5	562	7	130
7957	1	30							1	7										
7963									1	17										
7972	1	15			3	37			2	64										

Fig. 309 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (7/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Paroi, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
7974	16	2180	4	105	4	61					2	41							1	1
7983					5	180			25	675	5	165					9	306		
7996	2	18																		
7998									2	207							1	79		
8000											1	5	18	71						
8005																			1	76
8007	3	104	1	26	14	72			1	26	2	82					2	24	5	34
8018									8	47									1	7
8042									1	4	1	31								
8044	1	71			6	25			2	45							1	1		
8051					1	1					1	58					1	10		
8053									1	117	1	18								
8070					1	4														
8081					4	45			9	851	8	170							3	168
8082					4	58	12	8378	258	8000	27	945					2	70		
8096																				
8108											1	1								
8119					1	6			1	117							1	44		
8130					5	50					1	58								
8133									2	121										
8144																	1	411		
8146											1	15								
8153																				
8158					3	12														
8165									1	7										
8166	1	28			2	18													2	12
8167	4	35																		
8178											1	58								
8181																	2	12		
8185									1	6										
8192	2	73	1	74																
8204									6	230							1	5	8	77
8206					3	15														
8212									10	338	2	32								
8215					19															
8216									1	54	9	119								
8224																			1	8
8226									1	55										
8233					1	8														
8240	1	20																		
8255																	1	24		
8262									1	8										
8276					1	6														

Fig. 310 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (8/9).

US	Sc. réduc. coulée	Pds (en g)	Sc. de réduc. interne	Pds (en g)	Sc. en coulures	Pds (en g)	Culots de post-réduc.	Pds (en g)	Sc. post-réduc.	Pds (en g)	Parol, Sc. Vitrifiées	Pds (en g)	Fgts de Tuyères	Pds (en g)	Bouchons de tuyère	Pds (en g)	Objets	Pds (en g)	Indet.	Pds (en g)
8286									6	169										
8297	2	206																		
8299					1	8														
8306	2	533																		
8324	1	7																		
8355					2	48			2	134	1	97								
8368									2	32										
8369											1	52								
8392					1	35											3	17		
8400																	2	8		
8462					6	13														
8494	1	33																		
8505											11	220								
8522											12	252								
8588																			1	31
8594											2	320								
8599																	1	22		
8636									5	159	1	224								
8699																			7	87
8720																			1	66
8730											6	84								
TOTAL	296	16989	81	9250	1024	7292	51	53232	1491	35186	1096	30856	27	1651	11	257	206	5620	261	7544

Fig. 311 : tableau de comptage des vestiges sidérurgiques de la fouille du "Taillis des Boissières" conservés au dépôt de Jublains (9/9).

Carré	Pds échantillon (en g)	Pds battitures >2mm (en g)	Quantité de battitures >2mm (en g par kg de sédiment)	Poids battitures 0,5<x<2mm (en g)	Quantité de battitures 0,5<x<2mm (en g par kg de sédiment)
A1	298	3	10,07	1	3,36
A2	/	/	/	/	/
A3	/	/	/	/	/
A4	269	8	29,74	11	40,89
A5	249	14	56,22	13	52,21
A6	241	17	70,54	13	53,94
A7	240	10	41,67	12	50,00
B1	266	3	11,28	2	7,52
B2	247	2	8,10	1	4,05
B3	253	3	11,86	2	7,91
B4	248	4	16,13	6	24,19
B5	287	2	6,97	1	3,48
B6	248	9	36,29	13	52,42
B7	244	6	24,59	4	16,39
C1	240	1	4,17	1	4,17
C2	275	2	7,27	1	3,64
C3	274	2	7,30	2	7,30
C4	256	5	19,53	1	3,91
C5	244	2	8,20	2	8,20
C6	/	/	/	/	/
C7	261	4	15,33	5	19,16
D1	269	2	7,43	3	11,15
D1	252	4	15,87	2	7,94
D2	290	2	6,90	1	3,45
D3	270	2	7,41	1	3,70
D4	273	4	14,65	3	10,99
D5	/	/	/	/	/
D6	284	2	7,04	1	3,52
D7	/	/	/	/	/
E1	279	2	7,17	3	10,75
E2	262	6	22,90	5	19,08
E3	/	/	/	/	/
E4	268	2	7,46	2	7,46
E5	281	2	7,12	3	10,68
E6	275	1	3,64	4	14,55
E7	282	2	7,09	3	10,64
F1	286	2	6,99	1	3,50
F2	/	/	/	/	/
F3	/	/	/	/	/
F4	/	/	/	/	/
F5	/	/	/	/	/
F6	272	1	3,68	6	22,06
F7	272	2	7,35	1	3,68
G1	266	1	3,76	1	3,76
G2	286	8	27,97	2	6,99
G2	259	7	27,03	6	23,17
G3	266	8	30,08	3	11,28
G4	/	/	/	/	/
G5	/	/	/	/	/
G6	/	/	/	/	/
G7	/	/	/	/	/

Fig. 312 : tableau synthétisant les informations issues du tamisage et du pesage des échantillons de sol de la pièce carrée du bâtiment 4 (US 72 11). Les cases remplies par "/" signifie que le prélèvement a été perdu.

Annexe 7 :

Examens métallographiques

Annexe 7.1 : les culots de post-réduction du "Taillis des Boissières"

Culot 8082.1

Métrologie et aspect extérieur

Le culot 8082.1 se présente sous la forme d'une calotte presque hémisphérique d'environ 14 cm de diamètre pour une hauteur de 7 cm et un poids de 977 g (fig. 314). Il s'agit donc d'un culot relativement massif. La partie supérieure est oxydée et légèrement magnétique. Elle comporte des inclusions argileuses non vitrifiées. La partie inférieure a moulé les charbons sur lesquels la scorie s'est formée.

Macrographie et micrographie de la coupe

La coupe montre une matrice assez homogène seulement marquée par la présence d'un grand fragment de charbon, de quelques trous et d'inclusions d'argile (fig. 314). La porosité est très faible. On ne distingue pas de stratification interne au culot, ni d'inclusions importantes de métal.

L'examen microscopique révèle la présence de globules et de dendrites de wüstite dans une matrice vitreuse (fig. 315). Comme on l'a dit dans le paragraphe méthodologique, la présence de cet oxyde à faible degré d'oxydation ne peut être prise comme un indice de réduction ou d'épuration. Sa présence est d'ailleurs couramment notée dans les études de vestiges de forge d'élaboration (MANGIN *et al.* 2000a : *passim* ; BAUVAIS 2007). La formation de wüstite indique néanmoins que la température de 570°C au moins a été atteinte. Des chutes de fer micrométriques ont été observées, mais elles sont complètement oxydées. On voit encore pour certains les grains fantômes de métal (fig. 316). En outre, les inclusions d'argile, sous forme de forme de boulettes parfois millimétriques, sont trop petites pour être interprétées comme des fragments de parois et pourraient provenir de l'utilisation d'un décapant argilo-sableux (fig. 317). Toutefois, on ne discerne pas à l'intérieur du culot de fantôme de battitures.

Interprétation partielle

Ce culot présente donc un aspect massif, avec une très faible porosité, et une bonne homogénéité indiquant un travail suivi sans grandes variations de température. La présence de wüstite indique une température de travail de l'ordre de 600 à 1000 °C. Pourtant, la présence d'argile et de grain de quartz indique l'utilisation d'ajout argilo-sableux peut-être pour protéger la pièce de l'oxydation. Quoi qu'il en soit, ce culot est issu d'opérations de forge d'élaboration. La pratique d'épuration semble exclue

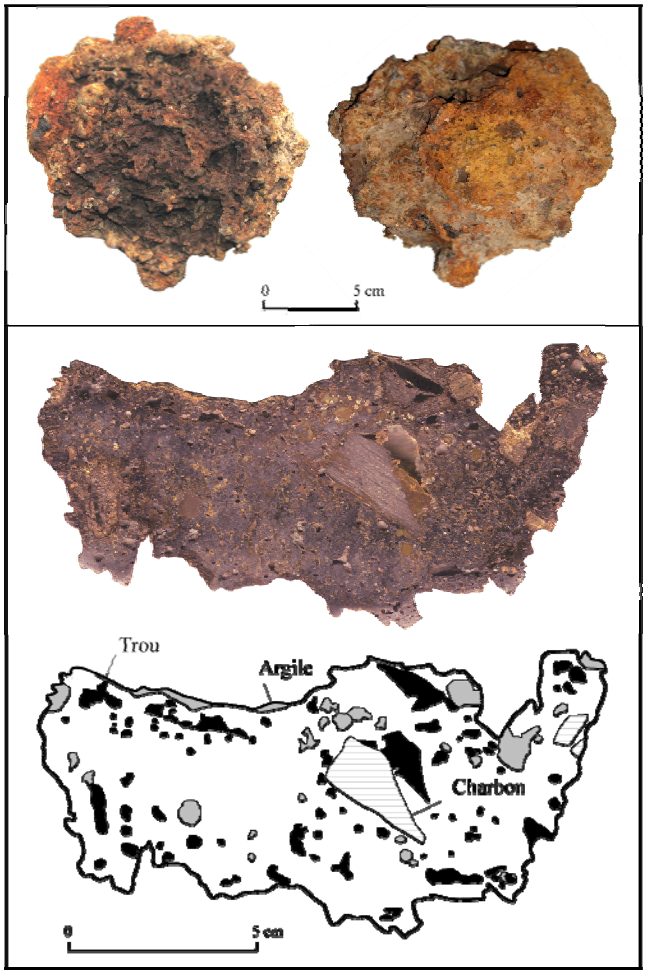


Fig. 313 : culot 8082.1 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci.

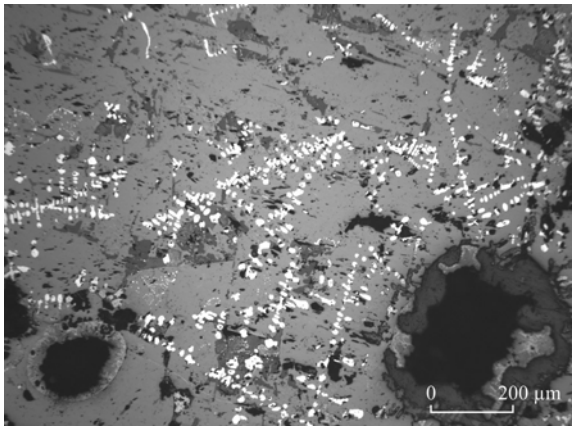


Fig. 314 : vue au microscope du culot 8082.1 de dendrites de wüstite (blanc) et de lattes de fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé).

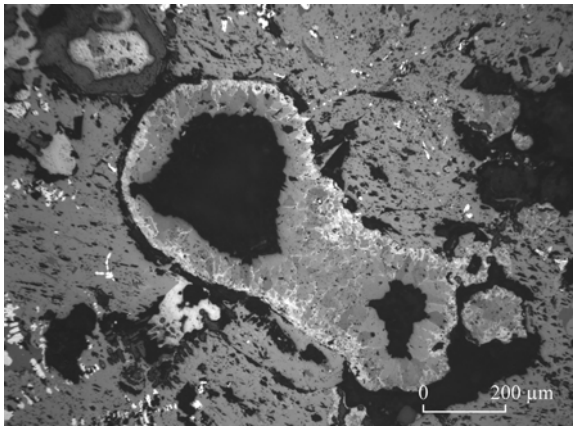


Fig. 315 : vue au microscope du culot 8082.1 : un fragment de fer oxydé. On voit le fantôme des grains du métal par une oxydation différentielle aux joints des grains.

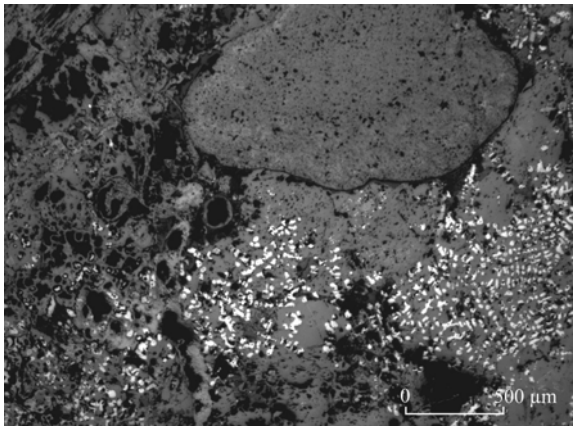


Fig. 316 : vue microscopique du culot 8082.1 : en haut une inclusions d'argile, en bas des dendrites de wüstite (blanc).

Culot 8082.3

Métrologie et aspect extérieur

Le culot 8082.3 est grossièrement circulaire, mesure environ 10 cm de diamètre et pèse 622 g (fig. 317). Sa partie supérieure est marquée par une cavité soulignée par une protubérance. La partie inférieure est légèrement bombée et marquée dans sa partie la plus convexe par une plaque d'agile mêlée de grains de quartz (arène granitique). Cette scorie n'est pas magnétique.

Macrographie et micrographie de la coupe

La coupe montre une matrice relativement homogène où, comme pour 8082.1, on ne perçoit pas de métal à l'œil nu. On remarque toutefois sur la partie inférieure gauche de la coupe une zone homogène plus sombre alors que la partie supérieure est plus hétérogène et plus riche en inclusions d'argile.

L'examen micrographique confirme cette première impression. La partie inférieure gauche de la coupe est composée d'une matrice vitreuse traversée par des lattes massives de fayalite (fig. 318 et 319) entre lesquelles on voit parfois quelques globules de wüstite, des battitures lamellaires en grandes parties dissoutes et de petites billes de ferrite (fig. 320). La partie supérieure droite est plus hétérogène. La porosité y est plus importante. On y voit des fragments de métal totalement oxydé (fig. 321) mais également des battitures globulaires ou sphériques (fig. 322) et des inclusions d'argile.

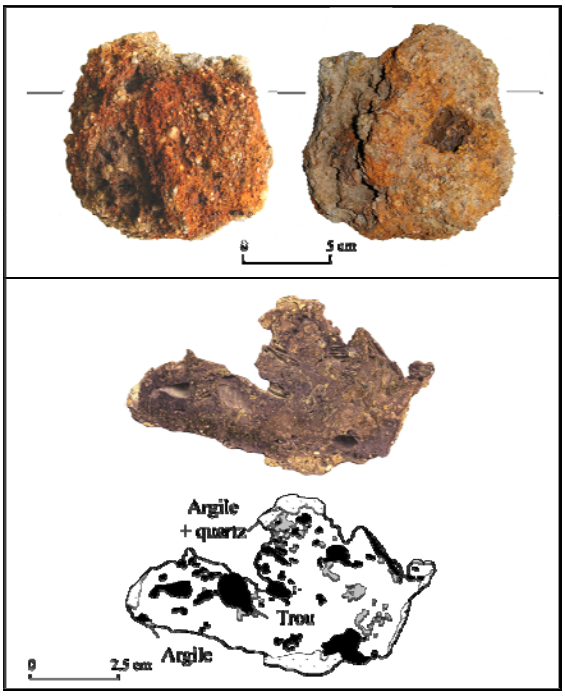


Fig. 317 : culot 8082.3 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci.

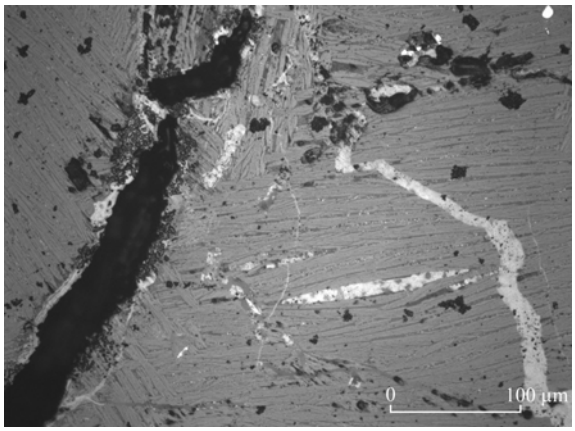


Fig. 318 : vue microscopique du culot 8082.3 : partie homogène de lattes de fayalite (gris clair) et d'une matrice vitreuse (gris foncé). Les lignes blanches pourraient être des battitures lamellaires fondues (au moins celle rectiligne au centre du cliché). À gauche, la partie noire est un trou.

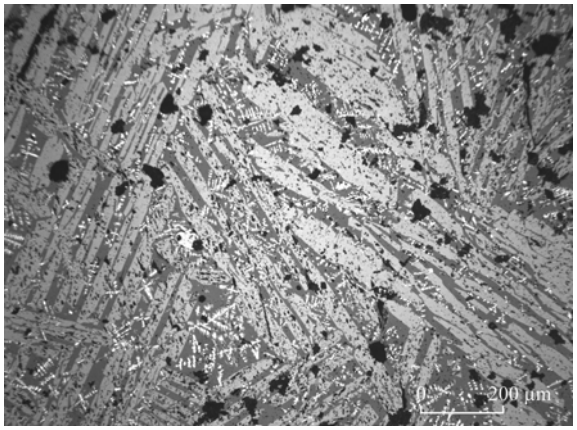


Fig. 319 : vue microscopique du culot 8082.3 : lattes de fayalite (gris clair) et dendrites de wüstite (blanc) dans une matrice vitreuse (gris foncé).

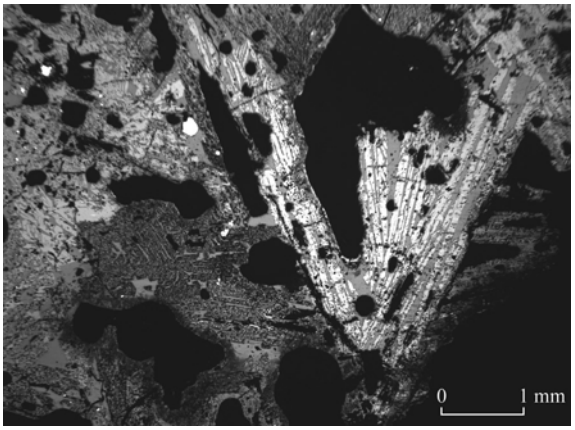


Fig. 320 : vue microscopique du culot 8083.3 : lattes massives de fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé) et des globules de métal (ferrite, en blanc).

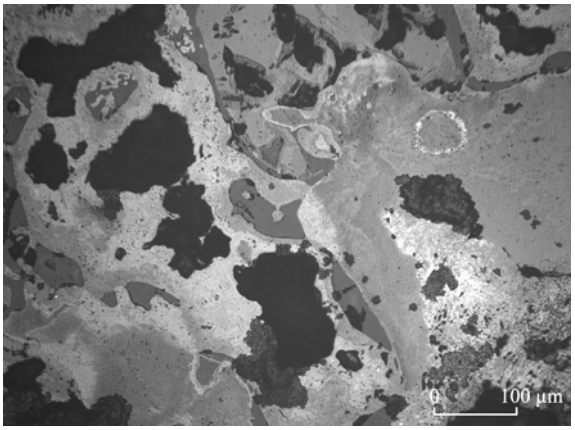


Fig. 321 : vue microscopique du culot 8082.3 : fragment de métal entièrement oxydé.

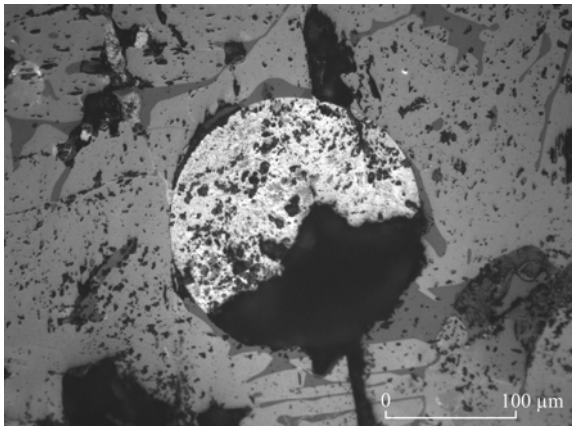


Fig. 322 : vue microscopique du culot 8082.3 : battiture globulaire (en clair) présente dans la partie droite de la section, fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé).

Interprétation partielle

La bipartition de ce culot traduit probablement la réalisation deux phases de travail différentes. La première, celle de la zone inférieure gauche, se caractérise par une perte métallique très faible sous forme de petites billes et la présence de très rares battitures lamellaires prise dans une matrice silicatée. Cela pourrait indiquer un travail de forge d'élaboration. Le bain formé par cette première phase semble avoir connu un refroidissement très lent ayant permis la formation de lattes très massives de fayalite. Ceci pourrait traduire un arrêt de travail, sûrement de courte durée car on ne constate pas de limite claire avec la partie supérieure droite plus riche en inclusions d'argile mais aussi en battitures globulaires et l'emploi probable de décapant. Cette seconde phase de travail a occasionné des pertes métalliques plus importantes. Il pourrait s'agir d'une phase de travail à plus haute température. Il s'agit dans les deux cas de travail de forge d'élaboration.

Culot 8082.4

Métrologie et aspect extérieur

Contrairement au deux précédents le culot 8082.4 est de forme ovale et mesure 16 cm sur 6 cm pour un poids de 993 g (fig. 323). La partie supérieure est en partie argileuse et vitrifiée. La partie inférieure garde la marque des charbons sur lesquels la scorie s'est figée.

Macrographie et micrographie de la coupe

La coupe transversale révèle la présence d'une cavité assez importante au centre de la calotte. Le fond de ce trou est tapissé d'argile mais aussi de battitures. L'examen métallographique montre, dans la partie inférieure, une matrice vitreuse très homogène avec des lattes de fayalite et des globules et dendrites de wüstite. La partie supérieure est beaucoup plus poreuse et plus riche en battitures lamellaires mais également en inclusions d'argile parfois très importantes, pouvant indiquer une chute d'une partie de la paroi du foyer.

Interprétation partielle

Le creux au centre du culot pourrait traduire deux phases de travail. La première produit un bain silicaté assez homogène (partie inférieure) marquée par un refroidissement assez lent. La seconde phase se serait faite à une température trop faible pour permettre d'homogénéiser les éléments tombés dans le foyer.

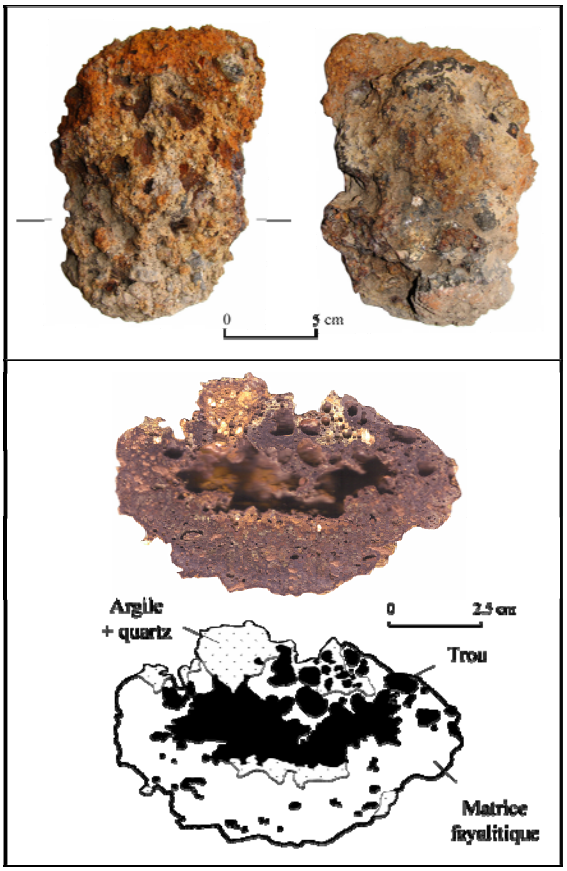


Fig. 323 : culot 8082.4 : photographies vue de dessus (à droite) et de dessous (à gauche) ainsi qu'une vue de la coupe polie et un schéma interprétatif de celle-ci.

Annexe 7.2 : les battitures du bâtiment 4 du "Taillis des Boissières"

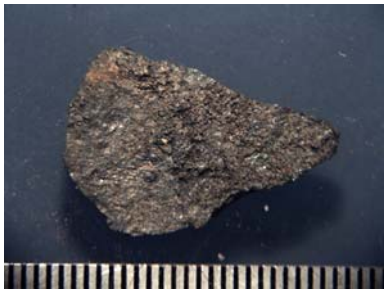
N. B. : les échelles fournies sur les clichés des battitures sont en demi-millimètres. On parle de face inférieure pour celle qui était au contact du métal, et de face supérieure pour celle qui était au contact de l'air.

Battitures lamellaires

Battitures plates

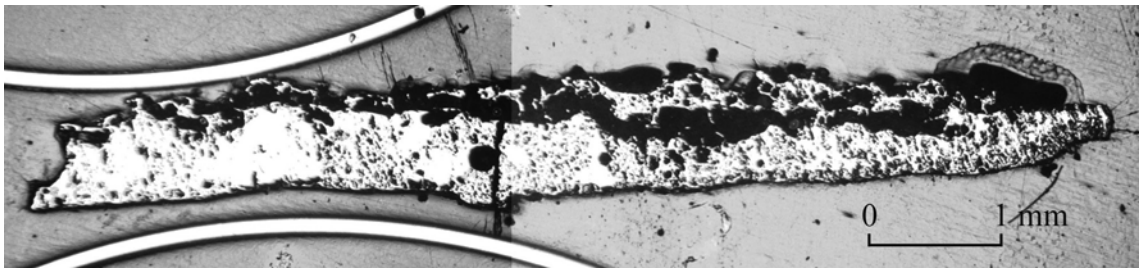
A5PL1

Battiture plate d'environ 900 µm d'épaisseur avec une face légèrement crevassée (1) et l'autre lisse légèrement irrégulière (2). La coupe montre une matrice homogène avec des porosités dans la partie supérieure de la micrographie (face crevassée) et des arrachements (3). La matrice est composée d'une phase assez homogène gris clair marquée par de petites taches plus claires (4). La présence d'arrachements importants au polissage pourrait permettre d'identifier cette phase comme de la magnétite. En périphérie on voit une phase plus claire (magnétite ?) et une fine couche d'hématite (blanche) sur la face au contact du métal.

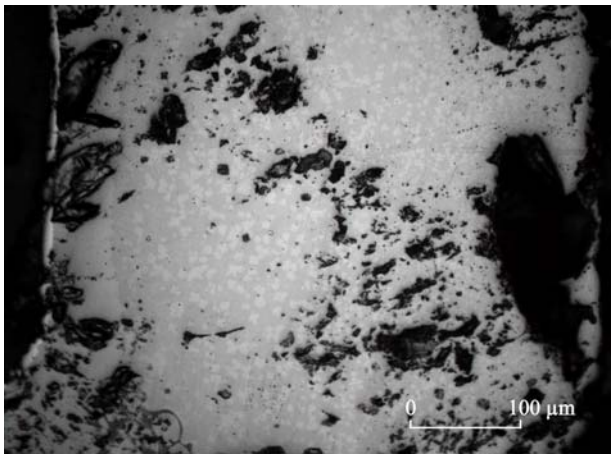


1 : A5PL1, vue à la binoculaire de la face inférieure.

2 : A5PL1, vue à la binoculaire de la face supérieure.



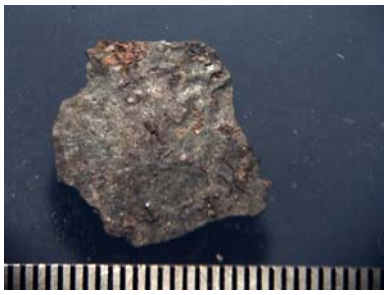
4 : A5PL1, vue générale de la section au microscope.



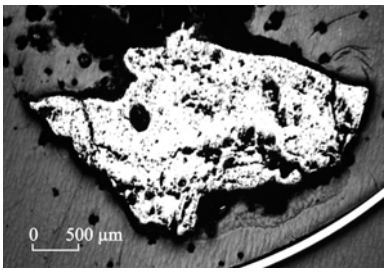
3 : A5PL1, vue de détail : magnétite (?) avec hématite en périphérie.

A5PL2

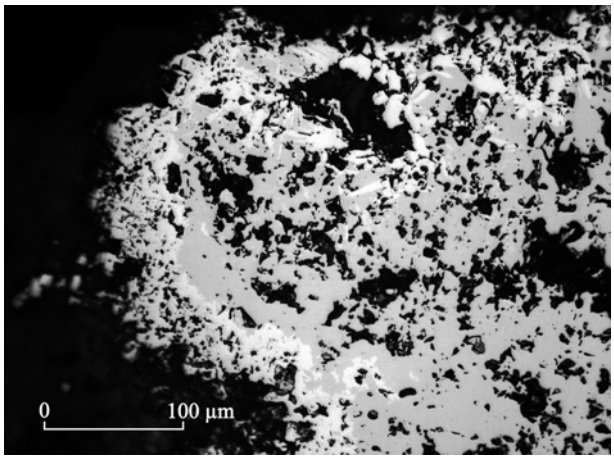
Battiture plate avec les deux faces planes (1). La battiture a bougé lors de l'enrobage et la face polie obtenue n'est donc pas perpendiculaire au plan de la battiture (2). On remarque toutefois deux phases. L'une apparaît en gris clair homogène (3). Cette structure est surmontée par une structure plus ou moins épaisse plus claire (magnétite). Comme pour la battiture précédente, les arrachements permettent d'interpréter cette phase comme de la magnétite, mais la différence de couleur est difficile à expliquer.



1 : A5PL2, vue à la binoculaire de la face supérieure.



2 : A5PL2, vue générale de la section au microscope.

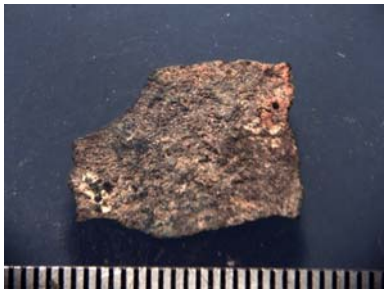


2 : A5PL2, vue de détail : deux niveaux de gris peuvent être distingués, les arrachements semblent indiquer qu'il s'agit dans les deux cas de magnétite.

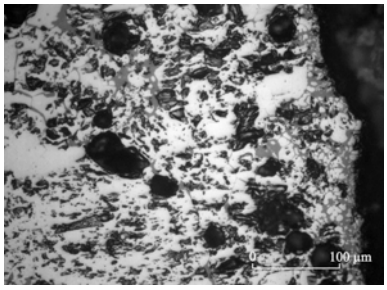
A5PL3

Battiture plate d'environ 750 µm d'épaisseur avec une face lisse (1) et l'autre plus ou moins crevassée (2). La coupe montre la présence de plusieurs trous ovales ainsi que des arrachements (3 et 4). La micrographie montre une matrice dominante de magnétite massive avec la présence d'îlots pavimenteux (5).

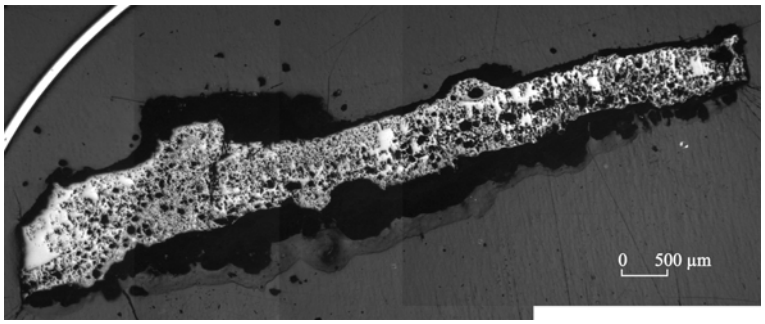
1 : A5PL3, vue à la binoculaire de la face supérieure.



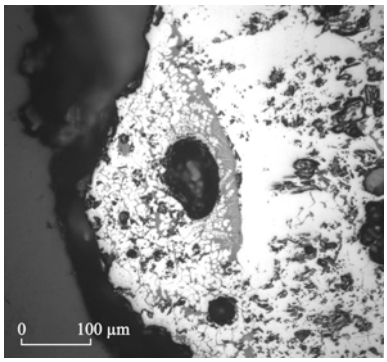
2 : A5PL3, vue à la binoculaire de la face inférieure.



3 : A5PL3, vue de détail : magnétite.



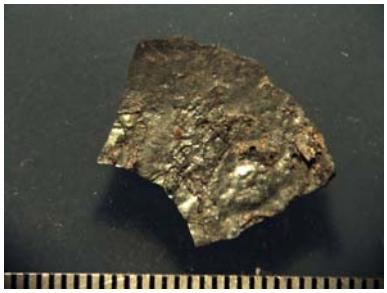
4 : A5PL3, vue générale de la section au microscope.



5 : A5PL3, vue de détail : îlot de pavés de magnétite dans un verre interstitiel.

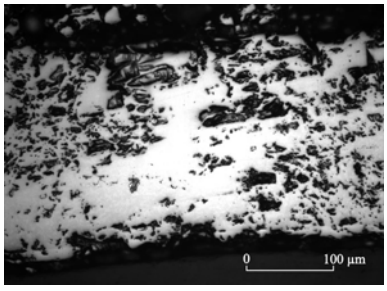
A5PL4

Battiture plate très fine (environ 350 µm d'épaisseur) avec une face lisse légèrement irrégulière (1) et une face plate très légèrement crevassée (2). La coupe montre une matrice homogène avec de nombreux petits trous irréguliers (arrachements) (4). Au microscope la matrice apparaît homogène et blanche (magnétite) (3).

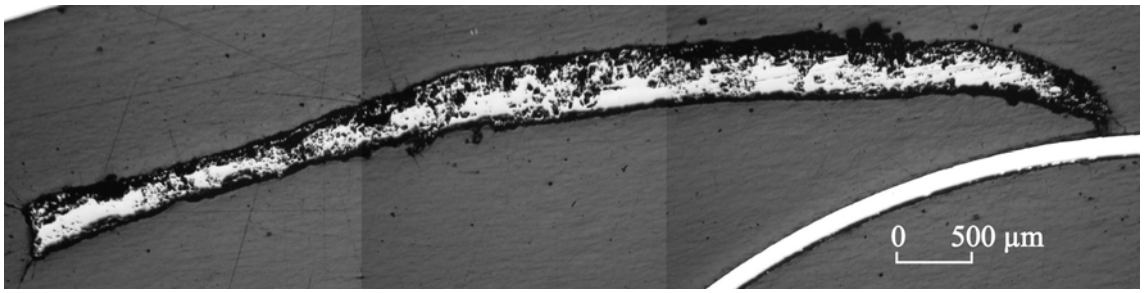


1 : A5PL4, vue à la binoculaire de la face supérieure.

2 : A5PL4, vue à la binoculaire de la face inférieure.



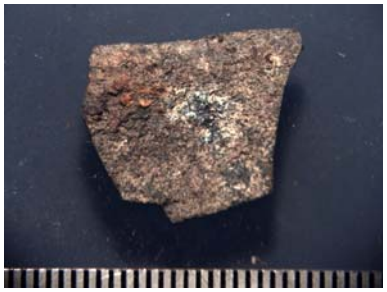
3 : A5PL4, vue de détail : magnétite.



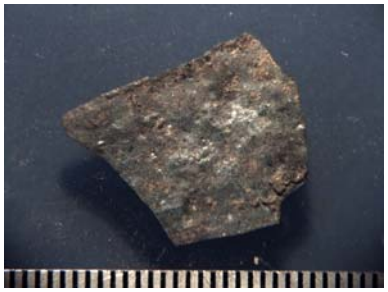
4 : A5PL4, vue générale de la section au microscope.

A5PL5

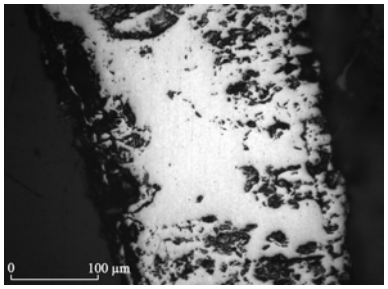
Battiture plate extrêmement fine (environ 220 µm) avec une face très légèrement crevassée (1) et l'autre plate et lisse (2). La micrographie révèle une matrice homogène blanche (magnétite) marquée par des arrachements caractéristiques (3).



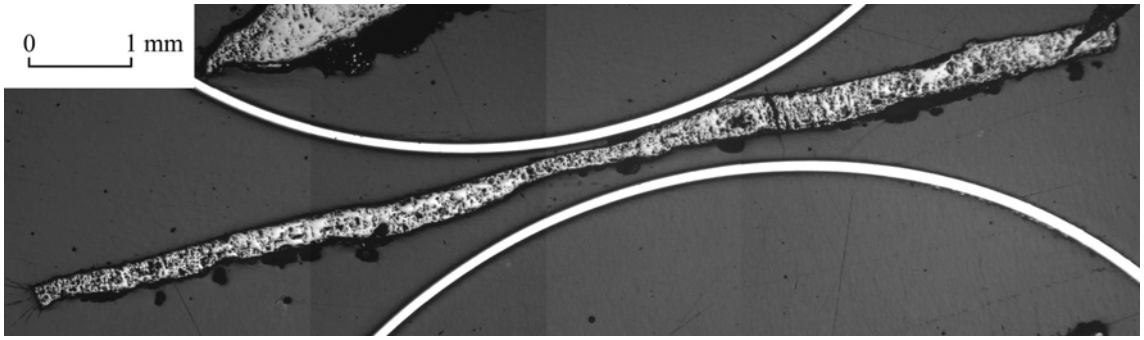
1 : A5PL5, vue à la binoculaire de la partie inférieure.



2 : A5PL5, vue à la binoculaire de la partie supérieure.



3 : A5PL5, vue de détail : magnétite.



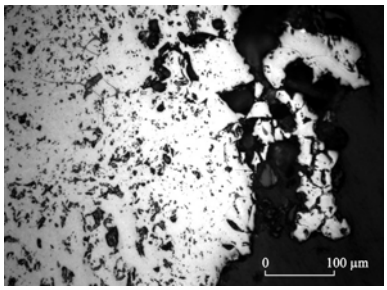
4 : A5PL5, vue générale de la section au microscope.

A5PL6

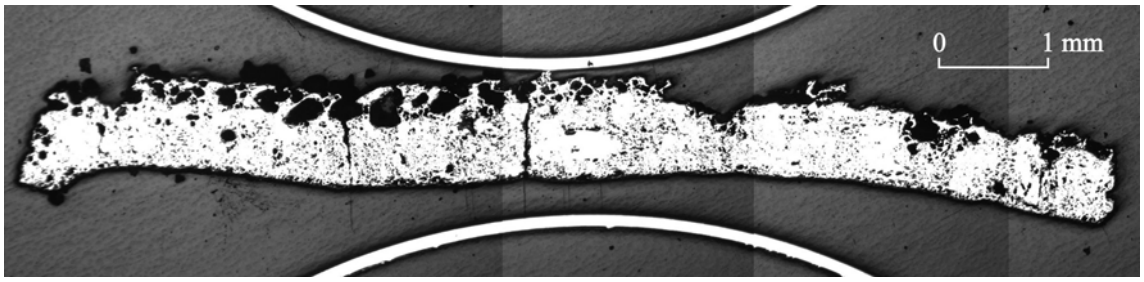
Battiture plate de 1,2 mm d'épaisseur présentant une face plane et l'autre légèrement crevassée (1 et 2). La micrographie révèle une seule structure massive et blanche caractéristique de la magnétite (3 et 4). On observe des trous ovales sur la face crevassée (en haut sur la micrographie) indiquant un dégazage dans une structure visqueuse. Seuls quelques joints interstitiels de matière vitreuse trahissent la présence de "pavés", sans que l'on puisse parler de structure pavimenteuse (3).

1 : A5PL6, vue à la binoculaire de la partie supérieure.

2 : A5PL6, vue à la binoculaire de la partie inférieure.



3 : A5PL6, vue de détail : magnétite.



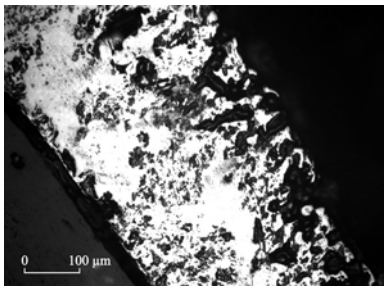
4 : A5PL6, vue générale de la section au microscope.

A6PL1

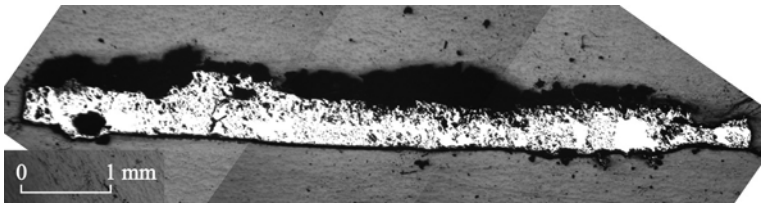
Battiture plate d'environ 450 µm d'épaisseur avec une face plane (1) et l'autre très légèrement crevassée (2). La coupe montre une structure relativement homogène blanche (magnétite) avec traces d'arrachements (3 et 4). On observe seulement localement quelques filets de matière vitreuse limitant des pavés de magnétite très peu nombreux (5).

1 : A6PL1, vue à la binoculaire de la partie supérieure.

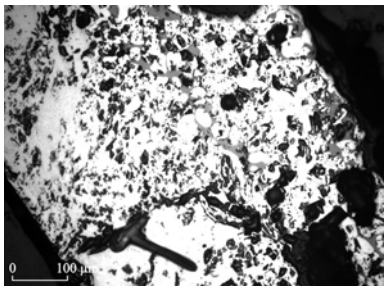
2 : A6PL1, vue à la binoculaire de la partie inférieure.



3 : A6PL1, vue de détail : magnétite.



4 : A6PL1, vue générale de la section au microscope.



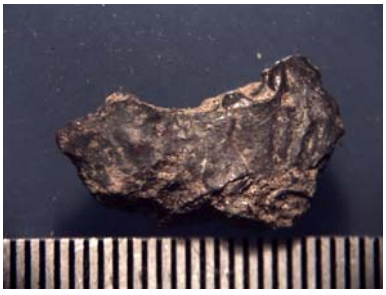
5 : A6PE1, vue de détail : magnétite massive dominante.

Battitures plates épaisses

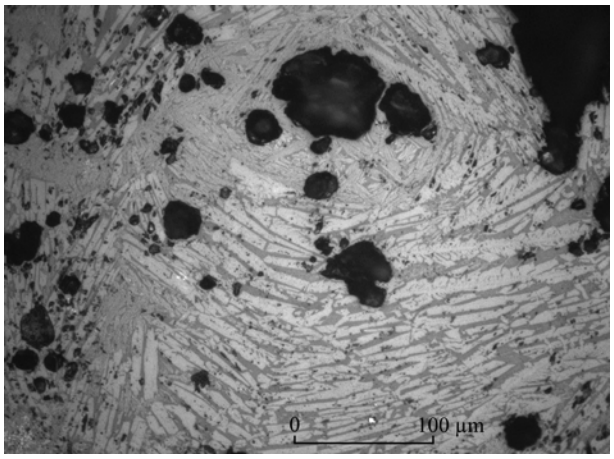
A6PE1

Battiture plate épaisse (plus d'1,5 mm d'épaisseur) avec une face plane (1) et l'autre irrégulière (2). La battiture a bougé lors de l'enrobage, la coupe n'est donc pas perpendiculaire au plan de la battiture. On observe des trous ovales assez importants indiquant un dégazage dans un fluide visqueux (4). La phase majoritaire est constituée de lattes massives apparaissant gris clair (fayalite) prises dans une phase vitreuse (légèrement plus foncé) (3). L'autre phase est constituée par un ruban homogène de couleur blanche (magnétite) correspondant peut être à la dissolution d'une battiture plus fine dans celle-ci (4).

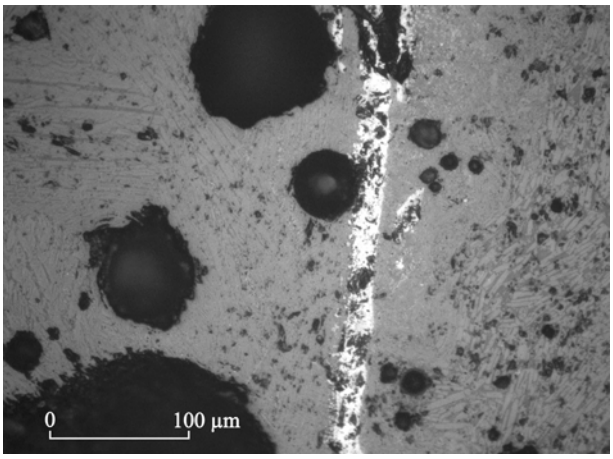
1 : A6PE1, vue à la binoculaire.



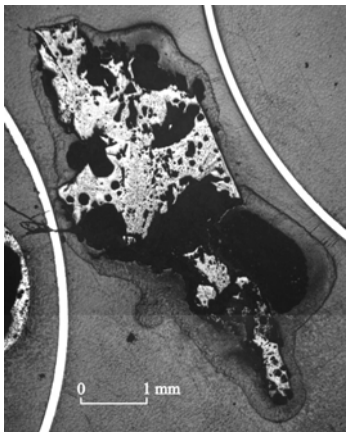
2 : A6PE1, vue à la binoculaire.



3 : A6PE1, vue de détail : lattes de fayalite (gris clair) dans matrice vitreuse (gris foncé) et trous ovales (noir) indiquant un dégazage dans un fluide visqueux.



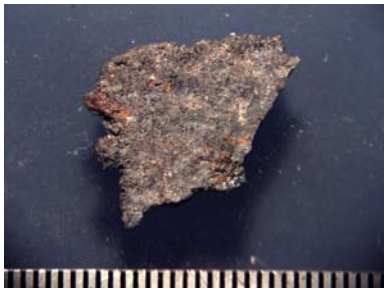
5 : A6PE1, vue de détail : lattes de fayalite (gris clair) dans matrice vitreuse (gris foncé) et au centre les restes d'une fine battiture (magnétite).



4 : A6PE1, vue générale de la section au microscope.

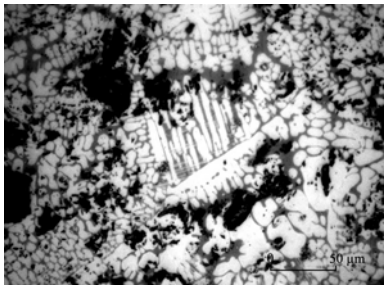
A6PE2

Battiture plate épaisse (environ 1 mm d'épaisseur) avec les deux faces légèrement crevassées (1 et 2). La coupe montre la présence de trous ovales, qui pourraient indiquait un dégazage dans un fluide visqueux (4). On voit des pavés et des bâtonnets de magnétite dans une phase vitreuse interstitielle (3).

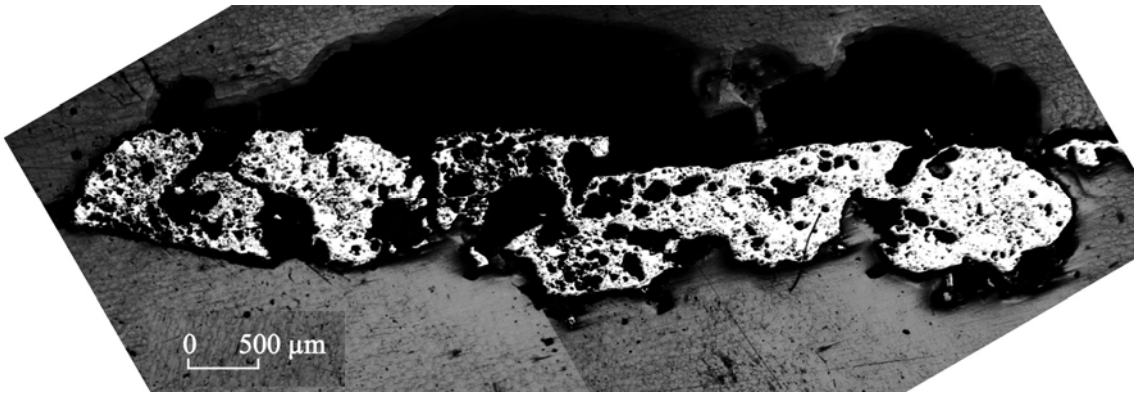


1 : A6PE2, vue à la binoculaire.

2 : A6PE2, vue à la binoculaire.



3 : A6PE2, vue de détail : structure de magnétite pavimenteuse.

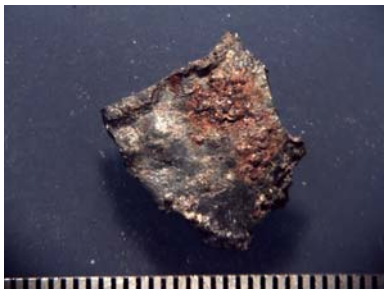


4 : A6PE2, vue général de la section au microscope.

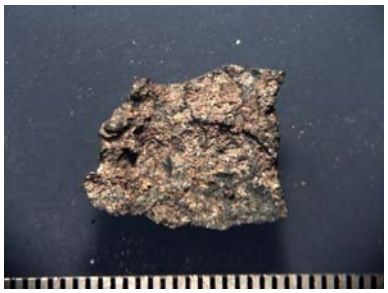
Battitures plates boursouflées

A5PB1

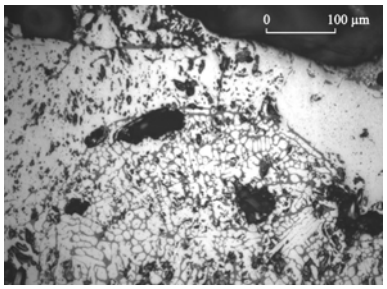
Battiture plate d’environ 0,7 à 1 mm d’épaisseur présentant une face plane crevassée (1) et l’autre légèrement boursouflée (2). La coupe montre la présence de quelques trous ovales pouvant indiquer un dégazage dans un fluide visqueux. La micrographie révèle une phase dominante de magnétite massive (3 et 5). On observe ci et là des îlots peu développés de zones en "pavés" de magnétite en continuité avec la phase massive (4).



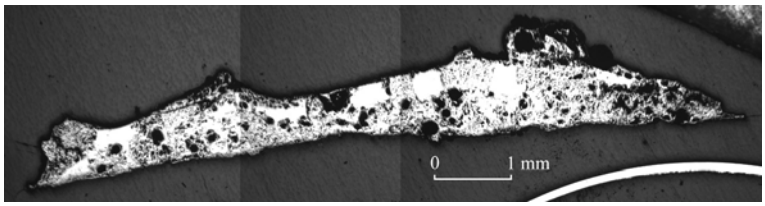
1 : A5PB1, vue à la binoculaire de la partie supérieure.



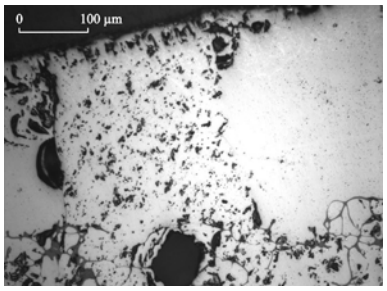
2 : A5PB1, vue à la binoculaire de la partie inférieure



4 : A5PB1, vue de détail d’un îlot de pavés de magnétite pris dans un matière vitreuse interstitielle.



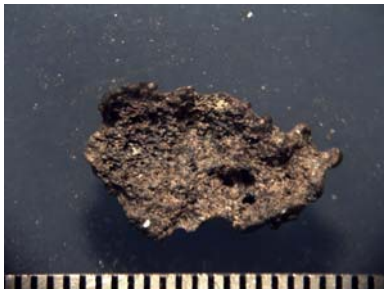
3 : A5PB1, vue générale de la section au microscope.



5 : A5PB1, vue de détail : magnétite massive dominante.

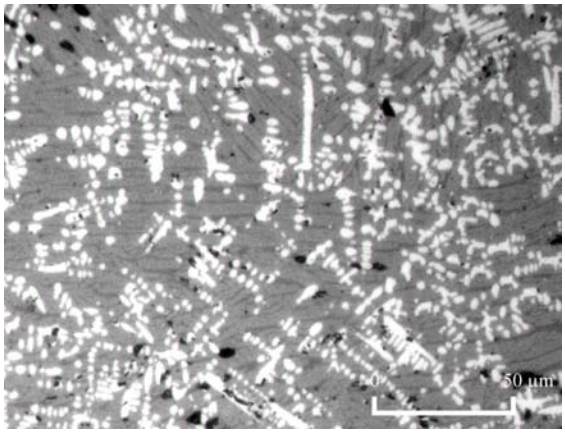
A5PB2

Battiture plate (épaisseur approximative = 1 mm) présentant une face crevassée (1) et l'autre boursouflée (2). La coupe montre des bulles bien rondes indiquant un dégazage dans un liquide assez fluide (5). La micrographie révèle de la présence de dendrites de wüstite (apparaissant en blanc) et de lattes de fayalite majoritaires (gris clair) dans une matrice vitreuse rare (gris plus foncé) (3 et 4). La face qui était au contact du métal, celle qui est crevassée, est bordée d'un liséré blanc, qui pourrait être de la magnétite ou de l'hématite provenant de l'objet travaillé (4).

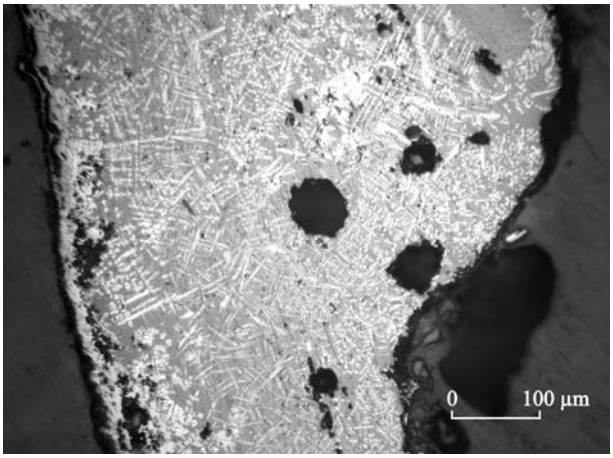


1 : A5PB2, vue à la binoculaire de la face inférieure.

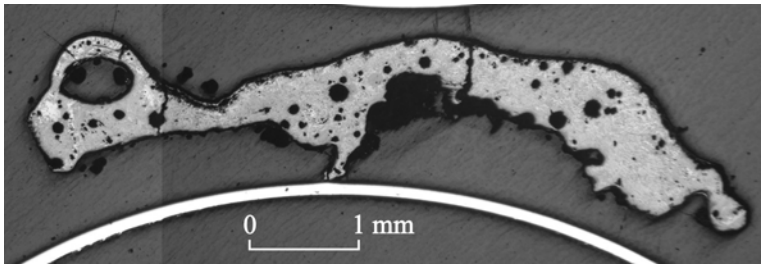
2 : A5PB2, vue à la binoculaire de la partie supérieure.



3 : A5PB2, vue de détail : dendrites de wüstite (blanc), lattes de fayalite (gris clair) dont on devine les contours, matrice vitreuse rare (gris foncé), trous et inclusions (noir).



4 : A5PB2, vue de détail : dendrites de wüstite, matrice fayalitique, trous et liseré clair (magnétite) en surface à gauche (côté métal)..

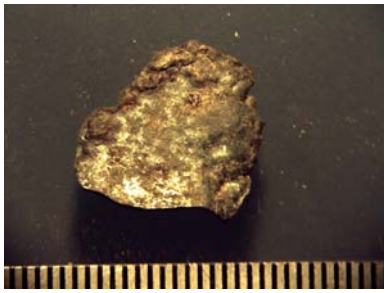


5 : A5PB2, vue générale de la section au microscope.

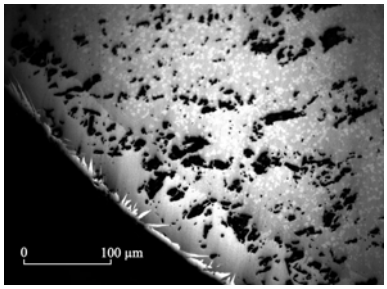
A6PB3

Battiture plate (épaisseur moyenne porche de 900 µm) avec une face crevassée (1) et l'autre boursouflée (2). La coupe révèle une phase massive blanche correspondant à de la magnétite marquée par de très nombreux petits trous (3). Trois phases sont observables du cœur vers le bord. Au centre : présence de cristaux squelettiques pris dans une matrice (de gris plus foncé). Ce type de structure a déjà été observé pour A5PL1 et A5PL2. Sur cette première phase, une structure homogène gris clair peut correspondre à de la magnétite. Enfin en surface on observe des aiguilles blanches et brillantes pouvant correspondre à de l'hématite. Ceci correspond à une oxydation du métal à l'air libre.

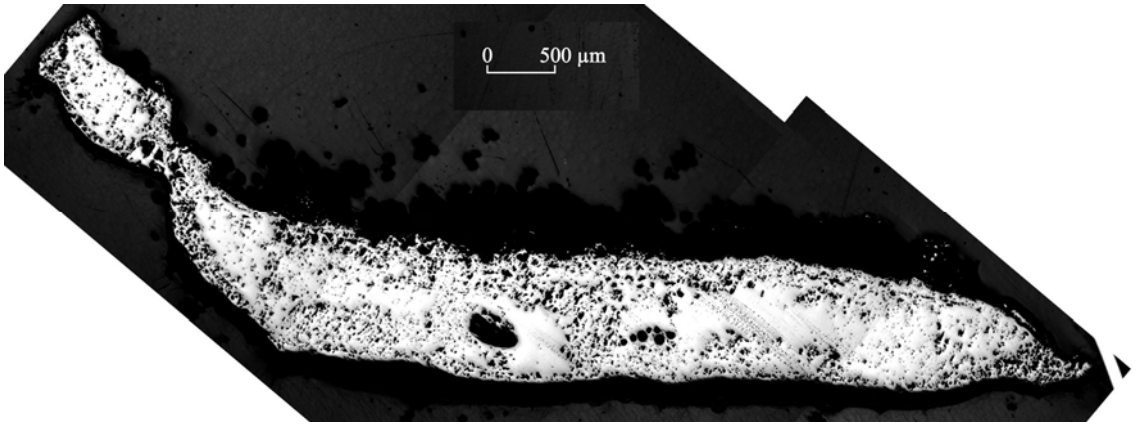
1 : A6PB3, vue à la binoculaire de la face inférieure.



2 : A6PB3, vue à la binoculaire de la face supérieure.



3 : A6PB3, vue de détail : magnétite massive avec aiguille d'hématite en périphérie



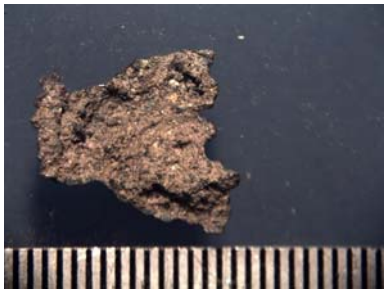
4 : A6PB3, vue générale de la section au microscope.

Battitures plates en "flaque"

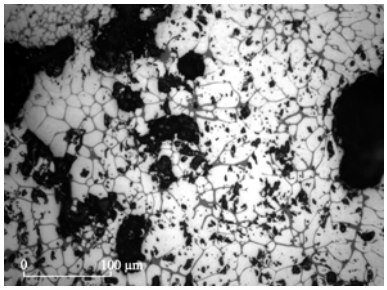
A6PF1

Battiture plate déchiquetée sur les bords, comme une flaque (1 et 2). On observe une structure pavimenteuse de magnétite avec une phase vitreuse peu abondante (3 et 4).

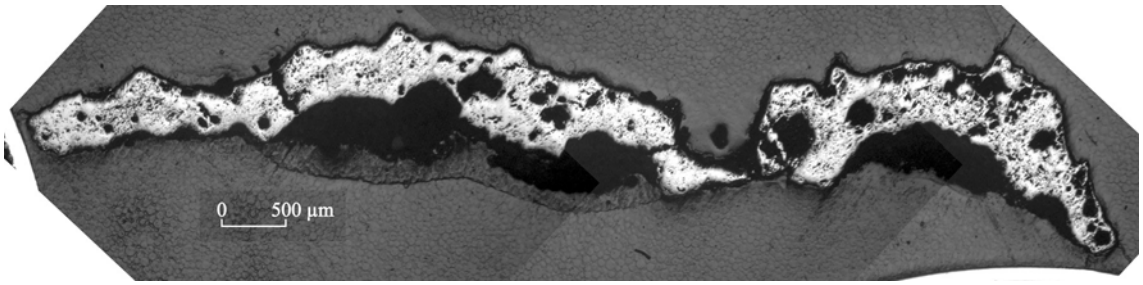
1 : A6PF1, vue à la binoculaire, face supérieure.



2 : A6PF1, vue à la binoculaire, face inférieure.



3 : A6PF1, vue de détail : îlots de magnétite (blanc) dans une matrice vitreuse (gris foncé) et trous (noir).



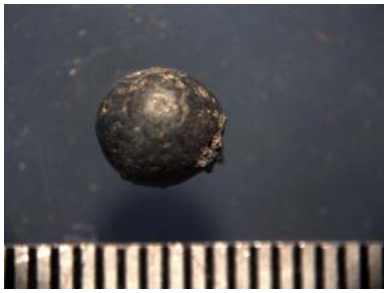
4 : A6PF1, vue générale de la section au microscope.

Battitures globulaires

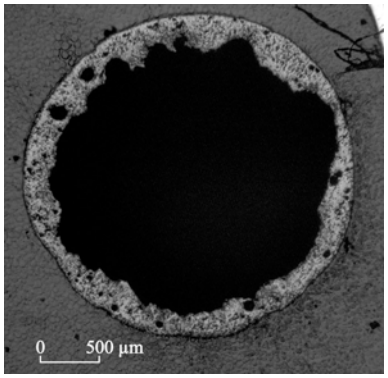
Battitures globulaires magnétiques

A6BM1

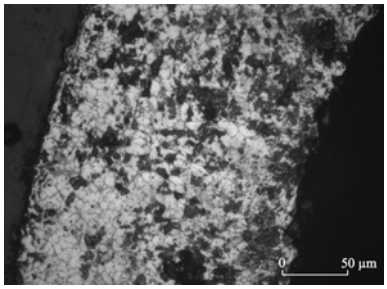
Battiture en bille creuse d'environ 2,5 mm de diamètre (1). La paroi de cette sphère est très fine (entre 200 et 300 µm) (2) et constitué de magnétite (en blanc) en "pavés" dans une matrice vitreuse (gris).



1 : A6BM1, vue à la binoculaire.



2 : A6BM1, vue général de la section au microscope.

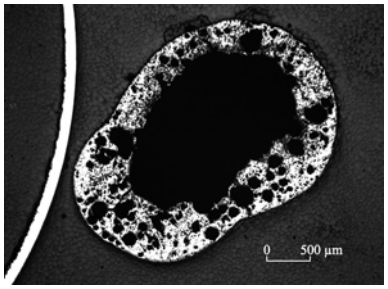


3 : A6BM1, vue de détail de la matrice : magnétite en pavé (blanc) dans une matrice vitreuse (gris).

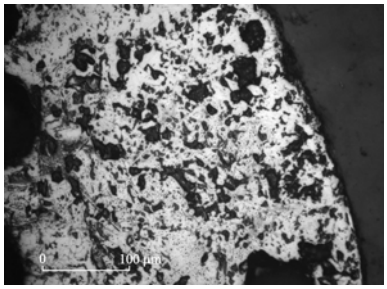
B6BM3

Battiture globulaire creuse d'environ 2,5 mm de diamètre (1 et 2). La paroi est constituée de magnétite (blanc) massive (3) avec quelques trous ovales ou ronds marquant un dégazage dans un liquide assez fluide et des arrachements dus au polissage.

1 : B6BM3, vue à la binoculaire.



2 : B6BM3, vue général de la section au microscope.

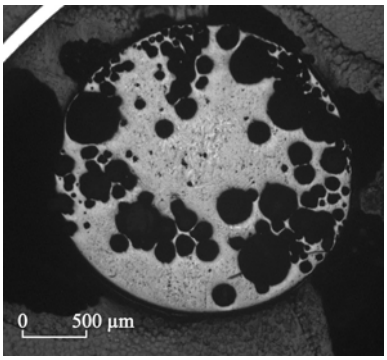


3 : B6BM3, vue de détail : magnétite (clair) avec traces d'arrachements et un trou circulaire à gauche (noir).

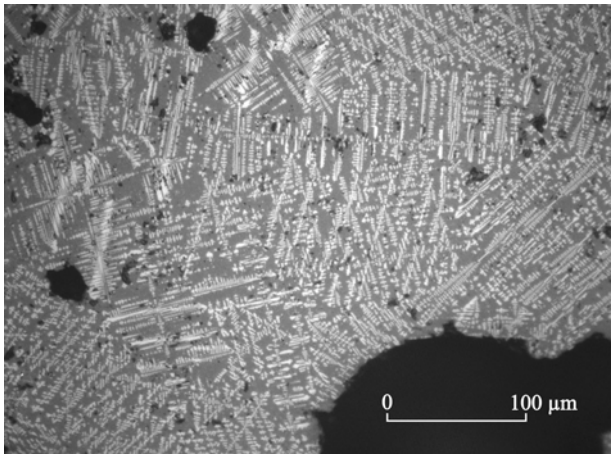
A6BM3

Battiture en bille pleine d'environ 2,2 mm de diamètre. La coupe montre une structure homogène avec des bulles rondes montrant un dégazage à l'état liquide. La micrographie montre des dendrites de wüstite dans une matrice vitreuse homogène (3).

1 : A6BM3, vue à la binoculaire.



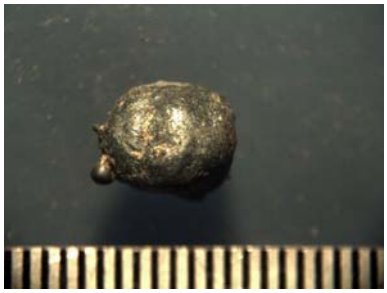
2 : A6BM3, vue général de la section au microscope.



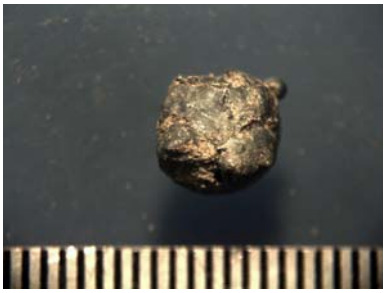
3 : A6BM3, vue de détail : dendrites de wüstite (blanc) dans une matrice vitreuse grise, trous dans l'angle supérieur gauche et bulle en bas à droite (noir).

B6BM2

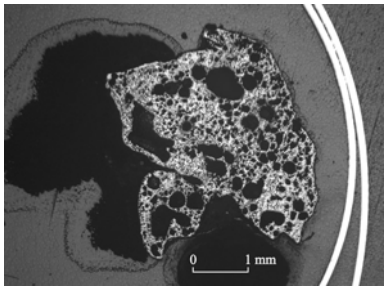
Battiture semi-sphérique pleine d'environ 3,5 mm de diamètre (1 et 2). La coupe montre de nombreux trous ovales indiquant un dégazage dans un fluide visqueux (3). On observe des pavés de magnétite (blanc) pris dans une phase vitreuse (gris) (4).



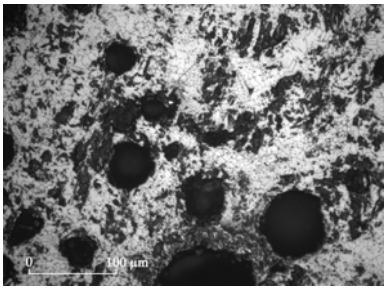
1 : 1 : B6BM2, vue à la binoculaire de la face supérieure.



2 : 1 : B6BM2, vue à la binoculaire de la face inférieure.



3 : B6BM2, vue général de la section au microscope.



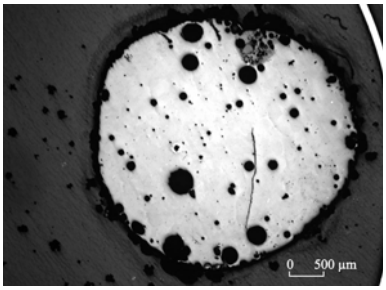
4 : B6BM2, vue de détail : magnétite (blanc) en pavé dans une matrice vitreuse peu abondante (gris), trous ovales et arrachements (noir).

Battitures globulaires non magnétiques

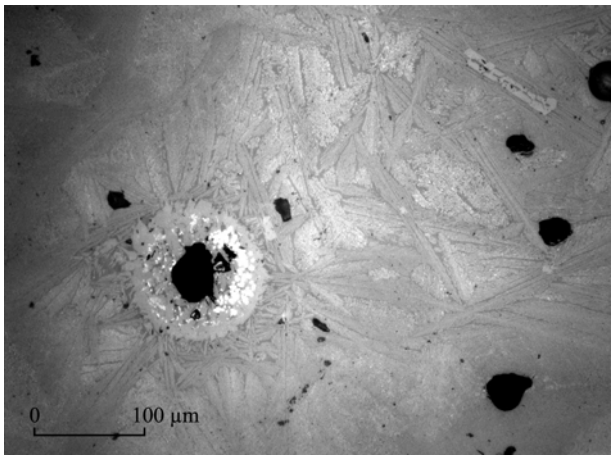
A7BNM1

Battiture en bille pleine d'environ 3 mm de diamètre (1). La coupe montre une matrice homogène marquée par des bulles rondes montrant un dégazage à l'état liquide (2). On observe une structure de lattes de fayalite (gris clair) emprisonnant des billes de métal de moins de 10 µm de diamètre en partie réoxydées (3).

1 : A7BNM1, vue à la binoculaire.



2 : A7BNM1, vue général de la section au microscope.

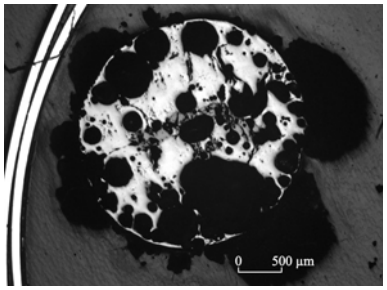


3 : A7BNM1, vue de détail : matrice fayalitique (gris clair), billes de métal (blanc) et trous ovales (noir).

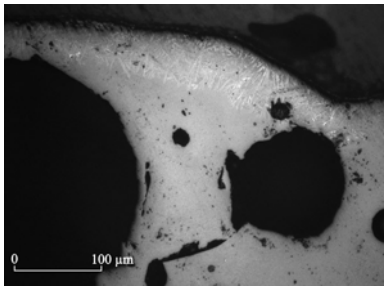
A7BNM2

Battiture en bille pleine d'environ 2,5 mm de diamètre (1). La coupe montre de très grandes bulles sphériques indiquant un dégazage à l'état liquide (2). La structure est entièrement vitreuse sauf en périphérie où l'on observe de fines dendrites de wüstite (3).

1 : A7BNM2, vue à la binoculaire.



2 : A7BNM2, vue général de la section au microscope.

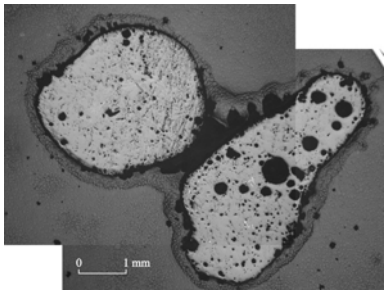


3 : A7BNM2, vue de détail : matrice vitreuse (gris) avec dendrites de wüstite (blanc) en périphérie.

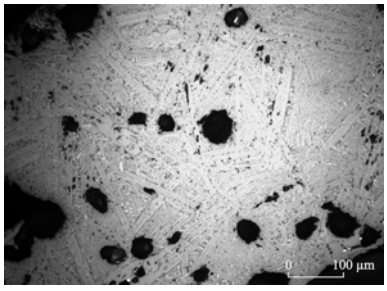
B6BNM1

Battiture globulaire pleine non magnétique composé de deux parties accolées (1). La coupe ne passe pas par le "pont" les reliant. La matrice semblable dans les deux parties, si ce n'est la présence plus important de bulles dans la partie droite sur l'image 2. Ces trous ovales indiquent un dégazage à l'état liquide. La micrographie montre une structure dominante de lattes de fayalite (gris clair) dans un une phase vitreuse interstitielle.

1 : B6BNM1, vue à la binoculaire.



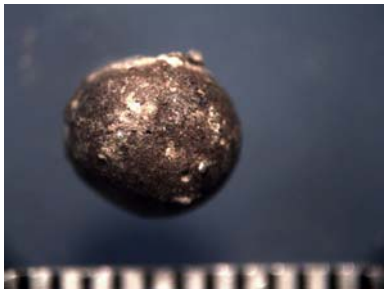
2 : B6BNM1, vue général de la section au microscope.



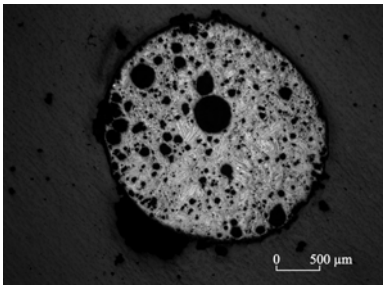
3 : B6BNM1, vue de détail : lattes de fayalite (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé) et trous ovales (noir).

B6BNM2

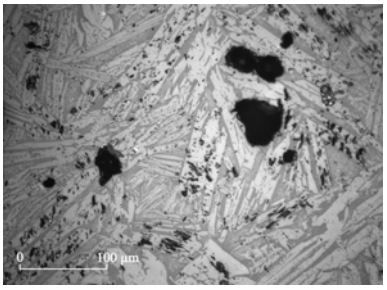
Battiture en bille pleine d'environ 2,5 mm de diamètre (1). La coupe montre une matrice homogène marquée de bulles, trahissant un dégazage à l'état liquide. Les lattes de fayalite dans la matrice vitreuse sont plus massives que dans les spécimens précédents, indiquant probablement un refroidissement plus lent.



1 : B6BNM2, vue à la binoculaire.



2 : B6BNM2, vue général de la section au microscope.



3 : B6BNM2, vue de détail : lattes de fayalite massive (gris clair) dans une matrice vitreuse (gris foncé) et trous (noir).

Annexe 7.3 : examens d'objets en fer de "Roche Brune"

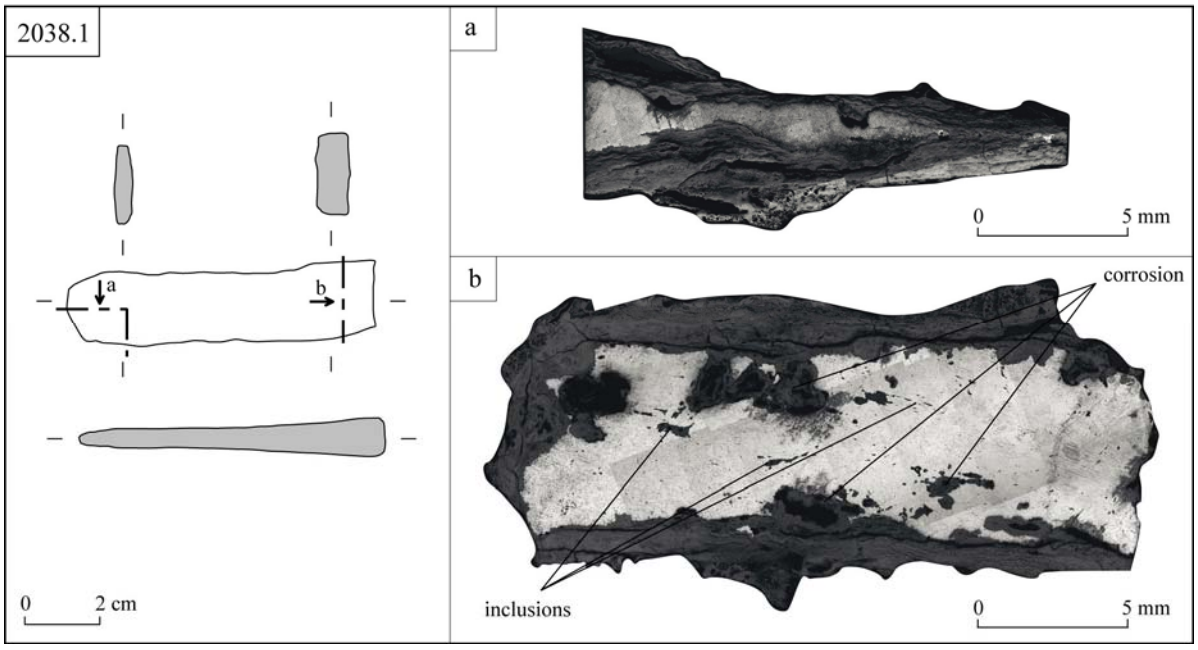
2038.1

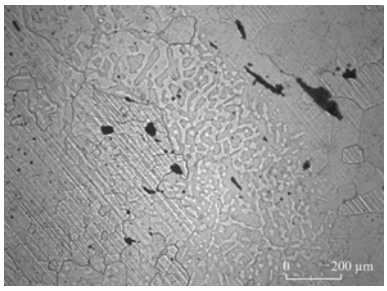
Dimensions : L. max. = 80 mm ; l. max. = 23 mm ; h. max. = 4,8 mm ; h. min. = 11 mm.

Poids : 47,3 g.

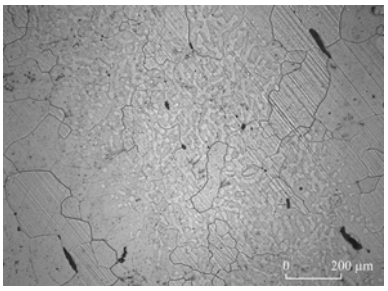
Aspect extérieur : barre biseautée évoquant une soie de préhension (*i. e*. l'extrémité que tient le forgeron dans ses pinces et qui est coupée à la fin du travail de forge). Le métal a subi une très forte corrosion et a fait l'objet d'un microsablage préalable à l'examen métallographique.

Description macrographique et micrographique des sections : la barre a fait l'objet de deux coupes : la première a été réalisée à la pointe (a), la seconde à l'autre extrémité, dans la partie la plus épaisse (b). La section **a** révèle l'extrême corrosion de cette partie : il reste très peu de métal. Celui-ci présente une structure ferritique. La section **b** permet de mieux apprécier la qualité du métal. Il s'agit d'une structure ferritique homogène marquée par la présence d'inclusions assez massives mais peu nombreuses et non alignées ainsi que de grandes plages de corrosion. On ne remarque ni repli, ni soudure. Les grains de ferrite sont de taille variable et l'on note la présence de *ghost structures* indices de la présence de phosphore (1 et 2).





1 : structure ferritique massive avec structure fantôme indique la présence d'anomalie de concentration de phosphore.



2 : 5017.1, section b, *ghost structure* sur fond de ferrite à gros grains.

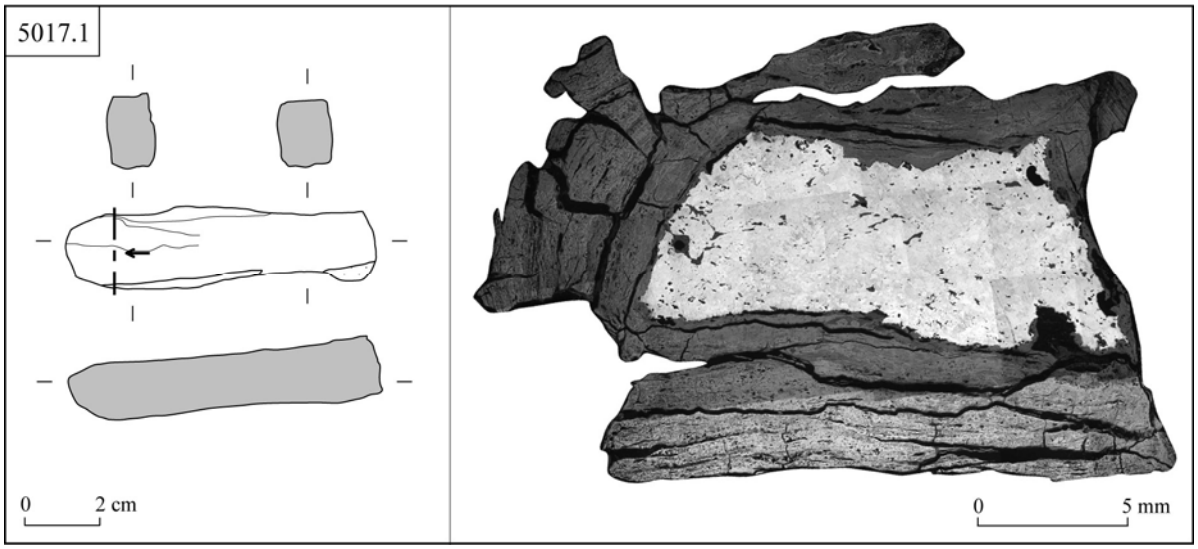
5017.1

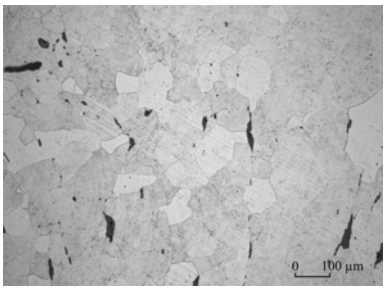
Dimensions : L. max. = 82 mm ; l. max. = 22 mm ; h. max. = 12 mm ; h. min. = 14 mm.

Poids : 75,3 g.

Aspect extérieur : l'objet se présente sous la forme d'une barre légèrement biseautée assez massive de section rectangulaire. Elle est très fortement corrodée et a fait l'objet d'un microsablage préalable aux examens métallographiques.

Description macrographie et micrographique de la section : on voit après tronçonnage que la majeure partie de la section est constituée de résidus de corrosion, seul le cœur est encore métallique et se présente sous la forme de ferrite (1). Les inclusions de scories sont nombreuses et modérément aplaties. Elles ne présentent pas d'organisation particulière.





1 : 5017.1, structure ferritique avec inclusions non-métalliques.

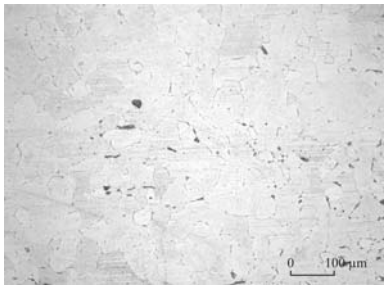
5029.1

Dimensions : L. max. = 112 mm ; l. max. = 24 mm ; h. max. = 15 mm ; h. min. = 10 mm.

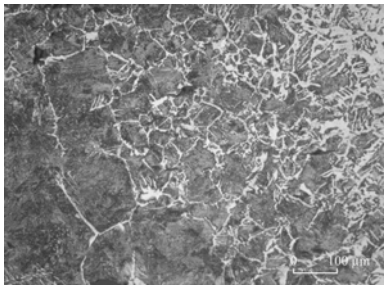
Poids : 81 g.

Aspect extérieur : l'objet est une barre allongée légèrement pliée à une extrémité et présentant une torsion de 90° entre ces deux extrémités. La section est grossièrement rectangulaire sur les trois quarts de sa longueur. La partie pliée est refendue en deux au milieu. Comme les autres objets, 5029.1 a été nettoyé à la microsableuse avant examen. La forme de cette barre est assez étrange et elle pourrait être issue d'un travail de forge inachevé.

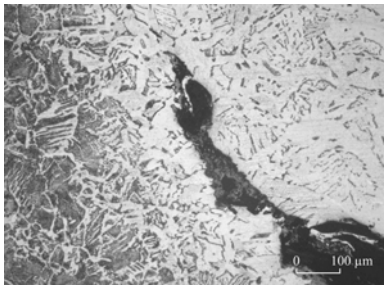
Description macrographique et micrographique des sections : 5029.1 a fait l'objet de deux coupes : une à chaque extrémité. Sur la première section (a) on voit distingue deux zones, l'une ferritique (1) à gauche sur la micrographie générale, l'autre carburée (2) à droite. La transition entre les deux est marquée par la présence d'un chapelet d'inclusions indiquant la présence d'une soudure (3). La section **b** montre trois parties métalliques distinctes, toutes trois plus ou moins carburées (4 et 5). L'une d'entre elles garde la marque d'une soudure (6).



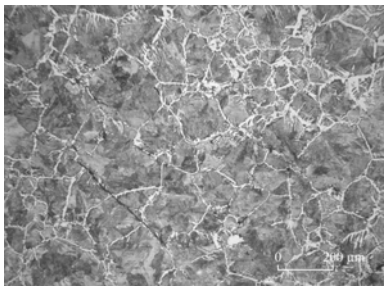
1 : 5029.1, section a, structure ferritique contenant très peu d'inclusions.



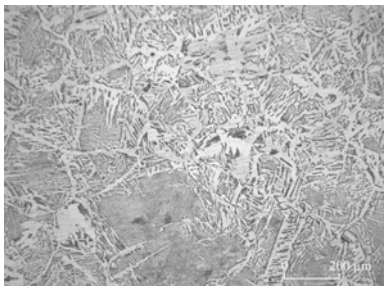
2 : 5029.1, section a, transition entre un acier d'acier eutectoïde (à gauche) à une partie moins carburée (à droite) (zone de décarburation).



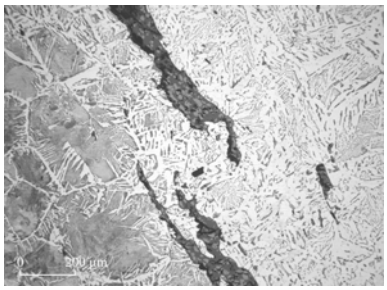
3 : 5029.1, section a, la limite entre la zone d'acier hypoeutectoïde (environ 0,5 de C) (à gauche) et la zone ferritique (à droite) est marquée par une série d'inclusions.



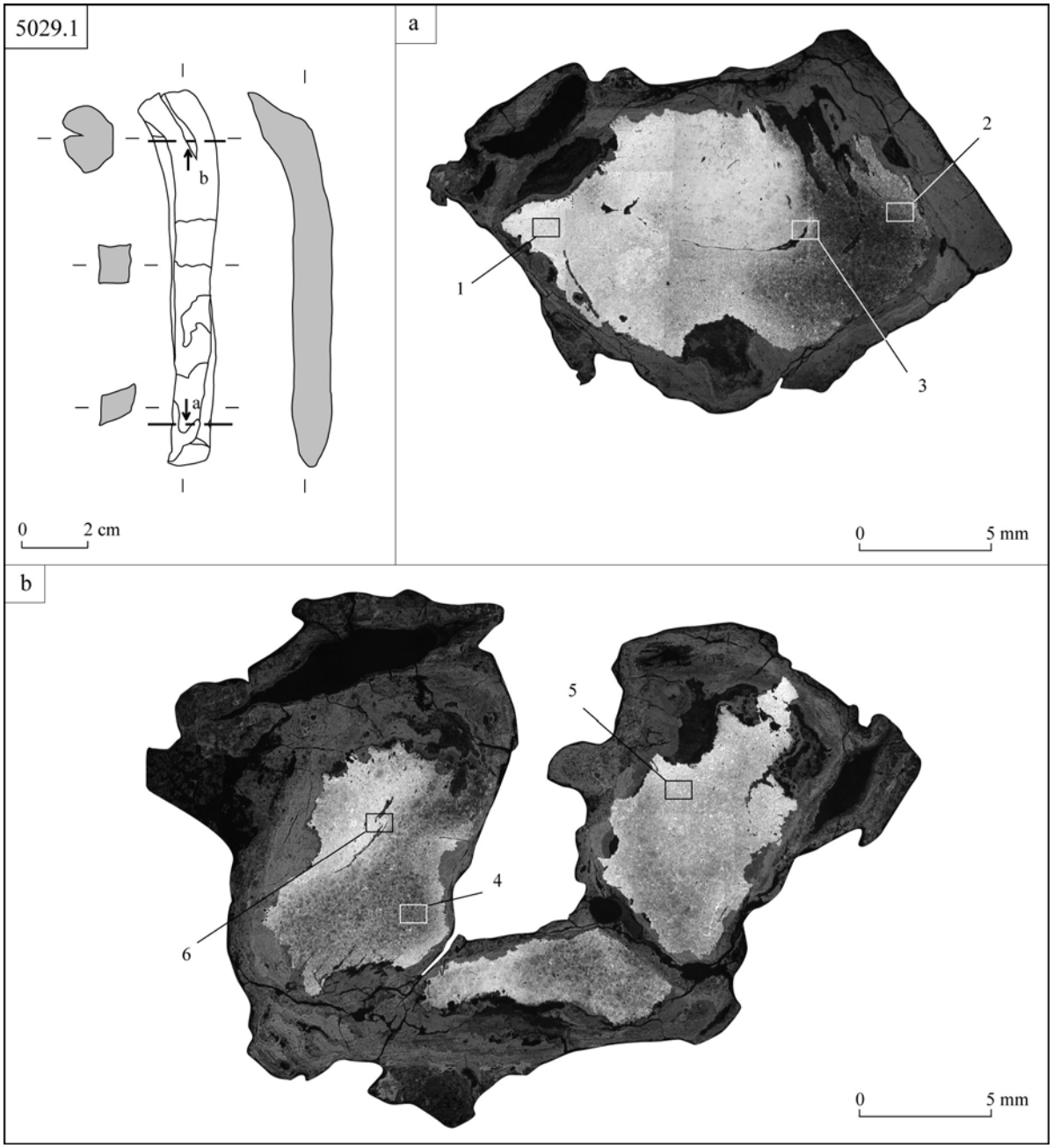
4 : 5029.1, section b, acier proche de l'eutectoïde (0,7 % de C).



5 : 5029.1, section b, zone moins aciérée avec ferrite aciculaire.



6 : 5029.1, section b, passage d'une zone aciérée perlitique à une zone moins carburée à ferrite aciculaire avec au centre des inclusions pouvant marquer la présence d'une soudure.


5029.1
a
b
0 2 cm
1
2
3
0 5 mm
b
4
5
6
0 5 mm

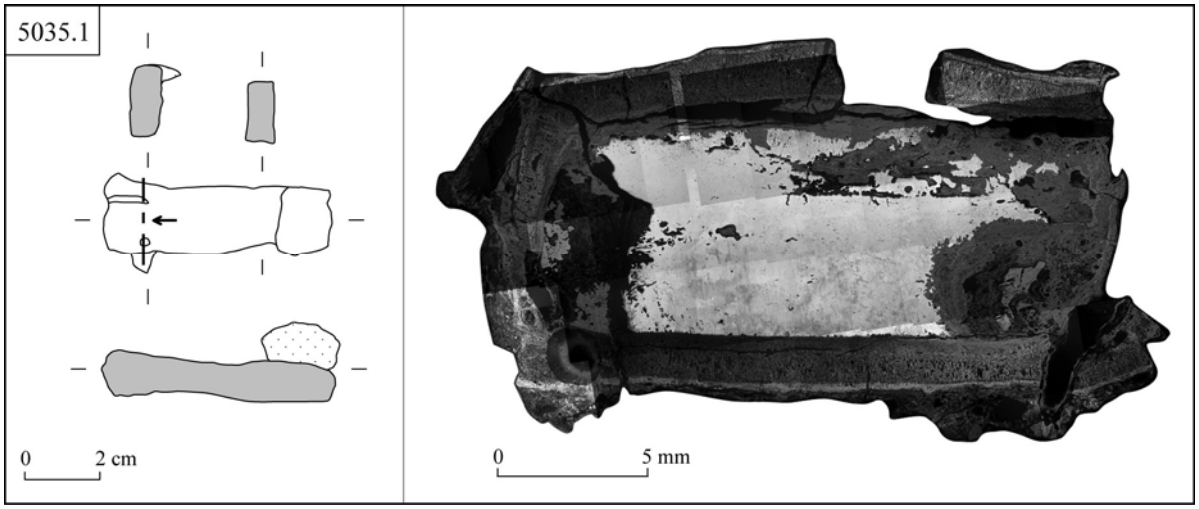
5035.1

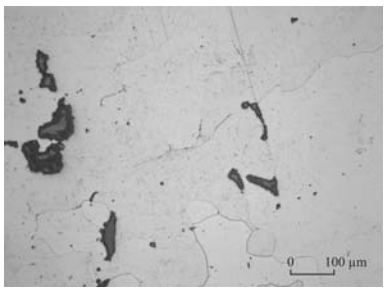
Dimensions : L. max. = 62 mm ; l. max. = 25 mm ; h. max. = 8 mm ; h. min. = 7 mm.

Poids : 43,8 g.

Aspect extérieur : l'objet est une barre parallélépipédique fortement corrodée (présence d'une protubérance de gravier en surface). Il pourrait s'agir d'une chute de forge.

Description macrographie et micrographique de la section : la section montre une forte corrosion dans la partie supérieure du cliché. Les inclusions non métalliques sont peu nombreuses. Après attaque au nital on observe une structure ferritique dominante avec une zone très légèrement aciérée dans la partie inférieure du cliché de la section.





1 : 5035.1, structure ferritique avec inclusions et corrosion (à gauche).

Annexe 7.4 : examens d'objets en fer du "Taillis des Boissières"

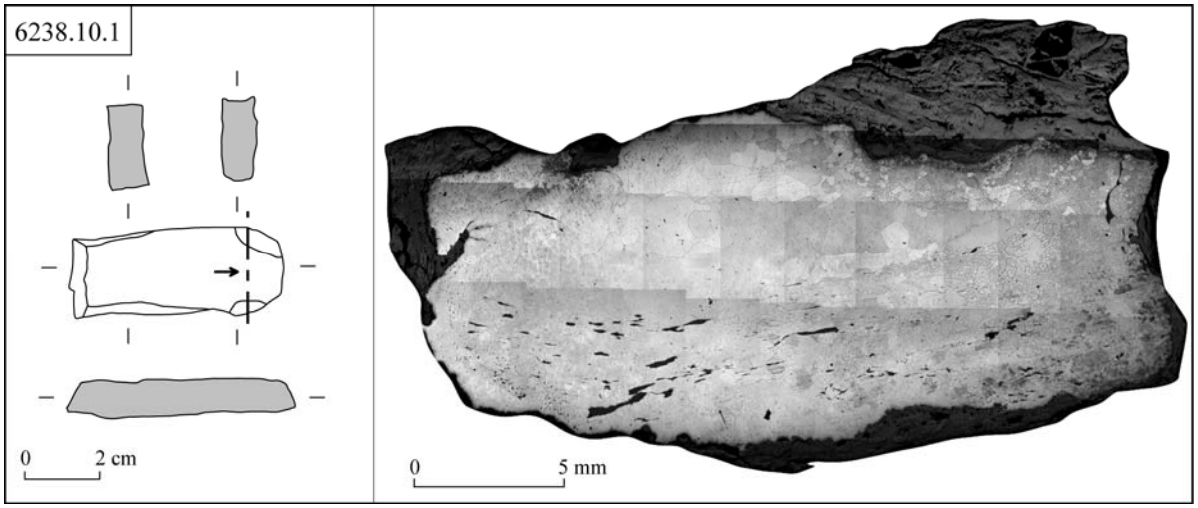
6238.10.1

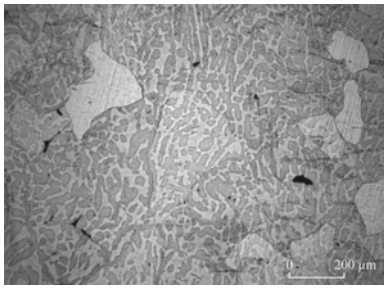
Dimensions : L. max. = 60 mm ; l. max. = 22 mm ; h. max. = 11 mm ; h. min. = 10 mm.

Poids : 62,8 g.

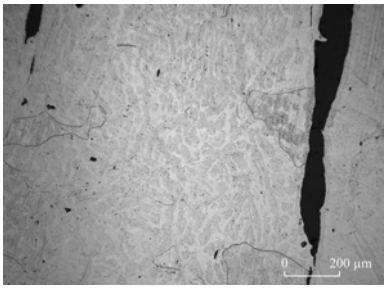
Aspect extérieur : l'objet est une barre presque parallélépipédique, marquée à ses deux extrémités par des biseaux qui semblent être des traces de découpe. Il pourrait s'agir d'une chute de forge.

Description macrographique et micrographique de la section : la section montre la présence d'une partie bien épurée (dans la partie supérieure du cliché) et d'une partie plus riche en inclusions (partie inférieure). Celles-ci sont relativement aplaties et témoignent d'un compactage imparfait. Après attaque au nital apparaît une structure ferritique à grains de taille variable dont certains très gros. Dans la partie gauche de l'échantillon se distinguent très nettement des *ghost structures* indiquant des anomalies de teneur en phosphore (cf. 10.4.3.2).





1 : 6238.10.1, structure ferritique et structures fantômes ("*ghost structures*").



2 : 6238.10.1, ferrite avec structures fantômes ("*ghost structures*") et inclusions.

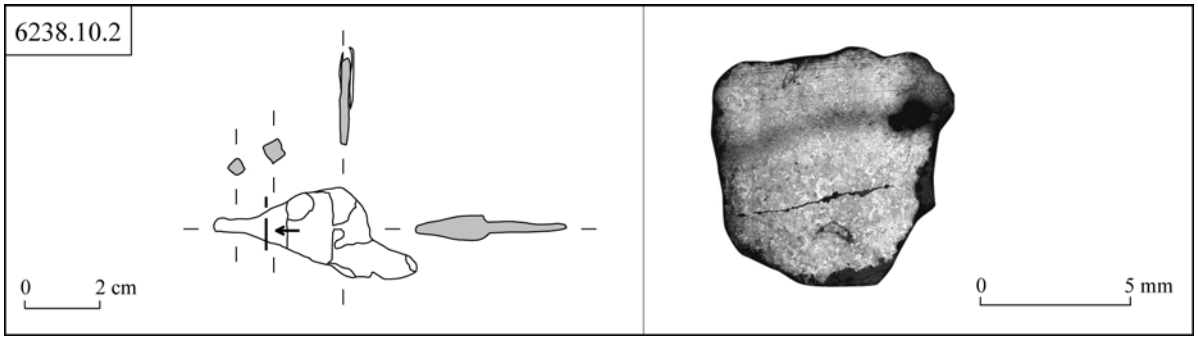
6238.10.2

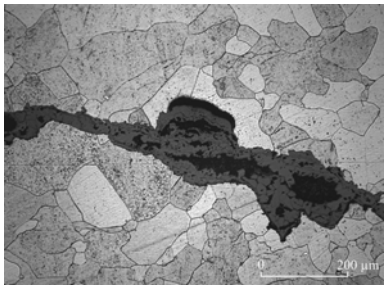
Dimensions : L. max. = 53 mm ; l. max. = 23 mm ; h. max. = 4 mm ; h. min. = 2 mm.

Poids : 7,7 g.

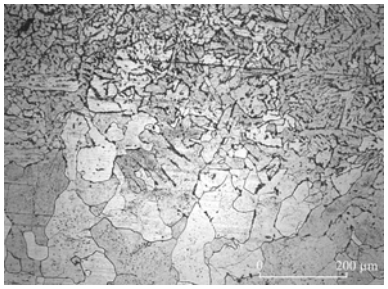
Aspect extérieur : l'objet se scinde en deux parties : une tige de section carrée prolongée par une feuille de métal très fine fracturée. Il s'agit probablement d'une partie d'un objet ou d'une chute.

Description macroscopique et micrographique de la section : la section montre la présence d'une ligne de corrosion indiquant la présence d'un ancien vide empli par la dégradation du métal. Ce vide linéaire pourrait témoigner de la présence d'une soudure (1). Après attaque au nital on constate une seconde ligne parallèle constituée d'une structure ferrito-perlitique (2) dans une structure ferritique (3).

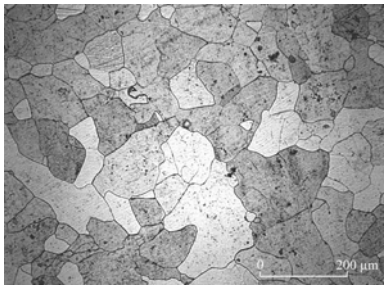




1 : 6238.10.2, vue d'une partie de la longue inclusion de corrosion pouvant avoir comblée un vide laissé par une soudure imparfaite..



2 : 6238.10.2, vue de la zone de transition entre la zone ferritique et une zone plus carburée.



3 : 6238.10.2, le métal est majoritairement de la ferrite avec très peu d'inclusions.

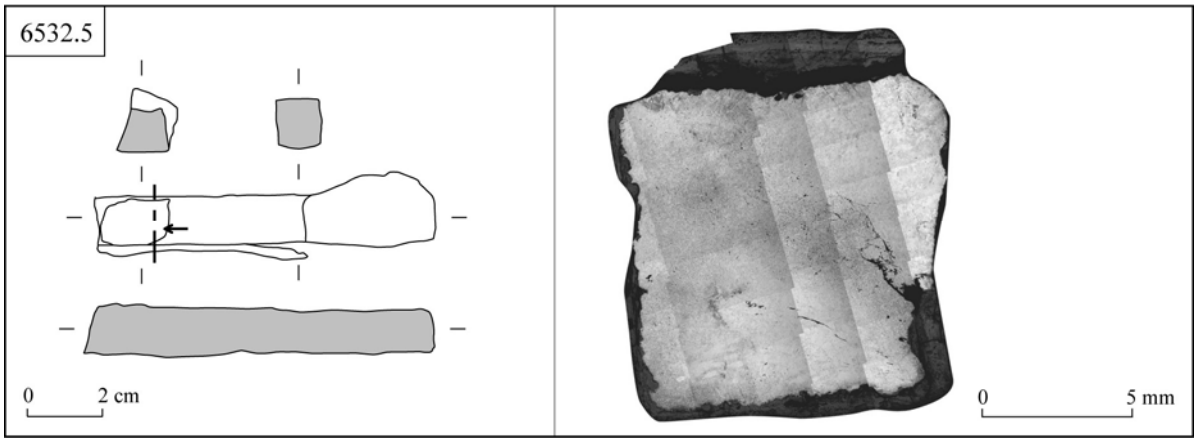
6532.5

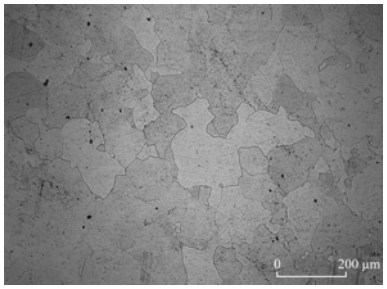
Dimensions : L. max. = 92 mm ; l. max. = 14 mm ; h. max. = 14 mm ; h. min. = 14 mm.

Poids : 85,8 g.

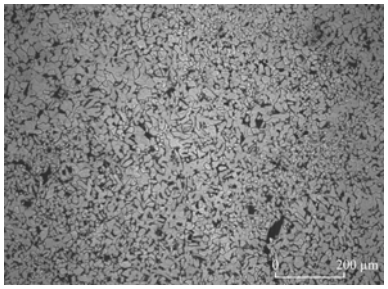
Aspect extérieur : l'objet 6532.5 est une barre parallélépipédique de section carrée.

Description macrographique et micrographique de la section : après tronçonnage, ou voit un métal relativement homogène avec peu d'impuretés. On distingue toutefois, des chapelets d'inclusions (corrosion et ou scorie ?) dans l'angle inférieur droit de la section qui pourraient indiquer une fissure par laquelle est remontée la corrosion. Après attaque au nital, on perçoit des zones ferritiques peu ou pas carburées (1) et des zones ferrito-perlitique faiblement carburées (2 et 3).

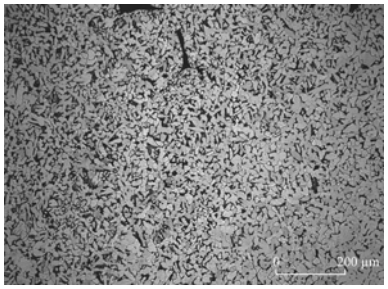




1 : 6532.5, zone ferritique massive.



2 : 6532.5, zone ferrito-perlitique.



2 : 6532.5, zone ferrito-perlitique.

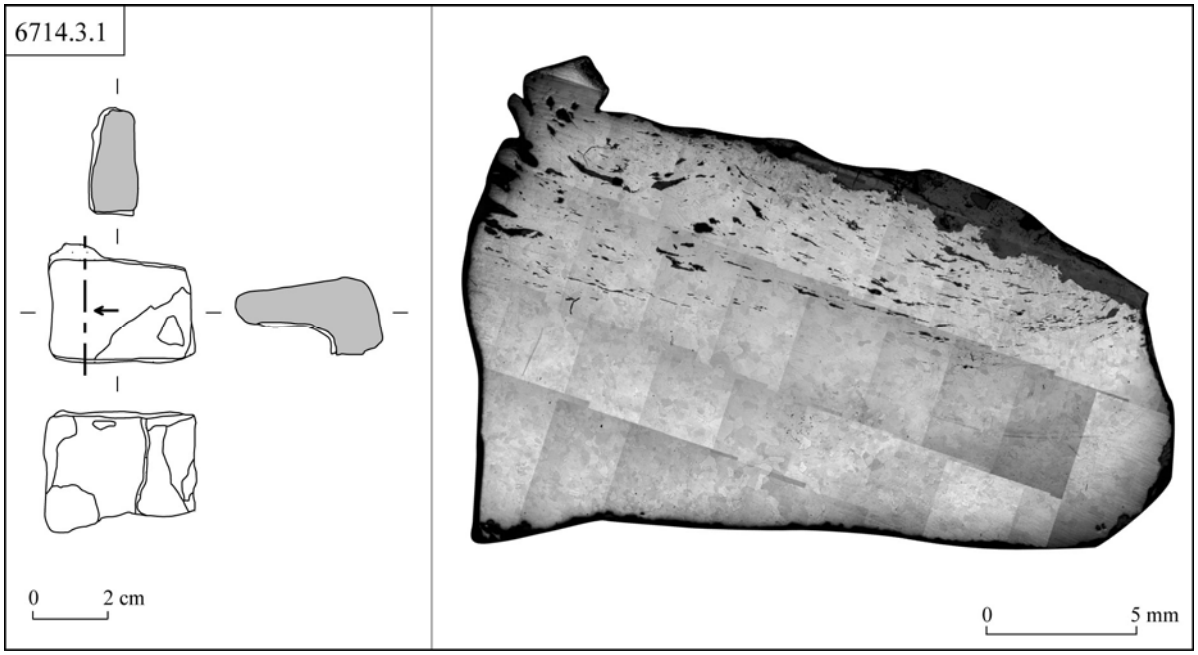
6714.3.1

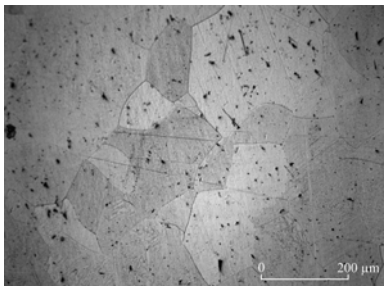
Dimensions : L. max. = 38 mm ; l. max. = 30 mm ; h. max. = 20 mm ; h. min. = 12 mm.

Poids : 82,4 g.

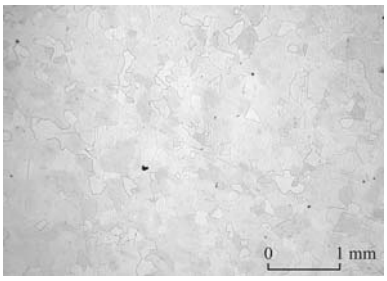
Aspect extérieur : l'objet est une barre de section rectangulaire repliée à 90° à une de ses extrémités.

Description macrographique et micrographique de la section : la section montre la présence de deux zones : l'une très riche en inclusions et en porosité (en haut du cliché) dans la partie supérieure de la métallographie ; l'autre exempte de toute inclusion. Aucune limite ne peut être observée entre ces deux zones. Après attaque au nital, apparaît une structure ferritique (1 et 2).





1 : 6714.3.1, structure ferritique à gros grains avec nombreuses petites impuretés (partie supérieure).



2 : 6714.3.1, zone ferritique homogène (partie inférieure).

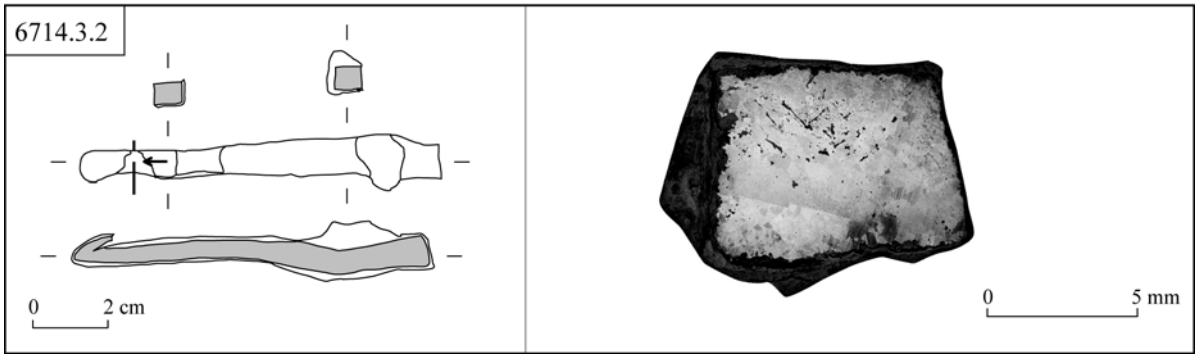
6714.3.2

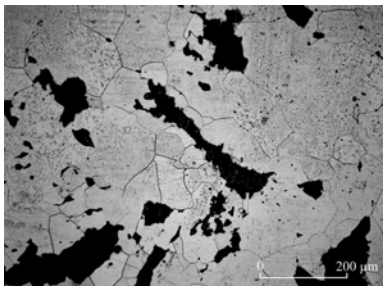
Dimensions : L. max. = 94 mm ; l. max. = 14 mm ; h. max. = 6 mm ; h. min. = 9 mm.

Poids : 32 g.

Aspect extérieur : barre de section rectangulaire, presque carrée, tordue et repliée sur elle-même à une extrémité.

Description macroscopique et micrographique de la section : la coupe montre deux zones : une riche en grandes inclusions (dans la partie supérieure du cliché), l'autre exempte d'inclusion. Les inclusions sont pour la plupart allongées, mais ne présentent par l'ordonnancement caractéristique d'un compactage. Le métal est encore assez mal épuré dans cette partie. Après attaque, on voit que la totalité du métal présente une structure ferritique (1).





1 : 6714.3.2, zone ferritique marquée par la présence de très importantes inclusions ou trous.

La sidérurgie ancienne dans le Bas Maine

(VIIIe s. av. J.-C. – XVe s. ap. J.-C.)

Résumé

Le Bas Maine (département de la Mayenne, ouest de la Sarthe et sud-ouest de l'Orne) reprend les contours de la cité antique des Diablintes. Les recherches anciennes et quelques découvertes ponctuelles indiquaient ici la présence probable de zones de production sidérurgique antérieures au XVe s. et à l'apparition du haut-fourneau dans cette région. La présente étude le confirme. L'utilisation de différentes méthodes de recherche documentaire et les vérifications au sol ont permis d'enregistrer plus de 420 sites liés à la réduction directe qui forment des zones de production, dont les plus importantes se trouvent à la limite des départements de la Sarthe et de la Mayenne. En outre, la fouille d'un ferrier, les analyses archéométriques menées sur les vestiges collectés sur les sites de réduction, mais également dans les forges de la capitale diablinte, *Noviodunum*/Jublains, ont permis d'apporter des éléments nouveaux sur l'organisation de la production du fer durant l'époque romaine, la plus représentée dans la région, et de proposer l'existence de variations techniques au sein de la filière de réduction directe du fer.

Mots clés : sidérurgie – réduction directe – scories – Protohistoire – Antiquité – Moyen Âge – Maine – Mayenne – Sarthe – Orne – Diablinte.

Abstract

The "Bas Maine" composed of the county of Mayenne, western Sarthe and south-western Orne), and situated in the north-western France, takes back the outlines of the ancient diablinte *civitas*. Former researches and some rare discoveries indicated the presence of iron production areas preceeding the appearance of blast furnace (at the end of the 15th century) in this region. The use of different documentary research methods and field survey permit to register more than 420 iron smelting slag sites which form several iron production areas. The largest ones are located along the border of the counties of Mayenne and Sarthe. Besides, the excavation led on a slag heap and the analyses of residues collected on iron smelting sites and in the iron-making workshops of the diablinte *civitas* capital, *Noviodunum*/Jublains (Mayenne), bring new data on the organisation of iron production during the Antiquity, the best known period in the region, and allow us to propose the existence of technical variations within the bloomery process.

Key words: iron making – bloomery – iron smelting slag – Iron Age – Antiquity – Middle ages – Maine – Mayenne – Sarthe – Orne – France – Diablinte.