

**Université François Rabelais / Tours - UFR Arts et Sciences Humaines
Département d'Histoire et d'archéologie**

**Master Sciences de l'Homme et de la Société - Mention Sciences Historiques
Spécialité Archéologie - Villes et Territoires**

année 2004-2005

**Conceptions et pratiques de l'espace pastoral : modélisation de parcours
actuels de troupeaux dans une perspective ethnoarchéologique.
Cas d'étude pyrénéens.**

Mémoire de Master 2

présenté par Mélanie LE COUÉDIC

Volume de texte

Sous la direction d'Élisabeth ZADORA-RIO

Jury : Élisabeth ZADORA-RIO, directrice de recherche CNRS, UMR 6173 CITERES-LAT
Christine RENDU, chargée de recherche CNRS, UMR 5136, FRA.M.ESPA
Xavier RODIER, ingénieur de recherche CNRS, UMR 6173 CITERES-LAT

-Session de juillet 2005-

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
REMERCIEMENTS	3
RÉSUMÉ.....	4
AVANT-PROPOS	5
Introduction	6
1. SUJET : PRÉSENTATION ET JUSTIFICATION	7
1.1 Archéologie pastorale : état de la recherche.....	7
1.2 Archéologie spatiale	10
1.2.1 Du site archéologique au territoire	10
1.2.2 Cheminements et mouvement en archéologie.....	12
1.3 Objectifs	13
1.3.1 À la croisée de l'archéologie pastorale et spatiale.....	13
1.3.2 ...une démarche ethnoarchéologique	14
2. MISE EN ŒUVRE DES DONNÉES	17
2.1 Le corpus	17
2.1.1 Traces matérielles des parcours.....	17
2.1.1.1 Sentes	17
2.1.1.2 Palynologie	18
2.1.1.3 Sites pastoraux	19
2.1.2 Étude de la réalité vivante : ethnologues et pastoralistes	19
2.2.3 Présentation des données pastorales du Parc National des Pyrénées	21
2.2.4 Limites et questions d'échelle	23
2.2 Traitement des données	26
2.2.1 Structuration	26
2.2.1.1 Formalisation des données	26
2.2.2.2 Modélisation et perspectives.....	30
2.2.2.3 La dynamique spatio-temporelle des unités.....	33
2.2.2 Méthodes de traitement des données.....	34
2.2.2.1 Statistiques	34
2.2.2.2 Reconnaissances des formes	37
3. VERS UNE APPROCHE SPATIALE DE LA DÉPAISSANCE.....	39
3.1 Tour d'horizon thématique.....	39
3.1.1 Animaux, troupeaux et unités.....	39
3.1.2 Temps des unités	43
3.1.3 Végétation	47
3.2 Question de formes.....	49
3.2.1 Morphologie et systèmes d'élevage	49
3.2.2 Formes et relief.....	54
3.2.3 Limites, superposition ou séparation.....	57
3.4 Synthèse et perspectives.....	63
Conclusion	72
GLOSSAIRE	73
BIBLIOGRAPHIE ALPHABÉTIQUE	78
BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE	90
TABLE DES FIGURES	93
TABLE DES ANNEXES	95

REMERCIEMENTS

Mes remerciements s'adressent d'abord à Élisabeth Zadora-Rio qui a dirigé et soutenu ce travail et Christine Rendu qui l'a proposé et porté. Je les remercie pour leurs encouragements et leurs conseils qui ont orienté mes recherches et ma réflexion durant cette année.

Je tiens à remercier l'équipe du Parc National des Pyrénées et plus particulièrement Pierre Lapenu et Christophe Cognet sollicités à maintes reprises, pour leur disponibilité, leurs connaissances et leurs conseils.

Un grand merci à Jean Paul Métailié pour toutes les informations qu'il m'a données.

Je remercie aussi Marielle Roucolle, animatrice du volet pastoral du SIG Pyrénées, pour sa disponibilité et sa gentillesse.

Merci beaucoup aux membres du PCR Cerdagne et surtout à Pierre Campmajo, Denis Crabol et Marc Conesa.

Mes remerciements vont également à l'équipe du laboratoire Archéologie et territoires et ses étudiants. Je tiens à remercier Xavier Rodier, Manuel Rasse et Philippe Husi pour leur aide et conseils en informatique ainsi que Pascal Chareille pour son aide en matière de statistique. Je remercie aussi Alain Ferdière, responsable de notre formation, qui a fait en sorte que tout se passe bien (merci pour les prêts inter pris en charge, pour les arrangements relatifs aux options notamment).

Merci à Benoît pour tous ses conseils.

Merci à tous ceux que j'ai contacté par mail et qui m'ont répondu très gentiment ; merci donc à Alexandre Ickowicz, Etienne Landais, Christophe Cambier, Jean-Paul Dubeuf, Bo Ejstrud et Gaëtan Lavenu, pour tous leurs renseignements. Merci aussi à Jean-Paul Falguières qui m'a donné l'autorisation d'utiliser ses photos sans problème. Je remercie aussi toute l'équipe du forum SIG de la Lupsig la rochelle... forum que je recommande à tous les apprentis (ou non) sigistes.

Merci à mes collègues de lycée qui se sont montrées très conciliantes pour l'emploi du temps à de nombreuses reprises... et surtout Farida qui bien voulu échanger des nuits contre des jours. Merci aussi à Mme Cosse qui a relu ce texte avec attention.

Un grand merci tout particulier à Carine Calastrenc, qui m'a accompagnée tout au long de cette année... merci pour les conseils, les encouragements, les histoires de bergers...merci pour toutes les photos et même vidéo de la montagne ! Et avant, merci pour ce super mois de prospection qui a fini sous la neige. Merci aussi pour la relecture avisée et enthousiaste.

Enfin, je remercie ma famille, mes amis et Julien pour leur soutien et confiance.

RÉSUMÉ

Ce sujet s'attache aux espaces pastoraux d'altitude dans la longue durée et s'intègre dans le cadre de recherches menées en archéologie pastorale dans les Pyrénées. Il repose sur une démarche ethnoarchéologique et vise à une meilleure compréhension des pratiques de ces espaces, à travers, notamment, la constitution d'un référentiel actuel de parcours de troupeaux. L'objectif est de modéliser, à terme, les territoires pastoraux et leurs recompositions. Cette étude a consisté en une première exploration de données pastorales actuelles (relevé de territoires de dépaissance fournies par le Parc National des Pyrénées) à la fois sur leurs caractéristiques générales, thématiques et sur leur morphologie. Ces premiers résultats permettent de déterminer un ensemble de critères pour caractériser les formes des parcours tout en soulevant des questions théoriques importantes, qui mènent à de nouvelles perspectives de recherche.

ABSTRACT

This subject concerns pastoral altitude areas in the long term and fits into the framework of research pastoral archaeology in the Pyrenees. It rests on an ethnoarchaeological approach and aims at a better understanding of practices carried out in these areas, through, in particular, the setting up of an up to date reference regarding the distances travelled by herds. The long term aim being to remodel the pastoral territories. This study has consisted on a primary exploration of current pastoral data (survey of grazing land provided by the Pyrenean National Park) at one and the same time on their general thematic features and their morphology. These first results allow to determine whole criterion to characterize the patterns areas travelled while raising important theoretical questions, which lead to new prospects for research.

AVANT-PROPOS

Les mots suivis d'un astérisque sont définis dans le glossaire.
Toutes les figures sans crédit sont de l'auteur.

Liste des abréviations

BD : Base de Données

CNRS : Centre National de la Recherche Scientifique

ENSG : École Nationale des Sciences Géographiques

FRA.M.ESPA : France Méridionale et Espagne (laboratoire de Toulouse)

ISA : Information Spatiale et Archéologie

LAT : Laboratoire Archéologie et Territoire (Tours)

PCR : Programme Collectif de Recherche

PNP : Parc National des Pyrénées

SIG : Système d'Information Géographique

Introduction

Les recherches sur la montagne et plus particulièrement sur le pastoralisme ont connu une véritable explosion depuis plusieurs années. Les résultats archéologiques confrontés aux disciplines environnementales ont montré la pleine historicité de ces espaces d'altitude. Le pastoralisme ne peut plus être envisagé comme immuable, hors du temps. C. Rendu, par une longue enquête pluridisciplinaire, a restitué l'histoire de l'estivage sur la montagne d'Enveig, du Néolithique à nos jours (RENDU 2003). En lisant les grandes étapes de l'exploitation du versant à la lumière des logiques de transformation des systèmes pastoraux, elle a démontré les incessantes transformations de ce milieu montagnard et remis en cause la notion de temps immobile. Désormais, la montagne n'est plus un terrain de recherche marginal et comme le souligne J. Guilaine, il y a, plus que jamais, « un regard attentif à porter sur la montagne » (GUILAINE 1991 cité par GALOP 2004). Parallèlement, en archéologie s'est produit un regain d'intérêt pour la composante spatiale de la discipline, rendu possible par le développement des outils informatiques. En témoigne le colloque d'Antibes qui s'est déroulé à l'automne 2004, organisé par le réseau ISA et intitulé « *Temps et espaces de l'Homme en société: analyses et modèles spatiaux en archéologie* » et qui a montré le dynamisme des recherches dans ce domaine.

Dans ce contexte, cette étude envisage le territoire pastoral du point de vue spatial ; elle tente d'éclairer les pratiques de ces espaces à travers l'étude des parcours* de troupeaux. Par une démarche ethnoarchéologique, il s'agit de faire appel à plusieurs disciplines dans le but de constituer, dans l'idéal, un référentiel actuel des pratiques spatiales de la dépaissance. L'objectif est de réunir les connaissances nécessaires à la construction de modèles spatiaux, contribuant à enrichir les interprétations relatives aux données de l'archéologie pastorale.

D'abord sera présenté un état de la recherche en archéologie tour à tour pastorale, puis spatiale. La focale sera resserrée sur la manière dont cette dernière a envisagé le territoire agro-pastoral, puis les cheminements et le mouvement dans le paysage. Cette partie historiographique sera suivie d'une réflexion méthodologique, à travers la présentation du corpus et des méthodes appliquées à l'occasion de cette étude. Ensuite seront présentés les premiers résultats issus du traitement d'une partie du corpus mobilisable pour répondre à l'objectif. Après une exploration générale des données étudiées cette année, une attention particulière sera portée à la forme des parcours. Une première synthèse des critères qui peuvent être retenus pour caractériser la morphologie sera alors proposée à la lueur des questions d'échelles, permanentes dans cette étude. Cette première approche peut ensuite être mise en perspective avec l'évocation de disciplines et de méthodes récentes qui pourrait l'enrichir, telles que l'écologie du paysage ou encore les sciences cognitives.

1. SUJET : PRÉSENTATION ET JUSTIFICATION

1.1 Archéologie pastorale : état de la recherche

Depuis une vingtaine d'années, la montagne d'Enveig est le laboratoire d'une recherche qui a profondément renouvelé la connaissance de l'histoire du pastoralisme. Entreprise en 1985 par des prospections pour un inventaire du patrimoine pastoral, l'étude est poursuivie par des prospections systématiques puis par deux programmes triennaux de fouilles en 1992-1994 et en 1994-1997. Le programme d'archéologie pastorale consacré à la montagne d'Enveig est né du constat d'une grande variabilité géographique dans les systèmes d'estivage. Il s'agissait à travers l'étude monographique d'un territoire dans la longue durée d'inverser la perspective : examiner la variabilité d'un système pastoral dans le temps.

Plusieurs points de vue et plusieurs sources y ont éclairé la pratique de l'estivage dans la longue durée. L'étude tour à tour archéologique, ethnographique et historique a mis en lumière les transformations des systèmes pastoraux. A partir d'une seule discipline, l'enquête de l'archéologue sollicite aussi les sources écrites et l'ethnologie pour éclairer les modes d'exploitation pastoraux du versant. Ceux-ci ont ensuite été confrontés à l'évolution des paysages grâce aux disciplines paléoenvironnementales ; des études sont engagées afin d'appréhender les sites dans leur environnement et leurs relations avec la végétation dans une perspective diachronique (GALOP 1998, DAVASSE 2000). Cette approche interdisciplinaire intégrée alliant archéologie, histoire, ethnologie et études environnementales a rendu accessible l'évolution des pâturages d'altitude. Les résultats démontrent la pleine historicité de ces territoires (RENDU *et al* 2004 : 2). Les espaces pastoraux ne peuvent plus être vus comme immuables, comme le démontre la thèse monographique de C. Rendu intégrant l'ensemble des approches pluridisciplinaires mises en œuvre (RENDU 2003).

Depuis, la focale ne cesse de s'élargir en raison d'une problématique renouvelée. Les fouilles de la montagne d'Enveig, reprises en 2002, se caractérisent par une approche de plus en plus large des sites, de l'habitat aux espaces extérieurs, et une tentative d'approche systémique de l'ensemble des sites connus sur le pla* (RENDU *et al.* : 2004 : 1). Le Programme Collectif de Recherche (PCR) dans lequel elles s'intègrent – *Estivage et structuration sociale d'un espace montagnard* (coordination C. Rendu), s'élargit à la Cerdagne, terrain pilote. Il s'agit alors de s'interroger sur la façon dont ces espaces, les pâturages d'altitude, constituent des pôles structurant pour les sociétés montagnardes, en reconsidérant l'évolution globale des structures de peuplement et des structures agro-sylvo-pastorales à l'échelle valléenne. Ce projet permet d'aborder par des

transects différentes formes de complémentarité entre terroirs permanents, bas versants, hautes estives, avec l'estivage comme « colonne vertébrale » (*ibid.*).

Ce PCR s'intègre à une approche d'ensemble de la chaîne pyrénéenne. Il est étroitement lié à celui que coordonne D. Galop sur la montagne Basque – *Paléoenvironnement et dynamique de l'anthropisation de la Montagne Basque*. Ces deux programmes nourrissent l'Appel à Projets Nouveaux (APN) *Paléoenvironnement et archéologie pastorale : propositions méthodologiques pour une approche intégrée des modalités de l'anthropisation en haute montagne pyrénéenne du Néolithique à l'actuel*. Entre ces deux terrains aux deux extrémités de la chaîne pyrénéenne, des prospections ont aussi été menées en différents points répartis le long du massif (Fig.1) : les vallées de Campan et de Lesponne (Hautes Pyrénées) sous la direction de S. Lévêque, la Seu d'Urgel (Catalogne) sous la co-direction de J.-M. Palet et d'A. Riera, le val d'Azun¹ (GUÉDON 2002 ; GUÉDON 1995, 1996, 1997), le vallon de Barroude (vallée d'Aure, Haute-Pyrénées), le Llanos de Hospital (Benasque, Espagne) et l'estive d'Anéou (Haute vallée d'Ossau, Pyrénées-Atlantiques) (CALASTRENC 2004 ; CALASTRENC 2005). Les deux derniers secteurs deviendront peut-être les terrains de projets de plus grande ampleur ; ils sont pour l'instant en cours de constitution. Enfin, les recherches menées en différents massifs sont maintenant liées dans un programme comparatif *Anthropisation et histoire de l'environnement dans les montagnes du Sud*. De large focale, il vise à fédérer différentes études archéologiques sur les rythmes d'exploitation de la haute montagne, les plus anciennes entreprises dans les Pyrénées et les plus récentes concernant les Alpes ou le Massif Central. Le numéro d'*Archéologie du midi médiéval* de 2004 rend compte de ce projet et des différentes recherches entreprises (FAU 2004 ; LEVEAU 2004 ; PALET, RICOU et SEGARD 2004 ; RENDU 2004 ; WALSH *et al.* 2004).

¹F. Guédon achève actuellement une thèse de 3^{ème} cycle sous la direction de B. Cursente au laboratoire FRAMESPA (Toulouse).

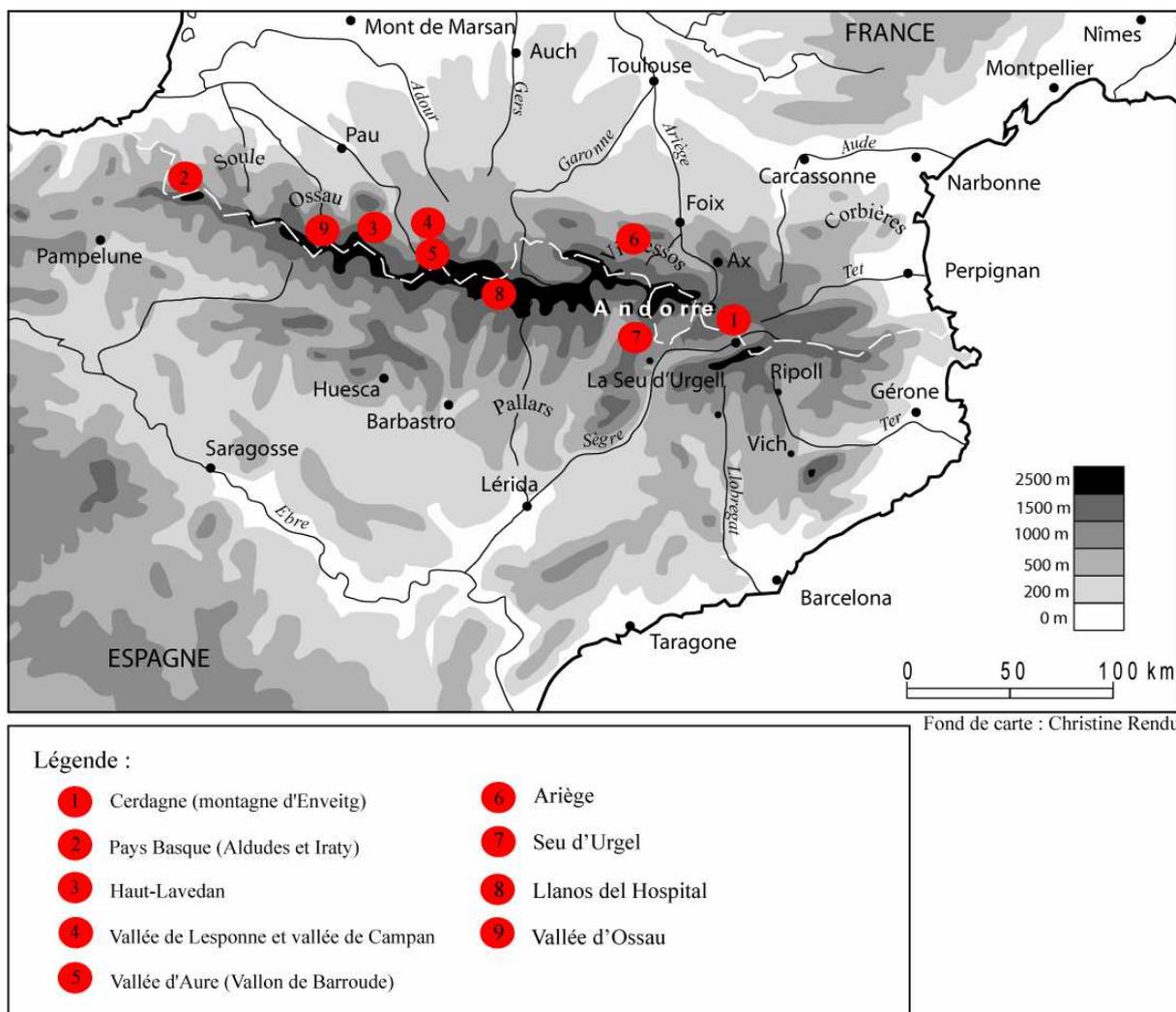


Figure 1. Terrains de recherche concernant l'archéologie pastorale dans les Pyrénées (d'après C. Calastrenc).

- Première approche de la variabilité des parcours (RENDU 2003)

Après ce tour d'horizon très large sur une archéologie pastorale féconde, revenons à son objet : le site pastoral et son environnement. Comment aller plus loin et passer de ces points, ces petites cabanes, à l'espace qu'elles tissent ? Identifier les différentes formes d'exploitation et les modes d'appropriation de l'espace montagnard, du point de vue de la pratique pastorale de l'estivage, soulève la question des parcours de troupeaux (RENDU 2004 : 5). Ainsi, pour appréhender l'espace gouverné par les cabanes, l'archéologue part des pratiques pastorales, dont les sites révèlent les variations, pour proposer au terme de son étude une première approche de la variabilité des parcours (RENDU 2003 : 495-506). D'une approche systémique mêlant archéologie, ethnologie, sources écrites et disciplines paléoenvironnementales, deux modèles émergent :

- à l'aval du 15^e siècle, des formes d'appropriation du milieu relativement intensives, avec des périmètres de gardes aux limites définies (*guardar**). Le territoire serait attribué au site même.

- à l'amont du 15^e, ressort une impression de mobilité, un quasi nomadisme des troupeaux, une certaine errance, avec un pastoralisme plus extensif.

Ainsi, les parcours de troupeaux alterneraient entre différentes formes, de conduite serrée dans des périmètres très territorialisés, ou de conduite lâche dans des cadres extensifs (RENDU 2004 : 5). Plus que ces modèles, l'archéologue montre que « les répertoires de combinaisons qui donnent sa logique à chaque système paraissent nombreux. » La dépaissance est un compromis constant, fruit de toute une amplitude de choix, des parcours et des types de conduite (RENDU 2003 : 505). Les schémas sont « très lâches et impossibles à décliner », pourtant on nous en livre quelques règles : amplitude des déplacements, relief, forêt, valeur pastorale, complémentarité des sites, caractère plus collectif et plus individuel de l'estivage, règles d'attribution de l'estive.

1.2 Archéologie spatiale

1.2.1 Du site archéologique au territoire

Jusque dans les années 1970, la recherche archéologique sur l'occupation du sol est dominée par l'histoire et s'inscrit dans la tradition de la géographie historique. La toponymie est alors la source principale pour étudier l'occupation du sol, faute de mieux. Il faut attendre le début des années 1970 et plus largement la décennie suivante pour que cette vision change. L'essor de la prospection archéologique, puis de l'archéologie préventive, renouvelle les recherches sur l'occupation du sol. Ces nouvelles méthodes permettent d'explorer les données archéologiques à une échelle plus petite et favorisent une vision plus globale des données. Leur développement marque le déplacement de l'intérêt du site vers le territoire. Dans le contexte de la *New Archaeology*, ces nouvelles données feront l'objet d'analyses spatiales (HODDER, ORTON 1976), dont les modèles sont pour la plupart empruntés à la géographie spatiale (HAGGET 1973). Ces analyses sont effectuées à petite échelle, pour l'étude des réseaux de peuplement, ou à grande échelle, pour l'étude du site et son territoire d'approvisionnement.

Beaucoup de ces modèles reposent sur un postulat : la règle de l'optimisation du mouvement minimum, ou loi du moindre effort. Ce concept apparaît d'abord au XVIII^e s. en sciences physiques, pour être repris dans les sciences sociales en tant que « principe du moindre effort » (HAGGET 1973 : 42). Ainsi, pour être rentable, l'exploitation, ne doit pas se trouver trop éloignée du lieu de résidence (CHISOLM 1962 : 73). C'est dans cette perspective que C. Vita-Finzi et ES Higgs (1972) ont appliqué le concept de *catchment area* de Chisolm à l'archéologie sous le nom de *site catchment analysis*, ou « analyse des ressources locales » (DJINDJIAN 1991 : 257). Ce terme anglais, emprunté à l'hydrologie et défini comme le bassin d'alimentation d'un fleuve, désigne par extension la zone géographique d'où l'occupant tire son approvisionnement en vivres

et en matières premières (GALLAY 1986 : 261). Dans cette approche, une zone de ressources exploitées est définie autour d'un site archéologique, sur la base d'analogies ethnographiques.

Depuis les années 1990, l'archéologie spatiale connaît un renouveau certain avec le développement de l'usage des Systèmes d'Information Géographique. Dans ce cadre, beaucoup d'études actuelles reprennent la notion de *site catchment* et l'étendent à l'analyse des stratégies d'implantation des sites. Souvent, elles visent alors à mettre en évidence des corrélations statistiques entre les sites et les paramètres environnementaux afin de comprendre les déterminants de leur localisation. Les avancées récentes dans le domaine de la restitution des environnements permettent, parfois, d'intégrer avec plus d'assurance les données paléoenvironnementales, sans lesquelles cette modélisation est critiquable. Le calcul de cette aire d'influence peut être basé simplement sur la distance euclidienne ; elle se traduit dans ce cas par un cercle autour du site (pour un exemple récent : MAUSSION 2003 : 234 ; MAUSSION 2004 : 410-411). Mais ce calcul peut maintenant, grâce au SIG* inclure de nouveaux paramètres, dont la topographie. Cela passe par la construction d'une surface de coût, ou *Cost Surface Analysis* (CSA), aussi appelée surface de friction, dans laquelle un coût de déplacement est assigné à chaque cellule de la carte, en mode raster*. Elle peut ainsi refléter la difficulté de se déplacer à travers de types de terrains variés en combinant plusieurs facteurs. Il existe plusieurs méthodes pour décrire le coût de déplacement à travers le paysage ; certaines ne prennent en compte que la pente (GAFFNEY, STANCIC 1991), tandis que d'autres sont basées sur la dépense énergétique (CHRISTOPHERSON, BARABE, JOHNSON 1999 ; LLOBERA 1999 ; VERHAGEN *et al.* 1999 ; VAN LEUSEN 2002 : 6.5-6.7 ; NUNINGER 2002 : 133-140). Si ces derniers calculs paraissent plus réalistes, basés sur des mesures physiologiques, il n'existe pas de modèle idéal pour calculer la distance pondérée. P. Van Leusen souligne la multiplicité des algorithmes possibles et utilisés pour sa construction : la question semble avoir trouvé une réponse pour chaque auteur. Il voit là un signe d'immaturation dans ce domaine récent de la recherche (VAN LEUSEN 2002 : 6.5), développé surtout par des Anglo-Saxons.

Ces études de *site catchment* ont été l'objet de nombreuses critiques, de part leur position fonctionnaliste (WHEATLEY, GILLINGS 2002 : 159) ; la théorie de l'optimisation est vivement discutée par les géographes eux-mêmes (STASZAK 2000 : 107-109). Plus largement, c'est le retour du déterminisme environnemental avec l'utilisation des SIG qui est mis en question. Dans ces outils, construits sur une approche géographique, l'espace a souvent été traité comme un concept géométrique abstrait (cartésien). Comme M. Llobera le souligne, il n'y a pas d'observateur, pas de perspective, pas d'histoire dans cette sorte d'espace (LLOBERA 1996). Par conséquent, beaucoup insistent sur la nécessité d'intégrer des variables sociales, culturelles

(WHEATLEY, GILLINGS 2002 : 163). Certains auteurs voient dans la possibilité de dépasser la distance euclidienne et d'intégrer d'autres facteurs l'opportunité de développer une démarche plus humaniste de l'espace. Cette technique de distance coût met l'accent sur l'expérience humaine d'être et de se déplacer dans le paysage² (VAN LEUSEN 2002 : 6-1 ; LLOBERA 2000).

1.2.2 Cheminements et mouvement en archéologie

L'étude du déplacement des sociétés dans le paysage passe d'abord par l'étude des voies de communication. Traditionnellement, les voies terrestres sont étudiées à partir d'informations linéaires, sur leur tracé, issues d'observations de terrain, de relevés de traces par photo- et carto-interprétation. Des vestiges archéologiques, voire des mentions écrites d'itinéraires peuvent être mis en regard afin de restituer le réseau viaire supposé ou attesté d'une époque. A cet égard, la démarche méthodologique d'É. Vion propose de travailler sur l'état donné d'un réseau routier sur carte actuelle ou ancienne et de distinguer réseaux locaux et réseaux régionaux (VION 1989).

Avec l'outil SIG, des chemins théoriques peuvent être restitués entre les sites. Ceci nécessite le calcul préalable d'une surface de coût pouvant inclure plusieurs paramètres (cf. *supra*). A partir de celle-ci sont déduits des chemins de moindre coût, basés sur la loi du moindre effort, entre des points d'origine et de destination. Cette méthode a été peu utilisée par les archéologues. Néanmoins, certains auteurs ont tenté de comparer réseaux de chemins théoriques et tronçons réels découverts par prospection (KANTNER 1996 ; EJSTRUD *à paraître*). Ils parviennent à des résultats divergents. B. Ejstrud observe à Chypre une relative concordance entre réseau virtuel et réel, tandis que J. Kantner, au Nouveau Mexique, aboutit à des discordances qui l'amènent à réfuter la fonction uniquement économique du réseau de chemins. Face à cette hypothèse traditionnellement admise, il souligne alors des rôles plutôt religieux ou politiques du réseau viaire. D'autres ont eu l'idée de compiler des chemins de moindre coût dans un « réseau théorique de moindre coût » qui constituerait un réseau optimum ; P. Van Leusen a appliqué cette méthode autour de la ville de Wroxeter, en Italie, pour l'âge du Fer (VAN LEUSEN 2002 : 16.10-16.18).

D'un point de vue méthodologique, le même auteur souligne que la mise en œuvre de surfaces de moindre coût tient seulement compte des décisions locales (de cellule à cellule) et non d'une éventuelle connaissance globale des paysages. Ainsi, on peut penser qu'un voyageur réel utilisera sa connaissance du terrain, la longueur attendue du parcours, des points de passage intermédiaires pour décider de sa route. Il invite alors à des recherches en ce sens (VAN LEUSEN 2002 : 6.9). M. Llobera souligne la difficulté d'étudier le mouvement dans un paysage à travers le

² « on the human experience of being and moving in the landscape »

temps. Les applications courantes du SIG ne sont possibles que dans des cas spécifiques, particulièrement lorsque les lieux d'origine et de destination sont connus. Il propose alors un modèle pour étudier le « potentiel de mouvement », de déplacement dans un paysage plutôt que des chemins particuliers (LLOBERA 2000).

1.3 Objectifs

1.3.1 À la croisée de l'archéologie pastorale et spatiale...

C'est dans ce contexte, à la croisée de l'archéologie pastorale et de l'archéologie spatiale, que nous proposons de mener une réflexion sur le territoire, ou plutôt l'espace pastoral. Ce terme est préférable dans le sens où ces étendues sont souvent collectives et que le territoire comporte en son sein même la notion d'appropriation. Quoiqu'il en soit, retracer l'espace que les cabanes gouvernent apparaît difficile. Au terme d'une étude mêlant archéologie, ethnologie, écologie et sources écrites, Christine Rendu a cependant proposé des modèles de dépaissance (cf. chap. 1.1). Elle souligne alors que « Tracer un cercle autour des établissements pastoraux pour définir leur territoire de garde risque d'être bien souvent illusoire et s'il paraît possible de saisir l'esprit de la dépaissance, la cartographie est encore une gageure » (RENDU 2003 : 500). Il est vrai qu'en archéologie, l'analyse territoriale des sites a plus souvent été envisagée sous l'angle des terroirs agricoles, en mentionnant au mieux la possibilité d'un élevage complémentaire, à la marge. Alors, quand il s'agit d'aborder l'environnement immédiat des sites, les limites du territoire sont fixées selon les principes d'économie censés régir les activités humaines, « sur la base d'analogies ethnographiques » (GALLAY 1986 : 262 ; DJINDJIAN 1991) : des territoires couverts par deux heures de marche, soit 5 km de rayon en terrain plat, conviennent pour les activités vivrières des sociétés agricoles.

Cette démarche soulève un certain nombre d'objections, comme le souligne A. Gallay (GALLAY 1986 : 262-263) : en premier lieu, « la notion de territoire circulaire (ou simplement déformé sous l'effet de l'impact de la marche) correspond à un échantillon aléatoire. Il s'agit donc d'un pis-aller, que l'on ne peut utiliser que si l'on n'a pas d'autre hypothèse à proposer. Le territoire peut en effet être, pour une raison ou une autre, semi-circulaire, ou irrégulier ». Les progrès récents de l'archéologie spatiale proposent, on l'a vu, des alternatives avec des modèles fondés sur la distance coût. Pour des terroirs agraires, on peut également citer la démarche de L. Nuninger, qui mêle données ethnographiques et spatialisation des épandages agraires renseignés par des prospections, pour modéliser ces territoires sous forme de cercles qui varient en fonction de la population estimée des unités d'habitats (NUNINGER 2002 : 159-174 ; NUNINGER 2003). Par la suite, A. Gallay note que ce modèle ne tient pas compte des variations saisonnières pouvant

affecter l'économie du site et soulève la nécessité d'intégrer l'éventuelle complémentarité des sites et la mobilité de l'habitat à plus petite échelle ; il propose alors un modèle intégrant les sites d'altitude (Fig. 2).

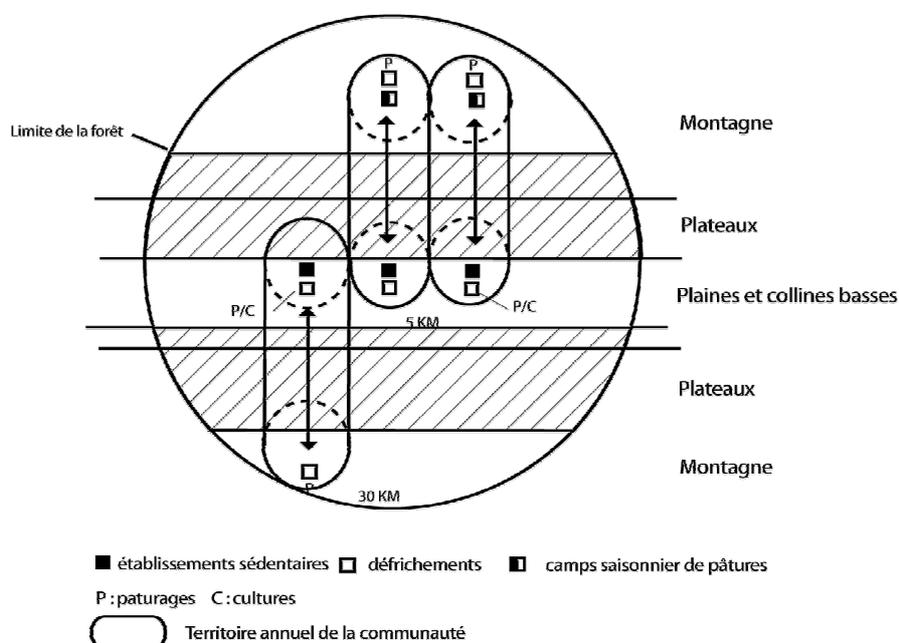


Figure 2. « Modèle du territoire annuel (*home range*) des sites du Néolithique moyen en Valais. Aux sites permanents de plaine répondant aux modèles du territoire restreint s'ajoutent peut-être des séjours estivaux d'altitude en limite supérieure de la forêt. » (d'après GALLAY 1986).

Dans ces conditions, il apparaît intéressant de renverser la perspective pour envisager ces cabanes pastorales « marginales », comme des centres. En effet, « Les sites d'altitude, habitats d'estive ou habitats dispersés des hameaux deviennent des points centraux dès lors que l'on envisage de l'intérieur, dès lors que l'on s'y déplace. Ils sont au même titre que les centres mais différemment des points névralgiques de l'accès à la montagne et de son exploitation. » (RENDU *et al.* 2004). Alors si l'on part des cabanes, qu'en est-il de la distance et de l'économie de mouvement ? La loi du moindre effort paraît remise en cause par une grande mobilité et par les distances parcourues. La distance doit jouer un rôle mais d'une manière variable. En tout état de cause, on ne peut se contenter de territoires théoriques concentriques autour des sites. Pour un enrichissement des références, une démarche ethnoarchéologique s'impose.

1.3.2 ...une démarche ethnoarchéologique

Cette démarche est décrite et encouragée par A. Gallay, qui en fait également l'historique (GALLAY 1986 : 165-181). Il rappelle, à la suite de J.C. Gardin (GARDIN 1979), que toute interprétation en archéologie fait appel à des connaissances extérieures, que ceci soit explicite ou

non. Il souligne alors à de nombreuses reprises la nécessité de se donner les moyens d'interpréter les faits découverts et de construire un savoir de référence. Pour simplifier, ce savoir est qualifié d'ethnologique mais les références peuvent être de diverses natures. Ici, on fera appel à l'ethnologie mais aussi aux agronomes, éthologues, écologues, botanistes, etc. que l'on peut regrouper sous le terme de « pastoralistes » – ceci pour simplifier, au vu de l'éclatement des approches sur le pastoralisme, malgré les objections sur l'emploi de ce terme par certains, qui considèrent qu'il s'agit de la chose et non de son étude (cf. DIGARD 2001). L'auteur postule que ce savoir de référence présente deux facettes, les propriétés et les attributs ; soit, respectivement, les caractéristiques intrinsèques des objets – matériaux, forme – et extrinsèques – fonction ou signification. Il définit alors l'ethnoarchéologie comme suit : « L'ethnoarchéologie se donne pour tâche d'étudier cette relation par ce que l'on pourrait appeler une approche archéologique du présent ; son objectif est de préciser, de limiter et d'enrichir l'interprétation des faits proprement archéologiques. » (*ibid.* : 175.) Il propose alors de rechercher des régularités, des clefs d'interprétation appelées « règles transculturelles », par l'étude de la réalité vivante.

Dans cette perspective, on peut se demander s'il n'est pas possible d'utiliser simplement les acquis des pastoralistes et/ou des ethnologues. Après un tour d'horizon des travaux sur le territoire pastoral, il s'avère que la question n'a pas été posée sous cet angle. On ne s'est guère intéressé à l'étude spécifique liant les objets et leur signification, les cabanes à leurs parcours, ou alors ponctuellement, pour d'autres visées. Il en est de même pour l'ethnologie traditionnelle qui n'a jamais été conduite dans l'optique de la relation entre fait matériel et signification. On peut même penser que cette problématique comble certaines lacunes, et que cette vision originale peut en retour être bénéfique au domaine pastoraliste.

Ceci n'est envisageable que si l'on admet que « Le recours à l'ethnoarchéologie ne débouche en aucun cas sur des interprétations nécessaires mais au contraire sur des interprétations plausibles. L'ethnoarchéologie ne pourra que suggérer la diversité des situations possibles et les limites des interprétations réalisables. » (*ibid.* : 169). Il s'agit donc d'une science du possible et non une science du nécessaire, c'est-à-dire de la recherche de différents plausibles pour avoir une idée de la complexité de la réalité ou du champ de définition de l'interprétation ; non pas pour prouver que tout est envisageable partout, ni plaquer des modèles sur la réalité archéologique, mais pour rechercher des scénarios possibles et suivre une démarche dialectique entre nos connaissances des vestiges et des études de cas actuels. Nous garderons également à l'esprit l'ambiguïté des faits matériels et la nécessité de validation ou d'invalidation des hypothèses proposées en les confrontant aux faits, ce que J.C. Gardin demande expressément aux archéologues : « la validation des explications » (GARDIN 1979 : 213-225).

Plus largement, il s'agit aussi à travers l'espace pastoral, de réfléchir à d'autres rapports à l'espace et d'autres modèles que ceux traditionnellement présentés pour l'agriculture. En effet « À travers ce terrain précis et localisé, l'objectif est plus large. Il vise à saisir certains aspects d'un rapport spécifique à l'espace, dont l'estivage ne constitue pas le seul mode d'expression mais qu'il explicite de façon singulière. Le pastoralisme montagnard a la vertu d'exposer au plein jour l'envers des terroirs : que signifie et comment s'opère la coexistence d'usages et de prélèvements démultipliés sur des étendues non appropriées, du moins de manière pérenne ? » (RENDU *et al.* 2004).

Pour décliner ces schémas, la représentation et la modélisation graphique sont alors envisagées comme outil de recherche. Nous verrons que ce support de réflexion a la vertu d'explicité cette altérité, (et pour défaut ?) de l'exacerber ; en effet comment représenter des frontières floues ? Comment manipuler sous SIG et restituer des territoires enchevêtrés ? Existe-t-il des modèles de surfaces non exclusives, non contiguës, découpées d'interstices ? Quelles sont les alternatives à des territoires étanches ? Mais s'agit-il vraiment de territoires et « A-t-on encore (vraiment) besoin de parler du territoire ? » (Pour reprendre le titre d'un article de J. Lévy : LÉVY 1993). Celui-ci ne prend-il corps que par la forme que le troupeau prend à un moment donné (RENDU 2003) ? Ne faut-il pas, alors, plutôt raisonner en terme de réseau ? Au delà des questions techniques, le traitement spatial de cette problématique soulève des points fondamentaux ; parce qu'il oblige à expliciter le problème, il peut contribuer à enrichir la démarche archéologique.

Face à cet objectif très large, à savoir partir des pratiques actuelles pour proposer des sortes « d'intégrales » de parcours, des problématiques affinées ont été dégagées pour la présente étude, ce en fonction du temps et des données disponibles. Il fallait d'abord faire le point sur ces dernières, afin d'inventorier les moyens pour aborder cette réalité vivante et situer notre démarche dans leur multitude. S'assurer, naïvement, que le sujet n'avait pas été traité. Ensuite, une question principale fut dégagée, à savoir quel ensemble de critères peut déterminer l'emprise territoriale du déplacement d'un troupeau durant un estivage.

2. MISE EN ŒUVRE DES DONNÉES

2.1 Le corpus

2.1.1 Traces matérielles des parcours

2.1.1.1 Sentes

Au moment de présenter les sources, on peut se demander quelles pourraient être les traces matérielles de la dépaissance et de ces déplacements. Viennent d'abord à l'esprit les traces de ces itinéraires *stricto sensu*, les voies de circulation. Entendus comme voies de transhumance, ces chemins sont souvent présentés comme immuables, des « drailles et cheminements ancestraux » existant depuis « des temps immémoriaux » (MESQUI 1994 : 14-15). Ceci ne nous aidera guère dans la perspective d'une étude dynamique. Des mentions de ces pistes, parfois aussi appelées carraires, pourraient toutefois être repérées sur des cartes anciennes, telles que le cadastre napoléonien.

À une échelle plus fine, les itinéraires semblent moins balisés. Le passage répété des troupeaux peut cependant s'inscrire dans la montagne, sous forme de micro-relief. Ces petits sentiers se repèrent sur les photographies aériennes car ils se détachent tels de petits filaments plus clairs que le terrain environnant (Fig.3). Souvent multiples et parallèles, ces sentes peuvent être imputées à de fortes pentes et au biais du troupeau qui se met alors en files parallèles aux courbes de niveaux (SAVINI *et al.* 1993 : 249). Certains auteurs, pour l'Afrique, les rattachent aux points d'eau (BOUTRAIS 1999 : 59), vers lesquels « convergent toutes les pistes » (BERNUS 1994 : 294). Leur origine et leurs conditions de formation restent à étudier plus en détail et, même si cette question a son importance, il en est une autre tout aussi essentielle : celle de leur durabilité. Ces sentes sont-elles immuables, entièrement déterminées par le relief, ou bien éphémères, traces fugaces du passage des bêtes sur la montagne ? Un début de réponse est apportée par le pastoraliste J.-P. Métaillé qui affirme pour la montagne d'Enveig, que sans le passage régulier des vaches, les traces seraient effacées au bout d'une dizaine d'années³. D'autre part, un travail en cours porte sur les dynamiques de la végétation de la montagne d'Enveig par une démarche régressive, sur une période de 50 ans. L'auteur⁴ va dans ce cadre tenter d'évaluer la durabilité des sentes.

³ Communication personnelle, avril 2004.

⁴ V. Thierion prépare actuellement une maîtrise sous la direction de J.-P. Métaillé, laboratoire GÉODE (Toulouse).



Figure 3. Déploiement du troupeau sur l'herbage et sentes (photographie J.-P. Falguières).

2.1.1.2 Palynologie

Pour appréhender l'espace « hors site », l'archéologie fait aujourd'hui couramment appel à la palynologie. Cette discipline s'est longtemps concentrée sur des problématiques climatiques et sur le site sédimentaire, puis l'intérêt s'est déplacé vers les activités humaines et l'espace environnant le site archéologique. Alors, depuis les années 1990, les études se concentrent sur les rythmes et les conséquences de l'anthropisation. Les recherches menées dans les Pyrénées au cours de ces dernières années ont permis de caractériser les principales étapes et modalités de l'anthropisation du massif.

Mais il y a peu, l'attention s'est portée sur le flou qui caractérise la notion d'anthropisation. En effet, le changement d'échelle et l'interdisciplinarité ont soulevé de nouvelles questions, notamment celles de l'appréhension des pratiques et des systèmes d'exploitation. Or, la signification spatiale du signal pollinique est mal maîtrisée, en raison d'une représentation variable de ces pollens. De nouvelles études sont donc engagées, en direction d'une meilleure analyse des

manifestations anthropiques. Les méthodes, inspirées de celles des palynologues de l'Europe du Nord, sont basées sur la constitution de référentiels actuels, pour mieux calibrer le signal pollinique, et des analyses intégrées (GALOP 2004). Des publications récentes montrent les prémices de spatialisations fines avec par exemple la possibilité d'identifier des reposoirs* ou bien des endroits de passage du bétail (*ibid.*). En ce sens, les pratiques telles que les parcours de troupeaux pourraient bien constituer une articulation entre archéologie et disciplines paléoenvironnementales. Pour le moment, à une échelle plus accessible et donc plus petite, de manière plus floue, les fluctuations du couvert végétal peuvent traduire des pressions pastorales plus ou moins fortes, des gestions différenciées, plus ou moins intensives ou extensives. L'approche des pratiques par les données polliniques est un questionnement récent, mais dont les avancées sont considérables et prometteuses.

2.1.1.3 Sites pastoraux

Enfin, dernière source archéologique que l'on ne peut oublier pour aborder les parcours passés : les sites pastoraux d'altitude. Petits points dans la montagne, l'enjeu de l'étude est bien d'appréhender l'espace qu'ils tissent. Sans revenir sur la typologie des cabanes établies pour la montagne d'Enveig (RENDU 2003 ; RENDU 1998), disons que l'étude de la forme, de la taille, des matériaux des sites permet de faire des hypothèses quant aux modes de production, aux systèmes d'élevage passés. En ce sens, le programme qui débute en vallée d'Ossau est prometteur ; après une campagne de prospection d'un mois, « Le nombre de sites est d'ores et déjà assez important, pour ouvrir, à partir d'une analyse de détail des structures, sur des interrogations relatives à la compréhension des pratiques pastorales. La physionomie des constructions, les modes de regroupement des cabanes ou des enclos, la complexité de certains agencements, les types d'entrées, interrogent sur la nature des troupeaux, sur l'association éventuelle de bergers, sur les effectifs et sur les types de garde » (RENDU 2005).

2.1.2 Étude de la réalité vivante : ethnologues et pastoralistes

Beaucoup de travaux sur les systèmes pastoraux ont été menés de part le monde et semblent épars, très diversifiés. Cela n'est peut-être pas sans rapport avec le fait que les sociétés pastorales sont nombreuses et constituent des ensembles humains en apparence forts différents les uns des autres. Très sommairement cinq grands « faciès » peuvent être distingués (*Production pastorale...1987*) : les civilisations du renne, les civilisations des steppes, les civilisations bédouines, les sociétés pastorales africaines et les sociétés pastorales montagnardes. Ces dernières sont localisées surtout autour du bassin méditerranéen *lato sensu*, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient et en Europe du sud. Elles sont dominées par l'élevage ovin. Les ethnologues se sont

intéressés aux sociétés pastorales dans leur ensemble, aussi beaucoup du point de vue des techniques, mais moins, semble-t-il, du point de vue de leur rapport à l'espace. Celui-ci ne rentre dans les préoccupations de l'ethnologue que dans la mesure où il est l'enjeu de rapports sociaux. « L'analyse ethnographique de l'espace ne débute vraiment que lorsque celui qui la conduit s'efforce d'accéder au point de vue indigène et s'interroge sur les déterminations en fonction desquelles les hommes étudiés construisent leur espace, en le délimitant, en l'occupant, en le transformant, en lui imprimant en somme une marque révélatrice de leur identité » (Lenclud 1995 cité par : BUREL, BAUDRY 1999 : 55). Alors, si l'on trouve quelques références ethnographiques sur l'espace pastoral, leur échelle d'étude est plutôt petite, régionale (par exemple, TORNAY 1983 ; GARRIGUES-CRESSWELL 1985) et l'accent porte sur la notion de territoire. Ainsi, un débat sur « l'organisation territoriale et la notion de territoire dans les sociétés de pasteurs nomades » se déroule dans plusieurs numéros de la revue *Production Pastorale et Sociétés* (1981 à 1983, n°8, 9, 13). La question des parcours est peu abordée ; on peut noter l'exception constituée par l'enquête sur les communautés villageoises du Niolu de G. Ravis-Giordani (RAVIS-GIORDANI 1983).

Alors, on peut se tourner vers l'étude technique du pastoralisme. Si l'agronomie a accordé pendant des siècles un intérêt quasi exclusif à l'amélioration de la productivité de l'agriculture, les systèmes d'élevage extensifs et les pratiques des agriculteurs sont des préoccupations relativement récentes de la recherche agronomique. La formule « élevage extensif » ne figurait pas dans le vocabulaire scientifique de la zootechnie moderne, qui s'intéressait surtout aux techniques et aux formes d'élevage spécialisées et intensives. Vers les années 1970, en pleine vague productiviste, des chercheurs commencent à observer des éleveurs dans des situations contraignantes et constatent « qu'ils avaient de bonnes raisons de faire ce qu'ils faisaient là où ils le faisaient ». Parallèlement à la mise en place des services pastoraux en France⁵, on voit la réalisation des premiers travaux. Dès lors, les agronomes orientent leurs recherches vers l'étude des pratiques d'élevage (reproduction, allotement, traite, abattage, alimentation) et leurs effets sur les performances animales ou zootechniques. La démarche pastoraliste classique repose quant à elle sur l'inventaire et l'évaluation de la ressource végétale. Les disciplines qui étudient le pastoralisme sont donc multiples et l'abordent toutes sous un angle différent. Il en résulte des échelles d'analyses spatio-temporelles également différentes.

Le comportement des animaux dans l'espace et l'organisation de l'espace pastoral ont aussi été abordés. Parmi les premières recherches en matière de comportement animal, et

⁵ Le paysage des services pastoraux en France est d'ailleurs assez flou, avec une organisation disparate. Voir tableau récapitulatif en annexe.

vraisemblablement inspiré par des travaux anglo-saxons, Y. Favre⁶ étudie la circulation et le déploiement de troupeaux, gardés ou non, sur le terrain (FAVRE 1979). Plus récemment, une démarche centrée sur la gestion du territoire d'un alpage gardé par un berger du nom d'A. Leroy, a fait l'objet de nombreuses publications (LANDAIS, DEFFONTAINES 1988 ; LANDAIS, DEFFONTAINES 1990 ; LANDAIS 1991 ; LANDAIS, DEFFONTAINES 1993 ; LECRIVAIN *et al.* 1993 ; SAVINI *et al.* 1993 ; LANDAIS, DEFFONTAINES 1994) et de tentatives de modélisation sous SIG (CHEYLAN *et al.* 1990 ; MENDE 1998). Cette recherche a mené à l'élaboration de règles qui président à la construction des circuits de pâturage, qui permettraient sans doute de simuler a priori la gestion d'un alpage. Si l'on peut envisager de construire un modèle sur ces bases, ces règles restent contingentes d'un milieu spécifique (une montagne sèche très compartimentée), d'une espèce (le mouton), d'un type de production (la viande) et d'un mode de conduite (le gardiennage permanent) (SAVINI *et al.* 1993 : 159). Il semble alors intéressant de rechercher d'autres types de parcours, afin de les décliner et d'en explorer la complexité. Une autre approche peut aussi être évoquée ; elle vise au diagnostic d'une pratique de gardiennage de troupeaux de chèvres en milieu boisé, en Ardèche, dans le but de mieux « piloter l'ingestion au pâturage » (MAÎTRE 1991 ; MEURET 1993a ; MEURET *et al.* 1992). Elle a également occasionné la spatialisation et la modélisation des déplacements (MEURET, THINON 1993 ; MIELLET, MEURET 1993). Un parallèle entre les deux études a été tenté par M. Meuret, qui a réuni les deux bergers concernés pour discuter des règles de gardiennage au pâturage (MEURET 1993b). Cependant, elle paraît plus éloignée de notre objet de recherche, car elle se trouve en plaine.

Enfin, la bibliographie régionale, notamment des monographies géographiques qui s'égrènent de la fin du XIXe s. à la seconde moitié du XXe s., peut également fournir des informations quant à l'utilisation du territoire pastoral, les modes de vie et les systèmes pastoraux (BUTEL 1894 ; CAVAILLÈS 1931 ; LEFEBVRE 1933 ; CHEVALIER 1956 ; HOURCADE 1970).

2.2.3 Présentation des données pastorales du Parc National des Pyrénées

Outre ces travaux de recherche, des suivis et relevés de parcours ont aussi été réalisés à l'initiative d'organismes tels que les services pastoraux, dans une perspective d'aménagement, de gestion ou de valorisation des zones pastorales. En raison de leur nature même, ces travaux n'ont pas, ou peu fait l'objet de publication (pour exemple, voir TOURÉ, ICKOWICZ *et al.*). Le SIG Pyrénées, développé par l'APEM (Assemblée Pyrénéenne d'Économie Montagnarde) propose

⁶ CTGREF, aujourd'hui devenu CEMAGREF.

cependant de visualiser en ligne⁷ certaines données pastorales sur les estives du massif entier. Celles-ci sont collectées et validées par les services pastoraux de chaque département (*Une cartographie...* 1999).

Un suivi plus précis des parcours a aussi été réalisé par le Parc National des Pyrénées (PNP), en collaboration avec les Directions Départementales de l'Agriculture (DDA) des Hautes-Pyrénées, des Pyrénées-Atlantiques et la participation de lycées agricoles. Il s'agit d'une cartographie de l'emprise territoriale des troupeaux sur plusieurs estives. Le PNP se situe à l'ouest de la chaîne, à cheval sur les départements des Pyrénées-Atlantiques et des Hautes-Pyrénées (Fig.4). Or, le PNP s'est engagé dans la réalisation d'un inventaire du patrimoine archéologique pastoral en vue de sa protection et de sa valorisation, dans le cadre d'un programme d'aménagement. Une première phase d'étude documentaire et une prospection sur une zone test ont débouché en 2004 sur la définition d'un programme plus large, dont le volet archéologique est placé sous la direction de C. Rendu (CALASTRENC 2005 : 4-5). Dans ce cadre, et après la participation à un mois de prospection de structures pastorales⁸ (dont un aperçu des résultats peut être consulté en annexe), il m'a été accordé une convention pour bénéficier de ces relevés de territoires de dépaissance.

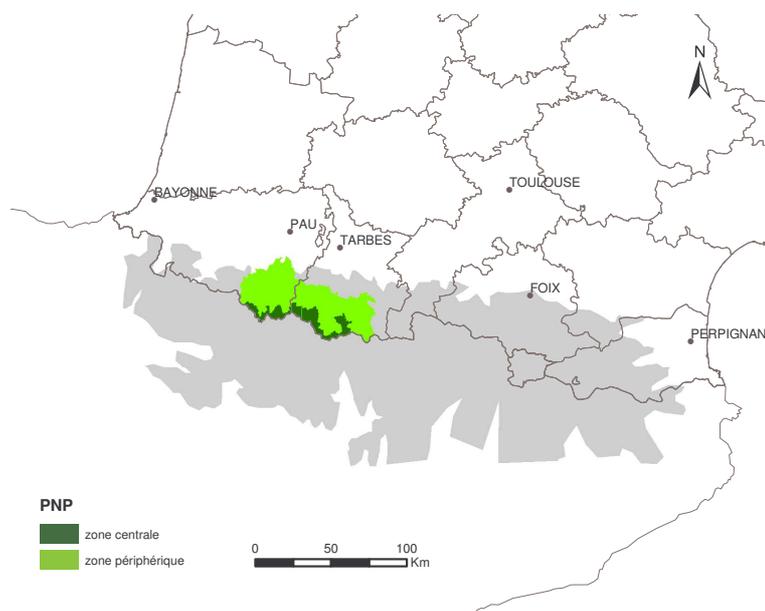


Figure 4. Le Parc National des Pyrénées au sein de la chaîne.

L'intérêt de cette cartographie des territoires de dépaissance est sa petite échelle ; elle documente différentes zones, six vallées au total (Fig.5). Certaines zones sont connues pour leur utilisation intensive de l'espace, avec une forte pression pastorale et beaucoup de troupeaux tandis que d'autres sont plus lâches avec moins de pression. Ainsi, en Béarn (partie occidentale), la

⁷ <http://www.sig-pyrenees.net>

⁸ octobre 2004, sous la direction de C. Calastrenc.

pression pastorale entraîne la surveillance des animaux et le respect des quartiers, tandis qu'en Bigorre, le relâchement de la pression induit des parcours non gardés⁹. Reste à savoir si ces situations contrastées sont perceptibles à cette échelle. De plus, cette convention a permis de bénéficier de nombreuses autres données, telles que la carte de végétation, le modèle numérique de terrain et les photographies aériennes, le tout sous forme numérique.

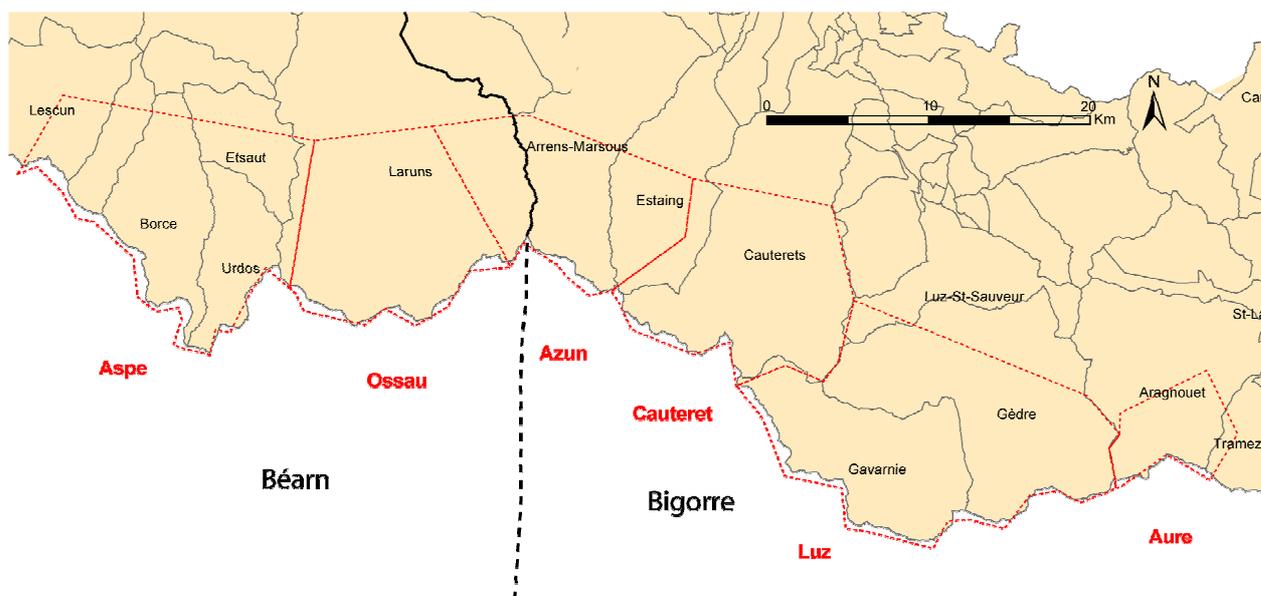


Figure 5. Vallées dans le Parc National des Pyrénées.

2.2.4 Limites et questions d'échelle

Bien sûr, cette carte n'est pas la panacée et comporte certaines limites. Sa résolution spatio-temporelle est assez floue : ainsi, elle documente l'emprise territoriale des troupeaux sur plusieurs jours et non les parcours *stricto sensu* (hebdomadaires voire journaliers). Ensuite, ce sont des parcours actuels, qui peuvent être influencés par des changements récents des pratiques (introduction du chien de berger, cf. DE PLANHOL 1969, fluctuation des effectifs du cheptel, clôtures, etc.). Néanmoins, elle a l'intérêt de restituer plusieurs parcours pastoraux et leurs relations, ce qui est rarement le cas dans la bibliographie : soit l'on se contente de données très générales et de cartographie approximative, à petite échelle – la majorité des références ethnographiques et historiques consultées – soit de parcours très détaillés mais isolés, vraisemblablement en raison de l'investissement que demande leur cartographie. En effet, une étude pastorale systémique suppose un travail lourd, impossible à réaliser sur un assez grand nombre de sites pour que l'ensemble constitue un échantillon. Il paraît alors plus judicieux de choisir deux ou trois sites remarquables pour leurs situations contrastées (ALBALADEJO, ELLSASSER 1988).

⁹ Communication orale de C. Cagnet, responsable du service pastoral au PNP.

Ces niveaux d'observation très différents sont mis en évidence dans le tableau suivant (Fig.6) et constituent l'une des principales difficultés de cette étude. Aujourd'hui, il n'est plus à démontrer que l'analyse d'un phénomène est directement liée à l'échelon d'observation (MATHIAN, PIRON 2001 : 61 ; REVEL 1996 : 19). Aussi bien spatiales que temporelles, les échelles sont cruciales dans l'étude. Elles sont non homogènes, avec des ordres de grandeur chronologiques et géographiques variables. Ainsi, les écologues travaillent en général à l'échelle locale, sur des itinéraires journaliers, tandis que les ethnologues s'intéressent aux territoires de dépaissance sur une ou plusieurs saisons. La cartographie du PNP, qui documente les aires des parcours sur un été, peut constituer une articulation entre ces deux points de vue.

Disciplines	Objet d'étude			Phénomènes concernés	Echelle	
	Animal	Végétation	Homme		Espace	Temps
Ethologie, phytosociologie, écologie	Animal	Ensemble d'écotypes et de ressources fourragères (ration)	Berger	comportement des animaux et effets sur le couvert	Espace de liberté des animaux	Journée
Agronomie lato sensu, ethnologie agraire	Troupeaux	parcelles organisées en régimes agraires et pratiques d'utilisation	Éleveur ou groupe d'éleveur	modalités d'utilisation des ressources fourragères et de l'exploitation au cours du cycle cultural	Exploitation-terroir	Année-cycle cultural
Economie, géographie, sociologie	Population	espaces de production soumis à des aménagements collectifs	Société agraire	échanges d'animaux ou de ressources	Espaces d'échanges: micro régions et au-delà	Décennies
Géographie, écologie, sociologie	Population en évolution	milieux en évolution sous contraintes naturelles et anthropiques	Société agraire (peuplement, transformation)	évolution (au-delà d'un cycle agraire) du couvert végétal, des populations animales et des constituants du sol	Combinaison d'écosystèmes anthropisés	Plusieurs décennies
Ethnologie, archéologie, histoire, paléoenvironnement	Modèles sociaux	milieux en évolution sous contraintes naturelles et anthropiques	Société	connaissance techniques et modes de vie en liaison avec les formes de production	Espace culturel	Siècle

Figure 6. Disciplines, objets d'étude et échelles de l'élevage (d'après HUBERT, GIRAULT 1988 : 333).

2.2 Traitement des données

2.2.1 Structuration

2.2.1.1 Formalisation des données

L'essentiel des données manipulées cette année a été fourni par le PNP dans le cadre d'une convention. Elles ont été mises en oeuvre dans un Système d'Information Géographique¹⁰ (SIG). La figure suivante, établie selon le formalisme d'un cours de l'ENSG (SILLARD 2004), regroupe les différentes classes d'entités rassemblées au cours de l'étude (Fig.7), séparant les données en mode raster* de celles en mode vecteur*. Les premières regroupent principalement les bases de données cartographiques. Ainsi, la base de données relative à la végétation et sa valeur pastorale (carte phytosociologique des végétations) a été réalisée, pour le Parc national, par le CEMAGREF (Centre national du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts) par télédétection satellitale. Très détaillée, elle comporte 22 classes que l'on peut consulter en annexe. Dans la perspective de traitements statistiques, ces classes ont été réduites à cinq catégories simples dans un second temps. Les autres bases de données cartographiques utilisées sont la BD-Carto* (limites des communes actuelles et réseau hydrographique) la BD-Ortho* (photographies aériennes numériques orthorectifiées) et la BD-Alti* produites par l'IGN.

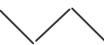
Le SIG comporte par ailleurs quatre classes d'objets spatiaux en mode vecteur. Les deux premières, parc national et « vallées » ont été redessinées afin de situer et délimiter l'aire d'étude. Les « vallées » résultent d'un découpage entre les limites administratives, le relief et les limites du PNP. Il s'agissait dans un premier temps de se repérer sans les limites communales actuelles, reçues assez tard ; dans un second temps, ces lignes assez floues pourraient permettre d'éviter une localisation précise des données, qui sont soumises à une clause de confidentialité. C'est pourquoi l'identifiant de chacune ne sera précisé lors de l'exposé des résultats, ni dans les annexes. Les autres catégories d'objets concernent plus particulièrement les données pastorales. D'abord, la couche des cabanes pastorales actuelles a été numérisée d'après le Scan25* par P. Lapenu¹¹. Un champ booléen renseignant leur état, en ruines ou non, lui a été ajouté. Ces informations sont par ailleurs actualisées et précisées par les services pastoraux départementaux¹² ; l'état et le taux de fréquentation de chaque cabane sont vérifiés sur le terrain. Ces précisions n'ont pas été obtenues cette année par manque de temps. Enfin, la dernière classe concerne les parcours de troupeaux actuels ou plus exactement les territoires de dépaissance sur un été.

¹⁰ Le logiciel utilisé est ArcGis 8.3, ESRI®.

¹¹ Chargé de mission SIG au PNP.

¹² Comm. pers. M. Roucolle, animatrice du volet pastoral du SIG Pyrénées.

Données vecteur

Classe	Type de géométrie	Attributs	Type d'attribut	Valeurs possibles
Unité Troupeaux		cf table détaillée		
Cabanes		ID	Entier	Valeur unique
		Nom	Texte	Pas de valeurs prédéfinies
		Zone	Texte	zp zc
		INSEE	Entier	Pas de valeurs prédéfinies
		Ruines	Booléen	extrait du nom
Lim_Com		ID	Entier	Valeur unique
		INSEE	Entier	Pas de valeurs prédéfinies
		Nom	Texte	Pas de valeurs prédéfinies
		N_Canton	Texte	Accous
				Argeles
				Arreau
				Arudy
				Aucun
				Bagneres
				Campan
Laruns				
Luz				
Vielle				
Parc_natio		ID	Entier	Valeur unique
Hydro		ID	Entier	Valeur unique
		Longueur	Réel double	Valeurs calculées
Vallees		ID	Entier	Valeur unique
		Nom	Texte	Aspe
				Aure
				Azun
				Cauteret
				Ossau
Luz				

Données raster

BD Alti (MNT)

BD Ortho

Scan 25

Végétation

Figure 7. Base de Donnée géographique.

La cartographie de l'emprise territoriale des troupeaux, en cours de constitution, est établie par le Parc National des Pyrénées en collaboration avec la Direction départementale de l'Agriculture et l'aide de lycées agricoles. Depuis 2002, elle est élaborée à partir d'enquêtes auprès des bergers et des éleveurs, soit par des stagiaires, soit par les gardes du parc qui sont sur le terrain. La maille de cette cartographie est une « unité troupeau », c'est-à-dire des animaux qui pâturent ensemble, pendant une même période sur un même territoire, et qui n'ont pas forcément le même propriétaire. Chaque unité est représentée par un polygone, auquel est rattaché un identifiant. La table géographique initiale renseigne simplement l'identifiant et le type, soit l'espèce (bovins, ovins, caprins, etc.). D'autre part, deux tableaux Excel qui documentent chaque troupeau m'ont été fournis. A chaque « unité troupeau » peut en effet correspondre plusieurs troupeaux (de 1 à 24). Le premier tableau renseigne le type d'espèce, la race, les effectifs, la durée de pâturage et le pourcentage de jeunes, tandis que le second documente les dates de pâturages, le type de gardien, de gardiennage et la production, c'est à dire si le troupeau est l'objet d'une traite ou non.

Afin de pouvoir les manipuler, les informations relatives aux « unités troupeaux » leurs ont été rapportées ; elles sont alors associées à trois classes d'attributs (Fig.8). La première est thématique et comporte les onze modalités qui figuraient dans les tableaux Excel. La deuxième est topologique et comprend des indications rapportées aux unités troupeaux en tant qu'objets spatiaux, telles que leur superficie, périmètre et un indice de forme. Enfin, la troisième classe comprend des données rapportées des bases de données cartographiques, telles que la superficie des différentes classes de végétation présentes à l'intérieur du polygone, ainsi que des données topographiques extraites du MNT (pourcentage des différentes classes d'altitude, pentes, exposition) (un détail de cette base de données est visible en annexe).

Attributs		Type d'attribut	Valeurs possibles	
Attributs thématiques	ID		<i>Valeur unique</i>	
	LIEU	Texte	Aspe Aure Azun Cauteret Ossau Luz	
	TYPE betes	Texte	Bovin Caprin Equin Equin-Bovin Equin-Bovin-Ovin Ovin Ovin-Caprin Porcin	
	NBE betes	Entier	de 1 à 1500	
	NB TROUP	Entier	de 1 à 24	
	DUREE	Entier	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>	
	DATE DEB	Date	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>	
	DATE FIN	Date	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>	
	TYPE_Gardien nage	Texte	Aucun Permanent_conduite accompagnée Permanent_conduite libre Visite bi hebdomadaire Visite bi mensuelle Visite hebdomadaire Visite quotidienne	
	Type_gardien	Texte	berger éleveur éleveur gardien	
	TRAITE	Booléen	oui /non	
	Attributs topologiques	perimetre	réel double	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>
		Superficie	réel double	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>
Rapport_disque		réel double	de 0 à 1	
Attributs environnementaux (superficies)	Types de végétation	bois	réel double	<i>Pas de valeur prédéfinies</i>
		element geomorpho	" "	" " "
		landes fermees	" "	" " "
		landes ouvertes	" "	" " "
		NR	" "	" " "
		pelouses	" "	" " "
	Altitude	718 - 1236 m	" "	" " "
		1236 - 1754 m	" "	" " "
		1754-2236 m	" "	" " "
		2236 - 3283 m	" "	" " "
	Exposition	Nord	" "	" " "
		Sud	" "	" " "
		Est	" "	" " "
		Ouest	" "	" " "
Pentes	A définir			

Figure 8. Base de Donnée géographique des unités troupeaux.

La construction d'un seul tableau de ce type pose cependant problème ; des données propres au troupeau sont laissées pour compte, telles que la race des animaux ou encore le pourcentage de jeunes. Si ces données ne sont pas ici d'une importance primordiale pour l'analyse, il serait toutefois préférable que le type de bêtes ou encore leur nombre restent attachés au troupeau et non agrégés. Enfin, tout simplement, il serait plus pratique de visualiser l'information « troupeau » qui se rapporte à chaque « unité » directement depuis le SIG. Inversement, à chaque troupeau peut correspondre plusieurs unités ; c'est le cas lorsque les troupeaux se déplacent au cours de l'estivage, de manière discontinue. Cette particularité et les conséquences qui en découlent seront étudiées plus en détail par la suite. Ces constatations ont amené à la construction d'une base de données relationnelle¹³ (voir structure en annexe) puisqu'à une unité se rapportent plusieurs troupeaux, et vice-versa. Élaborée dans une perspective de gestion, cette base de données a également permis de vérifier l'intégrité des données : ainsi, à certaines unités ne correspondait aucun troupeau et inversement, à certains troupeaux n'était rattachée aucune unité.

2.2.2.2 Modélisation et perspectives

En cours d'étude et à l'usage, cette formalisation des données s'est avérée pratique pour la gestion des données sémantiques sous SGBD* mais moins pour leur manipulation spatiale : elle laisse en suspens la question de la modélisation spatiale des entités. Consacrée et élaborée à partir de la sémantique des entités, elle ne prend que peu en compte leur dimension spatiale. Un certain nombre de problèmes relatifs à la représentation et au traitement de ces données dans leur composante spatiale ont été identifiés. Ces « unités », représentées sous forme de polygones, se croisent, se recouvrent, se superposent, parfaitement ou non. Si cette particularité est très intéressante pour réfléchir à des modèles alternatifs de territoires, non exclusifs, ce fut l'une des principales difficultés de manipulation des données sous SIG.

Comment distinguer, lors de la manipulation des données ou de leur représentation, deux et jusqu'à neuf polygones sur la même couche qui se superposent parfaitement ou qui se croisent ? Le même problème a été rencontré par le groupe *Cassini*¹⁴ sur des données pastorales, à une autre échelle : le déplacement d'un troupeau d'ovins relevé sur une journée (CHEYLAN, DE CAMBRAY 1995). Les auteurs notent que « L'observation du déplacement d'un objet déformable (le déplacement d'un troupeau d'ovins) génère une information géographique d'un type particulier. ». Pour chaque date (relevés instantanés) ou pour chaque intervalle de temps (relevé entre deux dates), ils identifient la portion d'espace occupé par le mobile sous la forme d'un ou de

¹³ Réalisée avec le logiciel de Base de Données 4^e Dimension.

¹⁴ Groupe de recherche CNRS devenu « SIGMA » (Systèmes d'Information Géographique - Méthodologie et Applications).

plusieurs polygones. On est alors confronté au même problème puisque « L'union de l'ensemble des polygones relatifs à une période donnée ne constitue pas une partition de l'espace (division d'un espace en un ensemble de polygones disjoints deux à deux et dont l'union couvre l'ensemble de la surface). Dès lors, l'ensemble des données ne peut plus être représentée directement selon un modèle topologique* de surface. » (*ibid.*). Entre le modèle spaghetti* et le modèle topologique, on reste donc dans un modèle géométrique*, où les objets et les éléments sont indépendants les uns des autres (*cf.* Glossaire). On touche là à un point sensible de la définition même des SIG. Tout le monde s'accorde plus ou moins sur le fait que c'est un système informatique, qui, à partir de cartes de référence et de données attributaires, permet de représenter, d'étudier et de gérer l'espace géographique à différentes échelles et selon différentes couches thématiques (DENÈGRE, SALGÉ 1996 : 7 ; WHEATLEY, GILLINGS 2002 : 9-10 ; LÉVY, LUSSAULT 2003 : 886 ; MINVIELLE, SOUIAH 2003 : 190). Cependant certains soulignent qu'« un SIG véritable doit pouvoir gérer la topologie qui permet de représenter les positions relatives des objets entre eux et d'exprimer les relations spatiales. Cette topologie* s'appuie sur la théorie des graphes (LAURINI, MILLET-RAFFORT 1993). Alors, les logiciels ne disposant pas de cette fonction essentielle ne peuvent pas être considérés comme de véritables SIG. » (LÉVY, LUSSAULT 2003 : 886).

Sans rentrer dans le débat, disons qu'il est difficile sans partition de l'espace, donc sans modèle topologique, de gérer cette information spatiale redondante. Deux pistes ont été explorées grâce à l'aide de X. Rodier ; la première a consisté à réunir deux fois la couche des « unités troupeaux » et à leur appliquer un opérateur spatial topologique* appelé « union ». Les unités spatiales étant dupliquées, des requêtes successives ont permis d'éliminer les doublons. De cette manière, on obtient comme résultat en sortie une couche où les polygones ne se croisent plus... mais se superposent toujours, exactement. L'intérêt est d'avoir des entités qui renseignent les espèces animales en présence, mais les entités restent très difficiles à manipuler. La seconde piste consiste à exporter le fichier de forme (*shapefile*) polygonal d'Arc Gis vers le logiciel Arc Info pour le transformer en couverture* topologique polygonale. De cette manière on obtient une couche sans superposition ni croisement, donc « propre » au sens topologique, mais... vide d'information : les polygones ne sont plus renseignés, les données attributaires ont disparu. Cette solution qui consiste à construire l'intersection généralisée de l'ensemble des portions d'espace et à créer la table de composition correspondante a été explorée par le groupe *Cassini* (CHEYLAN, DE CAMBRAY 1995). Les auteurs notent que « Cela entraîne une distorsion importante entre le modèle conceptuel et le modèle logique des données mais constitue une pré jointure intéressante pour les traitements temps-espace (historique des passages du mobile en un lieu donné par exemple) ». Cependant, ils constatent que « selon un modèle de couches topologiques planaires, l'intersection généralisée ne constitue une solution que si les couches sont peu nombreuses ».

Avant de poursuivre cette piste plus loin et de créer la table de composition correspondante, c'est-à-dire de renseigner chaque objet spatial ainsi créé par ses attributs, j'ai tenté de mieux comprendre et expliciter le problème. A cette fin, j'ai tenté de reprendre la base de données déjà existante, de construire par rétro-conception un Modèle Conceptuel de Données (MCD) puis un Modèle physique de Données¹⁵ (MPD) d'après le formalisme MERISE (GRUAU 2003 ; GÉRARD 2004 ; *Petit guide...* 2005), ceci avec l'aide de Manuel Rasse. Il s'agissait de décomposer l'information en classe d'entités sémantiques d'une part (troupeaux, unités) et géographiques de l'autre. Consacrée aux SGBD, il est cependant peu probable que cette méthode soit applicable aux objets géographiques, ou plutôt elle ne semble pas la meilleure. On peut alors se tourner vers la modélisation HBDS (*Hypergraph Based Data Structure*). Cette méthode est développée par F. Bouillé en 1977 et présentée par F. Pirot et T. Saint-Gérard (PIROT, SAINT-GÉRARD 2004 ; pour exemple, voir : PIROT, ERNOULT, FOURNET 2002 ; PIROT, THULIE 2004). H. Galinié, X. Rodier et L. Saligny, qui ont rencontré *mutatis mutandis* le même problème de redondance de l'information spatiale en décomposant les données en « entités fonctionnelles », font appel à ce procédé : « Pour réaliser cette modélisation, on se base sur les deux notions d'objets simples et d'objets complexes. Ces deux notions se réfèrent à la modélisation HBDS (*Hypergraph Based Data Structure*) (PELLE 2001, BOUILLÉ 1977). La modélisation HBDS repose à la fois sur la théorie des graphes et des hypergraphes ainsi que sur celle des ensembles. » (GALINIÉ, RODIER, SALIGNY 2004 : 238).

Pour le moment, le temps a manqué pour aller jusqu'au bout de ces propositions, notamment réaliser un modèle de données selon la méthode HBDS. Il paraissait préférable d'affiner le contexte et les objectifs du sujet, la formalisation et les problématiques affinées et se contenter des traitements possibles en l'état. De plus, le seul énoncé de cette procédure attire l'attention sur le danger de se perdre dans son développement et de perdre de vue l'objectif initial. Certes, elle faciliterait sans doute nombre de traitements spatiaux. Mais par exemple, pour l'exploration des formes des parcours, elle serait inutile, puisque l'on perd par cette intersection la forme intrinsèque des unités, qui sont alors décomposées. Ce problème se pose notamment pour calculer la longueur du plus grand côté des polygones, paramètre utile pour calculer nombre d'indices de formes (CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004a ; CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b ; CAUVIN, RIMBERT 1976). Ce calcul nécessite déjà une procédure complexe¹⁶, il est en l'état actuel des choses quasiment impossible. Une solution serait de décomposer auparavant ce fichier de formes en le moins possible de couches sans superpositions (pour l'instant, aucun critère n'a été trouvé pour opérer cette décomposition de manière

¹⁵ Ces modèles constituent différentes étapes de la modélisation résumées dans un schéma en annexe.

¹⁶ Mais reproductible. Elle a été développée *ad hoc* par X. Rodier. Cf. chap. 2.2.2.2.

systématique ; elle reste souhaitable, même de manière empirique, pour la poursuite de l'exploration de ces données). En tout état de cause, ce type d'information spatio-temporelle (déplacement et déformation d'unités géographiques permanentes) et son exploitation, soulève les difficultés les plus complexes. On comprend alors pleinement pourquoi le groupe *Cassini* affirme qu'en ce sens, il borne actuellement le champ des complexités dont ils se fixent la représentation comme objectif. (CHEYLAN, DE CAMBRAY 1995).

2.2.2.3 La dynamique spatio-temporelle des unités

Comme il a été évoqué précédemment, à chaque troupeau peut correspondre plusieurs unités ; c'est le cas lorsque les troupeaux se déplacent au cours de l'estivage, de manière discontinue dans l'espace. Ceci soulève la question de la dynamique des entités spatio-temporelles, étudiée par S. Lardon, T. Libourel et J.-P. Cheylan (LARDON, LIBOUREL, CHEYLAN 1999). Selon ces auteurs, « le temps induit trois types de changement sur les composantes d'une entité spatio-temporelle », sur ses caractéristiques thématiques ou la « vie », sur l'extension spatiale (changements de forme et déplacements) et sur l'identification ou la « généalogie ». Cette question a été traitée pour une problématique archéologique, en milieu urbain (GALINIÉ, RODIER, SALIGNY 2004 : 236-237). D'un point de vue pastoral, lors de l'établissement d'une typologie des entités spatiales dynamiques, il est établi que la projection dans l'espace du déplacement du troupeau est l'archétype d' « entités transformables qui changent de forme et de nature et qui peuvent se dédoubler puis éventuellement se reconstituer au cours du temps », et que « cette situation complexe n'est pas directement modélisable dans les outils existants et il faut décomposer le problème » (CHEYLAN, DE CAMBRAY 1995). Le problème est ici celui de la représentation de l'évolution de la géométrie. Les mêmes auteurs notent alors que « Les différents états d'une entité spatiale dynamique peuvent être représentés soit par des versions successives (versionnement), soit par un état initial auquel on associe une série de mutations, décrites à l'aide d'un journal de transactions (*ibid.*) ». Ici, il s'agit de l'approche la plus répandue, par version.

Les changements concernent ici l'extension spatiale des entités, avec des modifications spatiales :

- déplacement : une « unité » constituée d'un ou de plusieurs troupeaux change de lieu.
- fission : une unité se scinde en plusieurs unités.
- fusion : plusieurs unités se regroupent en une seule.

Il s'ensuit des modifications concernant la « généalogie » des entités et, dans les deux derniers cas, leur « vie », puisque les troupeaux qui leur sont rattachés changent. Enfin, notons que la représentation cartographique de ces changements n'est pas évidente. Un réel problème de symbolisation se pose afin de restituer la perception des dynamiques.

2.2.2 Méthodes de traitement des données

Il ne s'agit pas, ici, de présenter l'ensemble des méthodes possibles et envisagées pour traiter l'ensemble des données pastorales du Parc National des Pyrénées, encore moins l'ensemble des données mobilisables pour répondre à l'objectif général. Il s'agit simplement des méthodes qu'il a été possible de mettre en œuvre dans le temps imparti, celles qui ont permis les premiers résultats exposés chap. 3 et qui sont expliquées pour la compréhension du lecteur d'abord. Seront présentés d'abord des outils classiquement utilisés par les géographes, couramment par les archéologues, les traitements statistiques. Ensuite, des méthodes un peu moins communes seront envisagées : des techniques d'analyse morphologique. Il s'agit dans les deux cas de chercher à confirmer des impressions, des hypothèses par des moyens systématiques et « objectifs ».

2.2.2.1 Statistiques

L'utilisation des statistiques descriptives et des tests statistiques permet de mesurer de façon mathématique la réalité et l'intensité des liaisons existant entre des variables. Il s'agit de tester de manière numérique la réalité d'une observation empirique. Les tests statistiques permettent également de mesurer l'intensité de cette liaison, d'évaluer si une liaison statistique existe, si elle est faible ou forte. Une telle étude est toujours basée sur une confrontation entre une situation observée et une situation théorique (mathématique) de liaison ou d'indépendance, que l'on doit calculer et qui sert de référence.

D'un point de vue géographique, l'étude d'une relation statistique entre caractères suppose le choix d'une hypothèse de travail qu'on cherche alors à valider ; la qualité des résultats repose sur cette hypothèse, comme elle dépend de la pertinence des variables sélectionnées. Ainsi, « tester statistiquement, c'est associer une probabilité à chacun des termes d'un choix exprimé comme une alternative. Dans toute entreprise de cette sorte, l'essentiel est donc la question posée, puis le choix final de la conclusion. Le test n'est qu'un outil [...] Le test exprime une probabilité, celle de se tromper en faisant le choix entre les deux termes de cette alternative. » (CHÉNORKIAN 1996 : 12-14). Il faut aussi prendre garde qu'une relation statistique entre deux caractères, même prouvée, n'exprime que la variation simultanée de ces derniers. Cela n'implique pas que l'un soit cause de l'autre ; ainsi, quand on dit en statistique que X « explique » Y, cela désigne simplement cette variation simultanée qui reste à expliquer (*Initiation...* 1997 : 80).

Nous présenterons ici des méthodes d'analyse statistiques à deux variables utilisées pour traiter les données. Trois cas sont possibles en fonction du type des variables. Dans le premier cas, les deux variables sont nominales. Si le tableau d'information croise les modalités des deux

caractères (tableau de contingence), on cherchera à établir la dépendance ou l'indépendance statistique entre ces deux variables. Dans le second cas, les deux variables sont continues. Si le rapprochement des deux variables a un sens, c'est-à-dire qu'on suspecte un lien entre elles, on cherchera le modèle mathématique qui ajuste au mieux ce lien et on déterminera son intensité par le calcul du coefficient de corrélation. Dans le troisième cas, une variable est continue, l'autre est nominale. On cherchera à déterminer la variance* de la variable quantitative au sein des classes de la variable nominale (variance intra-classe) et la variance entre les différentes classes nominales (variance inter-classe). C'est le principe de l'analyse de la variance. (MINVIELLE, SOUIAH 2003 : 33) (BOUROCHE, SAPORTA 2002 : 12-16).

- Liaison entre deux variables qualitatives

Pour mesurer la dépendance entre deux caractères qualitatifs, la statistique classique nous propose de calculer le khi-deux (χ^2) d'écart à l'indépendance. Ce calcul se fait à partir d'un tableau de contingence, qui dénombre les effectifs correspondant au croisement d'informations qualitatives ou quantitatives découpées en classes. Chaque case du tableau indique l'effectif concerné par les deux modalités des deux variables et les totaux des lignes ou des colonnes décrivent les séries marginales de chacune des variables. L'effectif total (n) observé apparaît dans la dernière case du tableau.

Supposons que les deux caractères observés soient indépendants, c'est-à-dire que la connaissance de l'un d'entre eux n'apporte rien à la connaissance de l'autre. Dans ce cas d'indépendance théorique, les effectifs seront égaux au total des lignes multiplié par le total des colonnes, le tout divisé par le total général (n). La statistique du khi-deux compare alors les effectifs observés (nk) et les effectifs théoriques (nt). Si la distribution observée est normale, il ne doit pas y avoir d'écart entre les deux. Comme cette condition est rarement remplie, nous étudions alors la variable constituée par ces écarts :

$$\chi^2 = \sum \frac{(nk-nt)^2}{nt}$$

Le résultat est comparé à une valeur critique fournie par les tables de lois du khi-deux. Celles-ci diffèrent en fonction du nombre de classes ou plus exactement de degrés de liberté et du seuil retenu. La notion de seuil souligne le fait qu'un test statistique n'est jamais une certitude mais un choix. En effet, choisir un seuil de 1% implique que nous avons tout de même 1 chance sur 100 pour qu'un tel résultat soit dû uniquement aux aléas de l'échantillonnage. Si le khi-deux calculé est supérieur à cette valeur, on considère que la liaison entre les variables est statistiquement significative. Le calcul de la contribution au khi-deux de chaque case permet ensuite de mettre en

évidence les associations significatives entre les modalités des deux variables. En outre, le signe de la différence (n-t) indique alors s'il y a une association positive ou négative entre les modalités. Ensuite, on peut analyser pour chaque case du tableau et pour chaque modalité d'une variable, sa contribution relative au khi-deux. Ce calcul permet de mettre en évidence les associations significatives entre les modalités des deux variables. En outre, le signe de la différence entre effectifs observés et effectifs théoriques indique s'il y a une association positive ou négative entre les modalités. L'utilisation du test de khi-deux présente des limites d'applicabilité. Deux conditions sont nécessaires : le nombre total de sites doit être supérieur ou égal à 40 et aucune valeur ne doit être inférieure à cinq. Le khi-deux peut s'appliquer dans beaucoup de situations. Cependant lorsque l'une des variables est quantitative, de l'information est perdue. On peut alors procéder à une analyse de la variance qui prend en compte toutes les valeurs, contrairement au test précédent où les seuils sont déterminants.

- Liaison entre une variable qualitative et une variable quantitative

Pour mesurer la liaison entre une variable qualitative et une variable quantitative, on peut utiliser le rapport de détermination (η^2), basé sur l'analyse de la variance. Celle-ci exprime la dispersion d'une population. Afin de déterminer si une variable a un pouvoir explicatif fort dans la distribution d'une population, on calcule les moyennes conditionnelles (pour chaque modalité de la variable étudiée). Par exemple, on calcule la superficie (variable quantitative) pour chaque catégorie d'unité pastorale par type d'animaux (variable qualitative) ; à chacune de ces moyennes conditionnelles correspond une variance. Plus la variance de ces moyennes conditionnelles est forte, plus elle permet d'expliquer la variance totale de la population ; la variable qualitative a donc un pouvoir explicatif important dans la distribution de la population. Le rapport de détermination η^2 est obtenu par le quotient de la variance des moyennes conditionnelles (variance inter-groupes) sur la variance totale de la population. Il exprime la proportion de la variance expliquée par la variable qualitative dans la variance totale. Ce chiffre est compris entre 0 et 1 ; plus il est près de 1, plus la variable qualitative a de pouvoir explicatif dans la variabilité de la variable quantitative (MINVIELLE, SOUIAH 2003 : 57-60).

- Liaison entre deux caractères quantitatifs

Lorsque deux variables continues sont observées en même temps, on cherchera à savoir si elles présentent une relation linéaire, autrement dit si l'une d'elles est approximativement fonction de l'autre. La mise en évidence graphique d'une liaison entre deux variables continues est possible en représentant dans un repère cartésien les valeurs des variables observées. Si le nuage de point laisse supposer une relation statistique entre les deux variables, on déterminera la fonction mathématique qui ajuste au mieux cette liaison ($y=f(x)$). Pour préciser cette notion de dépendance

peut être calculé le coefficient de corrélation linéaire qui mesure le sens et l'intensité de la liaison linéaire ou corrélation entre les deux caractères. Sans détailler les formules permettant de le calculer, disons que ce coefficient de corrélation est indépendant des unités de mesure de x et de y et sa valeur est toujours comprise entre -1 et +1. Le coefficient de corrélation linéaire est d'autant plus grand (en valeur absolue) que la valeur d'un caractère implique celle de l'autre, à condition que ces caractères soient linéaires (MINVIELLE, SOUIAH 2003 : 46-49).

2.2.2.2 Reconnaissances des formes

La question de la forme des unités est sans doute l'une des plus intéressante de cette approche. Elle semble avoir été peu abordée par les pastoralistes de manière systématique, c'est-à-dire au moyen de mesures permettant de valider des observations. Les approches s'avèrent rester qualitatives, comme l'étude du parcours d'un berger, André Leroy et notamment l'article intitulé « les formes du troupeau au pâturage » (LÉCRIVAIN *et al.* 1993). Seule une référence se rapportant à une étude quantitative a été trouvée dans le domaine de la géomatique, pour le même objet à une autre échelle : « Les circuits journaliers dont la séquence des activités peut être vue comme la répétition de formes structurées peuvent être étudiés par les techniques de reconnaissance de forme. » (CHEYLAN, DECAMBRAY 1995). Or, la vue de ces unités pastorales, leurs formes très particulières, irrégulières attirent le regard et paraissent originales par rapport aux territoires que l'œil a l'habitude de voir. Il apparaît alors intéressant de les caractériser, d'étudier cette morphologie étonnante ; d'abord l'explorer, la comprendre avant de construire des modèles... plutôt que de commencer par les modéliser.

Le problème s'est donc posé de savoir comment mesurer ces formes ; la question semble avoir été peu abordée, du moins dans le domaine de l'archéologie. Une approche récente apporte de nombreuses réponses. Il s'agit d'une approche entreprise par le LAT, à Tours, pour l'étude du maillage paroissial (CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004a ; CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b). Les auteurs présentent les indices rassemblés par Colette Cauvin et Sylvie Rimbart, indices « élaborés pour décrire avec précision la forme de ligne fermées » (CAUVIN, RIMBERT 1976). Elles précisaient alors après Peter Hagget et beaucoup d'autres, que « la forme est très difficile à mesurer » (HAGGET 1973 : 53). Les coefficients proposés par les uns et les autres présentent une grande variété, d'où les difficultés de l'entreprise. Les paramètres sont conçus le plus souvent dans la perspective d'une comparaison avec des formes géométriques « classiques » (triangle, carré, rectangle, hexagone, ellipse, etc.). Comme elles le remarquaient, la plupart des coefficients sont susceptibles de fournir une même valeur pour des formes différentes.

Si « les choses n'ont guère évolué du point de vue théorique et les indicateurs conçus il y a parfois plus d'un demi-siècle restent encore aujourd'hui ceux qui sont souvent le plus utilisés pour

envisager une analyse quantifiée des similitudes et différences des formes », pour ce qui est du calcul, complexe, les outils informatiques permettent désormais de le systématiser (CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b : 325). L'aire et le périmètre sont fournis directement par le SIG pour chaque unité. Mais ces deux valeurs de base ne permettent pas de discriminer morphologiquement les différentes entités surfaciques ; il faut disposer d'un certain nombre d'autres mesures pour espérer atteindre cet objectif. Leur obtention n'est pas automatique et suppose le développement de procédures informatiques *ad hoc*. L'une des plus utilisée dans le calcul des indices est la longueur du plus grand axe (*i.e.* distance entre les deux points les plus éloignés d'un polygone). Pour obtenir cette mesure indispensable, une procédure a été mise au point par X. Rodier ; elle débute par la création d'un TIN* (Triangulated Irregular network) à partir des polygones pour en extraire les nœuds (CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b : 326). Par ailleurs assez longue mais reproductible, elle n'est cependant pas applicable ici, car elle nécessite une partition de l'espace, soit des polygones qui ne se superposent pas. En raison du temps imparti, son calcul et celui des indices qui en dérivent ont donc été reportés. Pour l'instant, il a été possible de calculer le rapport au disque¹⁷ r_{disque} c'est-à-dire le rapport entre l'aire réelle d'une unité pastorale et l'aire d'un disque de même périmètre :

$$r_{\text{disque}} = 4\pi \frac{S}{p^2}$$

Ce rapport est compris entre 0 et 1. La valeur 0 correspond au cas théorique où l'entité spatiale est une ligne et la valeur 1 à celui où elle est un disque.

¹⁷ C. Cauvin et S. Rimbart parlent d'un « indice de circularité » p 60 et signalent que cet indice a été conçu par V.C. Miler en 1953.

3. VERS UNE APPROCHE SPATIALE DE LA DÉPAISSANCE

3.1 Tour d'horizon thématique

3.1.1 Animaux, troupeaux et unités

La maille de cette cartographie est une « unité troupeau », c'est-à-dire des animaux qui pâturent ensemble, pendant une même période sur un même territoire, et qui n'ont pas forcément le même propriétaire. À chaque unité troupeau peuvent se rapporter plusieurs troupeaux (de 1 à 24). Chacun d'entre eux correspond à un seul propriétaire. On peut d'abord s'interroger sur le nombre de troupeaux par unité troupeau. La majorité, ou plus exactement les deux tiers des unités (141) sont composés d'un troupeau mais elles peuvent en comporter jusqu'à 24 (Fig.9).

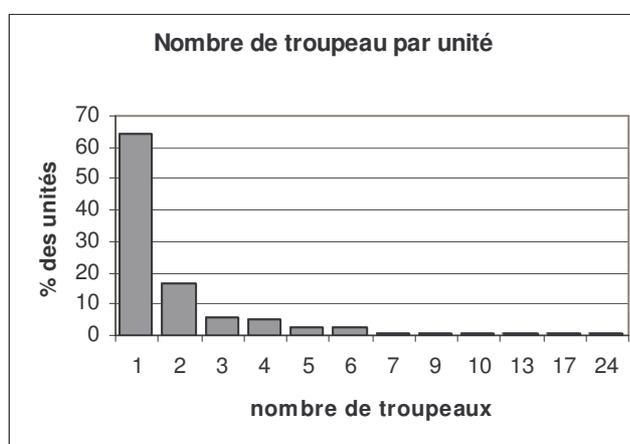


Figure 9. Nombre de troupeaux par unité.

Le rapport unité/troupeau (Fig.10) montre que les vallées de Cauterets et d'Azun ont presque autant d'unités que de troupeaux, tandis que les autres vallées ont un rapport plus bas (entre 0.41 et 0.56). C'est dans la vallée d'Ossau où le nombre d'unités par rapport au nombre de troupeaux est le plus bas : les unités sont constituées de beaucoup de troupeaux.

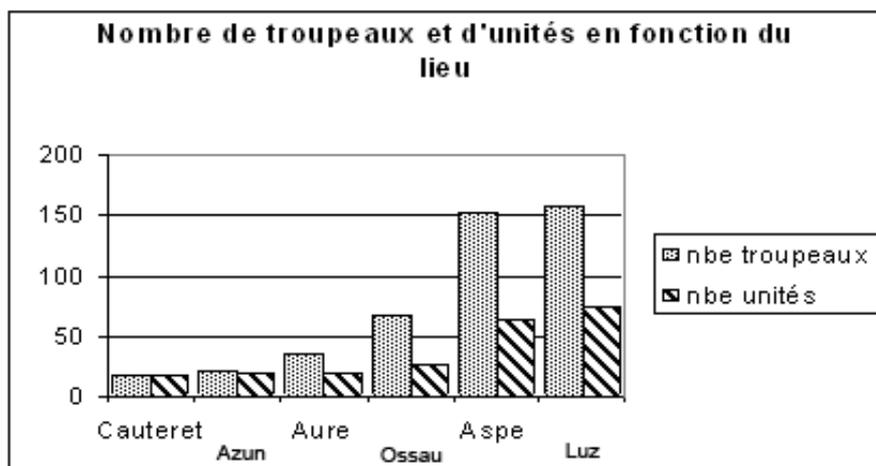


Figure 10. Nombre de troupeaux et d'unité en fonction du lieu.

À quoi correspondent ces unités en terme de gestion, à quoi renvoient elles pendant la dépaissance ? Sans connaissance pastorale, il semble très difficile de répondre ; un entretien avec C. Cagnet m'a permis d'avoir un début d'explication. Pour comprendre le lien entre unité et troupeau, il faut différencier les unités troupeaux dans lesquelles on a des bovins de celles constituées d'ovins.

- La règle générale pour les bovins : dans une "unité troupeaux", il peut y avoir plusieurs troupeaux (appartenant chacun à un propriétaire). Tous ces troupeaux pâturent donc sur le même territoire pendant la même période. Ils ne sont pas gardés et évoluent indépendamment les uns des autres dans l'unité. Ils font uniquement l'objet d'une surveillance hebdomadaire, chacun par son propriétaire.

- La règle générale pour les ovins : dans une "unité troupeaux", il peut y avoir plusieurs troupeaux (appartenant donc chacun à un propriétaire). Tous ces troupeaux pâturent donc sur le même territoire pendant la même période. Ils forment un seul troupeau contrairement aux bovins. Pour revenir aux chiffres, cela se traduit par des unités de un à sept troupeaux pour les ovins (Fig.11), avec des pourcentages du total décroissant presque en continu (un troupeau, 58% des unités et sept troupeaux, 0.9%). Pour les bovins, si les unités d'un troupeau sont largement majoritaires (70%), le reste de la distribution est beaucoup plus disparate : quelques unités comportent beaucoup de troupeaux (9, 10, 24). Leur répartition est aussi disparate géographiquement.

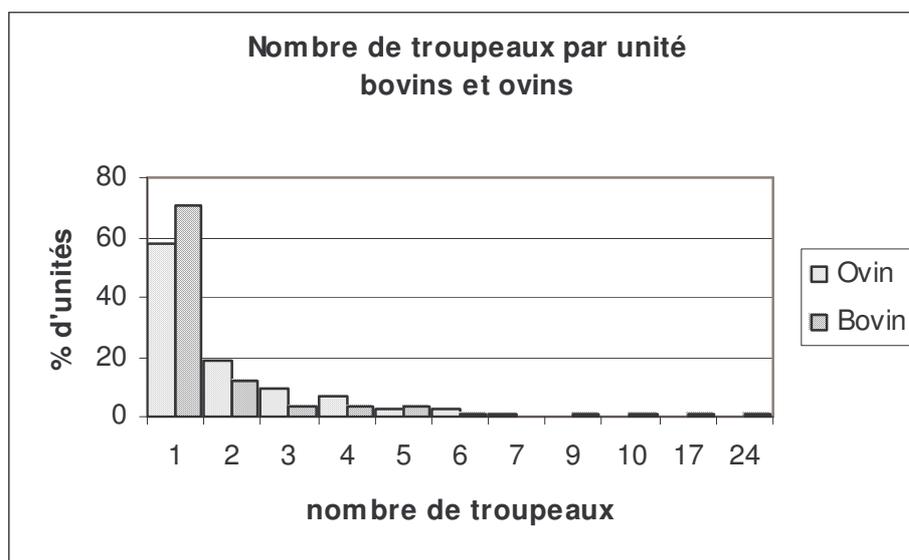


Figure 11. Nombre de troupeaux par unité (bovins et ovins).

Pour ce qui est du nombre de têtes par troupeau, comme on pouvait s'y attendre, les bovins sont regroupés dans de plus petits troupeaux (surtout de 1 à 50 têtes, à 84%) que les ovins (de 151 à 1500 pour 87%) (Fig.12).

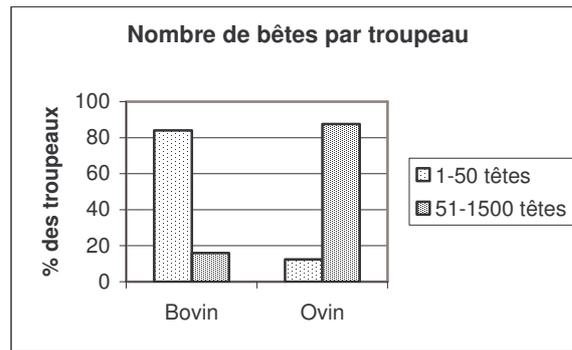


Figure 12. Nombre de bêtes par troupeau (ovins et bovins).

Ceci amène à considérer la répartition des différents types d'élevage et d'animaux sur la zone d'étude, par unités (Fig.13). En général, les troupeaux ovins sont majoritaires (48%), puis suivent les bovins (40%), très loin devant les équins (7%) et les caprins (3%). Anecdote, enfin, le seul troupeau de porcins se trouve dans la vallée d'Ossau.

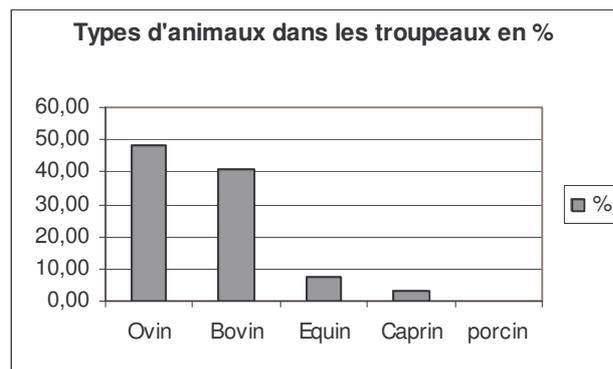


Figure 13. Types d'animaux dans les troupeaux en pourcentages.

Dans les unités, cela peut se traduire par des types mixtes, qui sont cependant peu nombreux (sept cas sur 220). Outre une unité qui réunit des chevaux et des vaches ainsi qu'une autre, qui rassemble ces deux dernières espèces avec des moutons, les cinq cas restants sont des troupeaux mixtes ovins-caprins, dont quatre sont concentrés en vallée d'Aure et un en val d'Azun. Si les deux premiers cas, isolés, regroupent vraisemblablement des troupeaux qui évoluent indépendamment, les cinq groupes de petits ruminants seraient plus intéressants dans le sens où ils montrent une gestion particulière, un regroupement sans doute délibéré. L'intérêt que les éleveurs portent aux troupeaux mixtes est d'ailleurs souligné par les pastoralistes, en particulier en ce qui concerne cette association ovins-caprins ; ceci pourrait s'expliquer par les avantages qu'offre la conduite mixte sur le plan de l'organisation et du gardiennage au niveau du troupeau (DAGET, GODRON 1995 : 358).

Si l'on observe la répartition des animaux en fonction des vallées (Fig.14), on remarque que les ovins prédominent partout, sauf en vallées de Cauteret et d'Aure, à l'est, où les proportions s'inversent au profit des bovins. Les équins se retrouvent surtout en Ossau, Aspe. Les vallées centrales, Luz et Azun sont plus difficiles à caractériser, tout comme les unités mixtes sont plus difficiles à examiner.

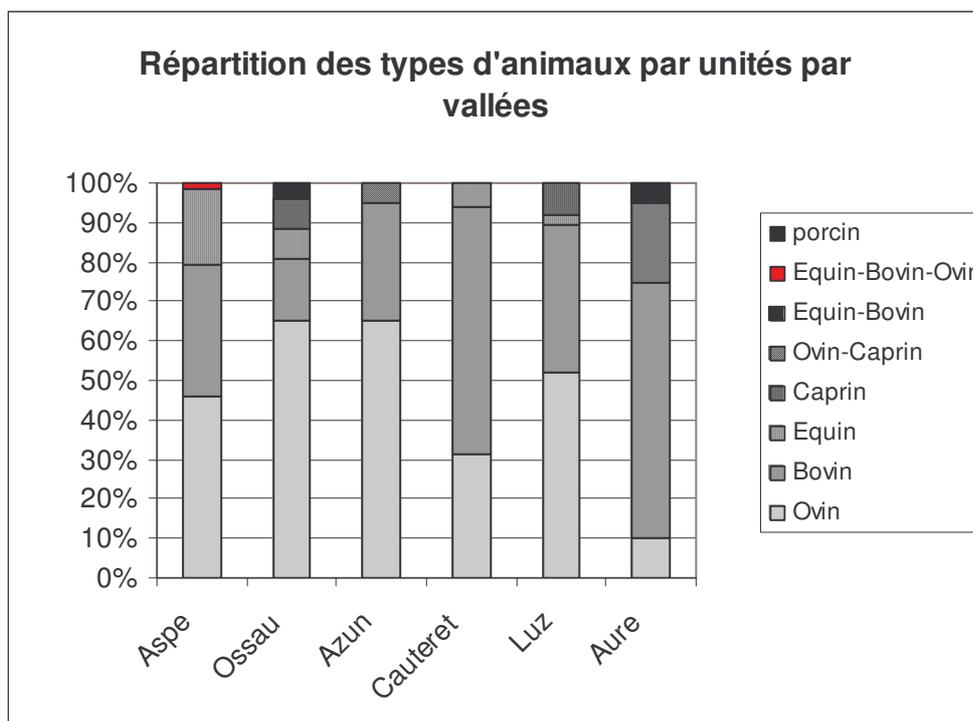


Figure 14. Répartition des types d'animaux dans les unités en fonction du lieu.

Une construction graphique, soit une permutation matricielle¹⁸ des effectifs par vallées peut aider à explorer ces données (Fig.15). Celle-ci sépare d'une part vallée d'Aspe et Ossau, et vallées de Cauterets et d'Aure. On retrouve ainsi, déjà, à travers la répartition des espèces, même si ce n'est que dans une certaine mesure, la division géographique entre le Béarn et la Bigorre. Ces deux zones sont connues pour leur pastoralisme différencié, la première avec une utilisation plus intensive de l'espace, une production plutôt laitière, la seconde étant plus lâche avec moins de pression pastorale.

¹⁸ Réalisée avec le logiciel Amado®. Pour plus de détails, voir BERTIN 1977.

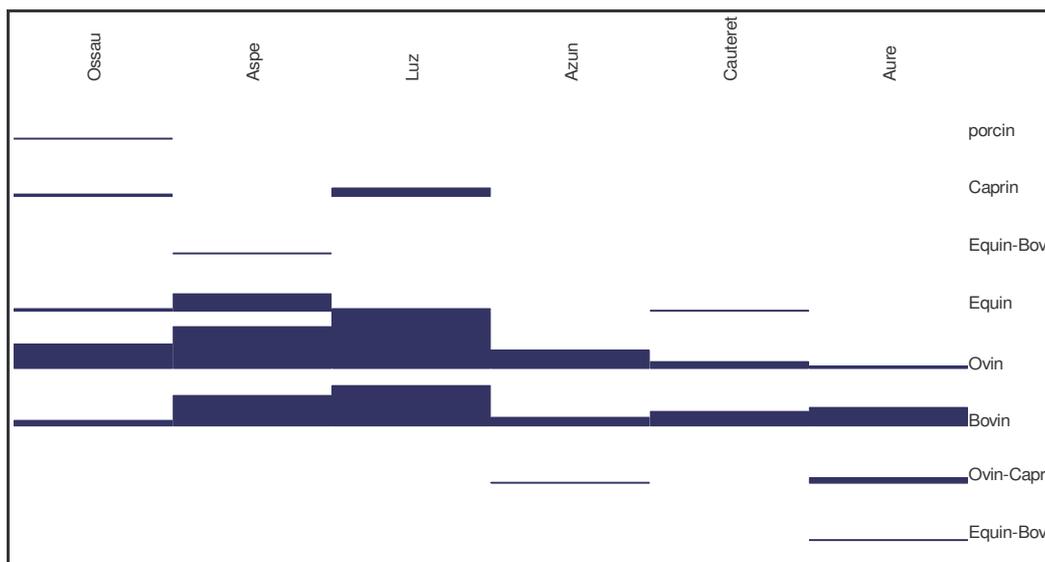


Figure 15. Types d'animaux et « vallée » : permutation.

Ces différences se retrouvent dans l'étude du type de production, du gardiennage ou bien du nombre de bêtes (*infra*). Reste à savoir si ces situations contrastées entraînent des dissemblances en terme de parcours (recouvrement, limites nettes ou floues) et si elles seront perceptibles à cette échelle, à travers la forme des unités notamment. Ainsi, pour ce qui est du type de production, à savoir plutôt laitière ou plutôt bouchère, les chiffres et tableaux montrent une réelle dichotomie est-ouest. La production de lait se concentre en Béarn : en effet, 50 des 52 troupeaux laitiers pâturent en Aspe (33) et Ossau (17). Seules deux unités se retrouvent dans le val d'Azun limitrophe (ceci est confirmé par le test du khi deux). Ces systèmes sont associés à un gardiennage particulier. La production laitière est clairement associée à un type de gardiennage : le gardiennage permanent (que la conduite soit accompagnée ou libre) tandis que les troupeaux sans traite font le plus souvent l'objets de simples visites, plus ou moins espacées, de quotidiennes à bimensuelles (cf. khi-deux).

3.1.2 Temps des unités

D'une durée en majorité de deux à cinq mois, les unités représentent pour la plupart la totalité de l'estivage. La « durée totale de pâturage » diffère toutefois en fonction des espèces ; elle est légèrement moins longue pour les ovins que pour les bovins et les équins, qui peuvent rester sur les pâturages jusqu'aux premières neiges, à la fin du mois d'octobre. Les dates de pâturages semblent plus intéressantes, puisque leur précision peut révéler des changements dans les unités, *i.e* de leur emplacement mais aussi dans la composition du troupeau, au cours de l'estivage. Ainsi, on peut espérer approcher la gestion, avec des déplacements internes dans l'estive, peut-être entre quartiers.

Alors, lorsque le ou les troupeaux changent d'emplacement au cours de l'estivage, cela se traduit par un changement d'unité, tandis que le nom du troupeau reste le même. Pour repérer les unités

qui changent de nom mais qui correspondent au même troupeau à des dates différentes, il faut opérer un tri sur les troupeaux et repérer ceux dont l'identifiant se répète. On observe alors 43 troupeaux pour lesquels un changement de date est spécifié (dont trois non renseignés géographiquement) et 39 unités (dont quatre non renseignées). Le repérage géographique de ces changements montre plusieurs cas. Commençons par le plus simple, le changement d'une unité pour une autre et une seule, qui concerne sept cas, dont deux exemples figurent sur la carte suivante (Fig. 16). Si l'on observe l'altitude plus en détail, sur sept cas, quatre changent pour des unités continues en altitude (par exemple, de 900 à 1700m puis de 1300 à 2200m) tandis que les autres franchissent un palier altitudinal d'environ 200 mètres (par exemple 1100 à 1500m puis de 1700 à 2000m). Au demeurant, tous montent. Cette montée s'effectue début juillet dans trois cas, un mois plus tôt pour les trois autres.

D'autres cas sont plus complexes. On observe ainsi la séparation des troupeaux à quatre reprises (par exemple, Fig. 17). D'un polygone, ils se divisent en plusieurs. La montée peut avoir lieu à la même date ou de manière échelonnée. À ce titre, l'exemple de la vallée d'Aure est intéressant (Fig.18); des troupeaux de moutons et un troupeau de chèvres, montent progressivement, ensemble dans deux unités. Puis vient le temps de la séparation, simultanée, de quatre troupeaux de moutons d'un côté et, de l'autre, un troupeau d'ovins qui reste avec les chèvres pour aller plus haut. Ces deux derniers repasseront plus tard là où le premier groupe a pâturé. À l'inverse, on compte un seul cas de regroupement, en vallée d'Aspe, où sept troupeaux se rejoignent au début du mois de juillet (Fig.19). De trois unités imbriquées aux contours complexes, ils se rejoignent sur un territoire plus petit, à la morphologie plus régulière.

Si ces cas complexes de regroupement et de séparation des troupeaux sont intéressants mais sans doute très (trop) compliqués à modéliser, ces changements de lieux au cours de l'estivage soulignent un point important : la gestion de la montagne par quartiers, ou secteurs. Parce que ces derniers semblent indissociables du relief, nous y reviendrons par la suite.

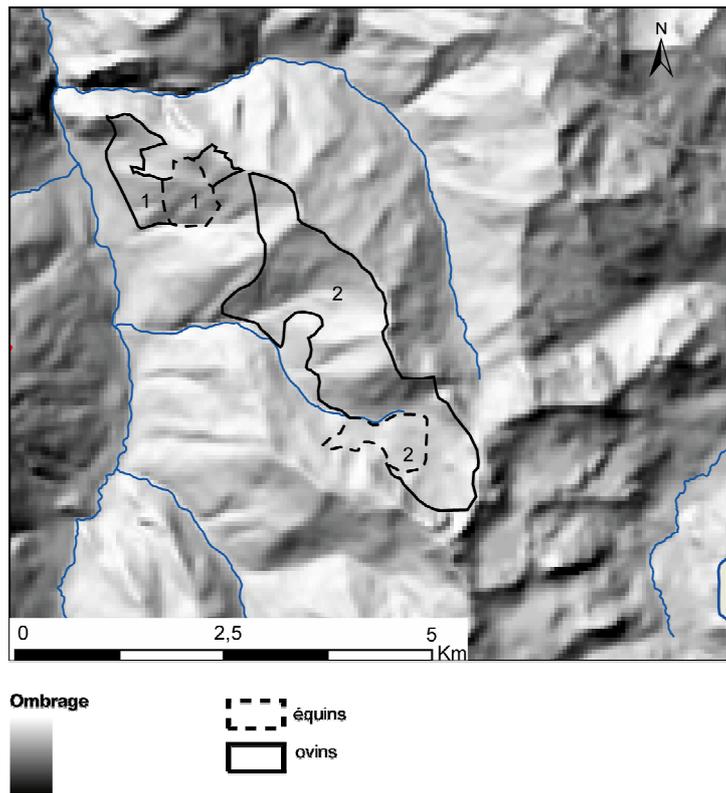


Figure 16. Exemple de changements d'unités simples.

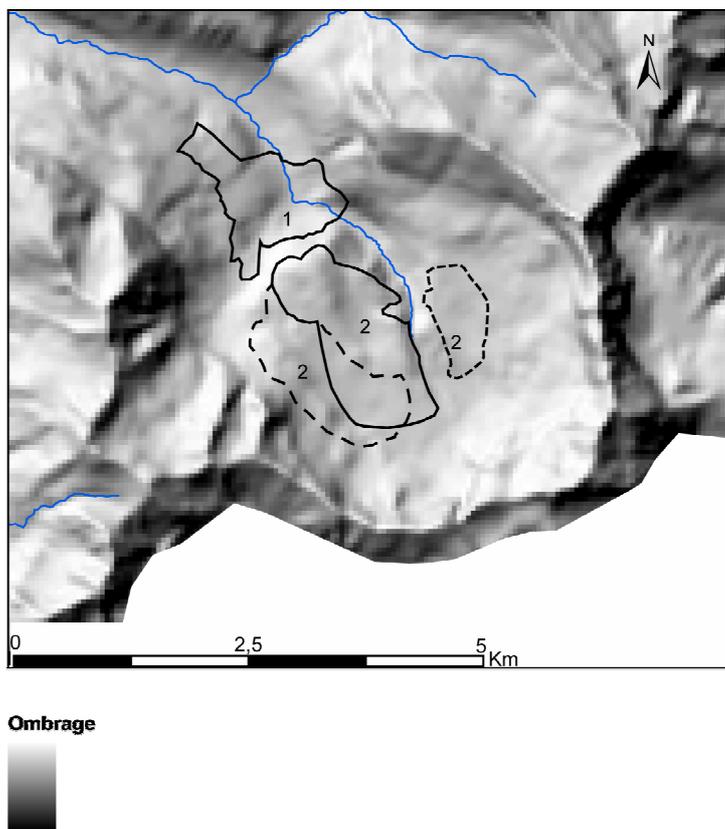
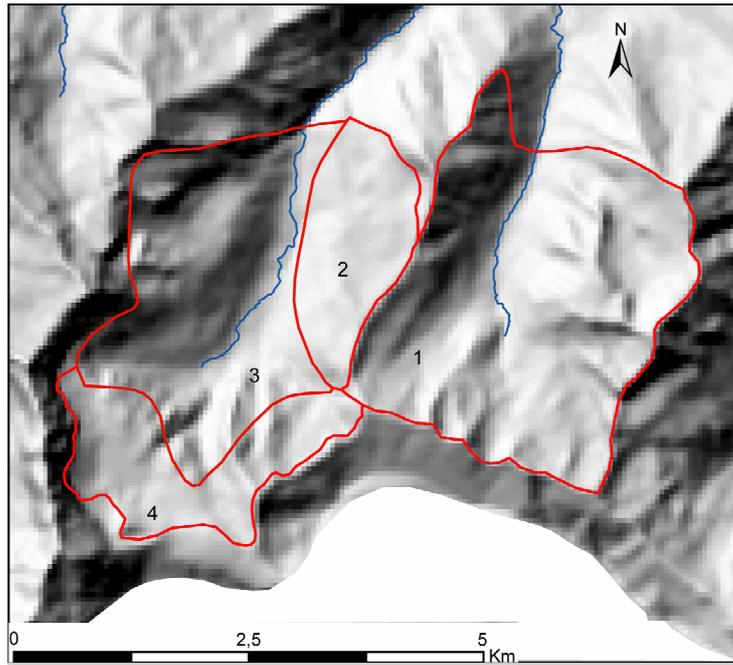


Figure 17. Exemple de séparation de troupeaux ovins au cours de l'estivage.



Ombrage 	1 5 troupeaux ovins 1 troupeau caprin	3 mêmes troupeaux mais pas les même dates: 4 troupeaux ovins puis 1 troupeau ovin 1 troupeau caprin
	2 idem	4 1 troupeau ovin 1 troupeau caprin

Figure 18. Montée progressive des troupeaux puis séparation.

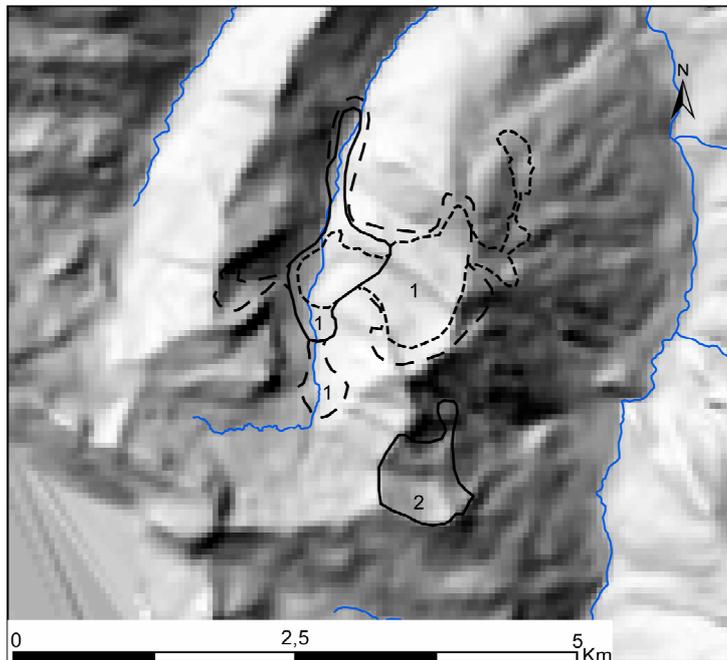


Figure 19. Cas de regroupement de troupeaux ovins au cours de l'estivage.

3.1.3 Végétation

L'attention a aussi porté sur la relation entre la végétation et les unités troupeaux. Afin de simplifier les tests statistiques, les classes de végétation ont été réduites, de 22 à 6. Mais je n'ai pas encore trouvé de test pour comparer différentes proportions dans plusieurs polygones différents, en fonction d'un autre facteur tel que le type d'animaux, par exemple. On en restera donc à des observations visuelles ; si l'on sépare encore une fois les ovins des bovins, on observe *a priori* des différences (Fig.20 et 21). Tandis que les parcours des premiers comportent beaucoup « d'éléments géomorphologiques », des pelouses rocailleuses par exemple, les bovins, ont plus de pelouses à disposition, ainsi que de forêts. Bien sûr, ceci est à mettre en rapport avec le relief et les étages de végétation ; les bovins pâturent en général plus bas et les ovins plus haut en altitude. Sinon, il faut bien voir que bovins, ovins, caprins et chevaux ne consomment pas les mêmes espèces, tant parmi les ligneux* et les graminées que parmi les autres herbacées. Les caprins sont capables d'ingérer de plus fortes quantités d'espèces ligneuses (50 à 90%) que les ovins (20 à 40%) les chevaux (10 à 30%) ou les bovins (5 à 10%). La chèvre, sans marquer de prédilection particulière pour les ligneux, en consomme de nombreuses espèces. Par contre les herbacées sont toujours dominantes dans la ration des ovins. » (DAGET, GODRON 1995: 333).

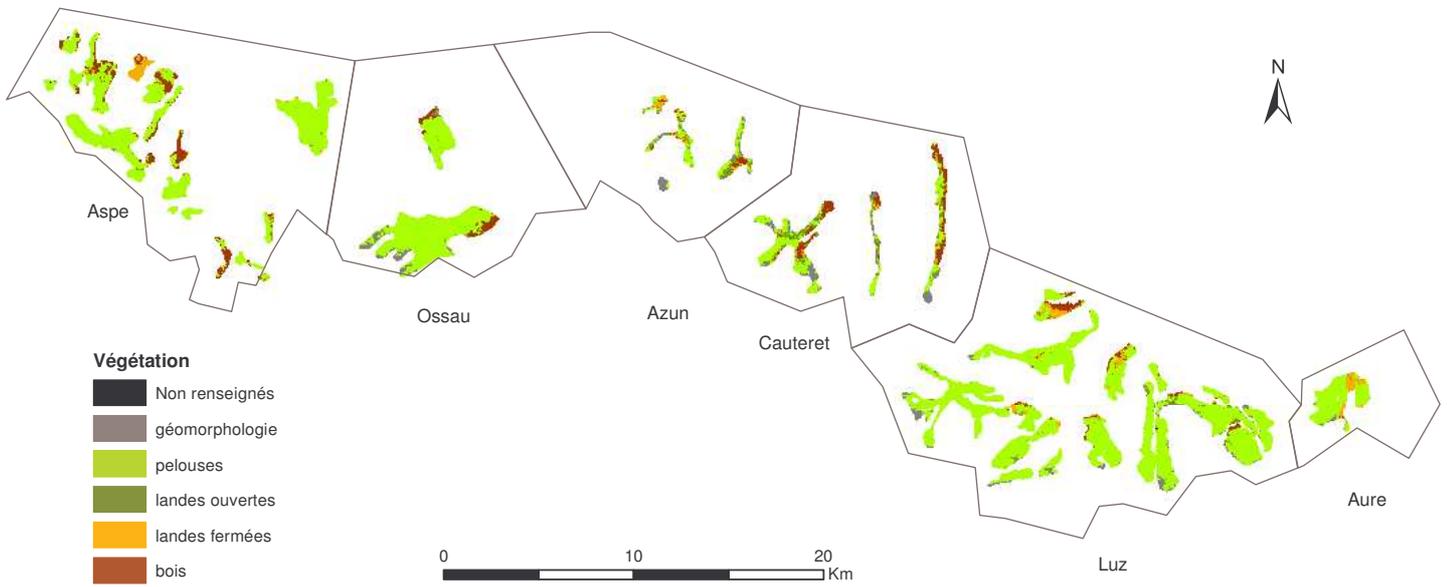


Figure 20. Parcours des vaches et végétation.

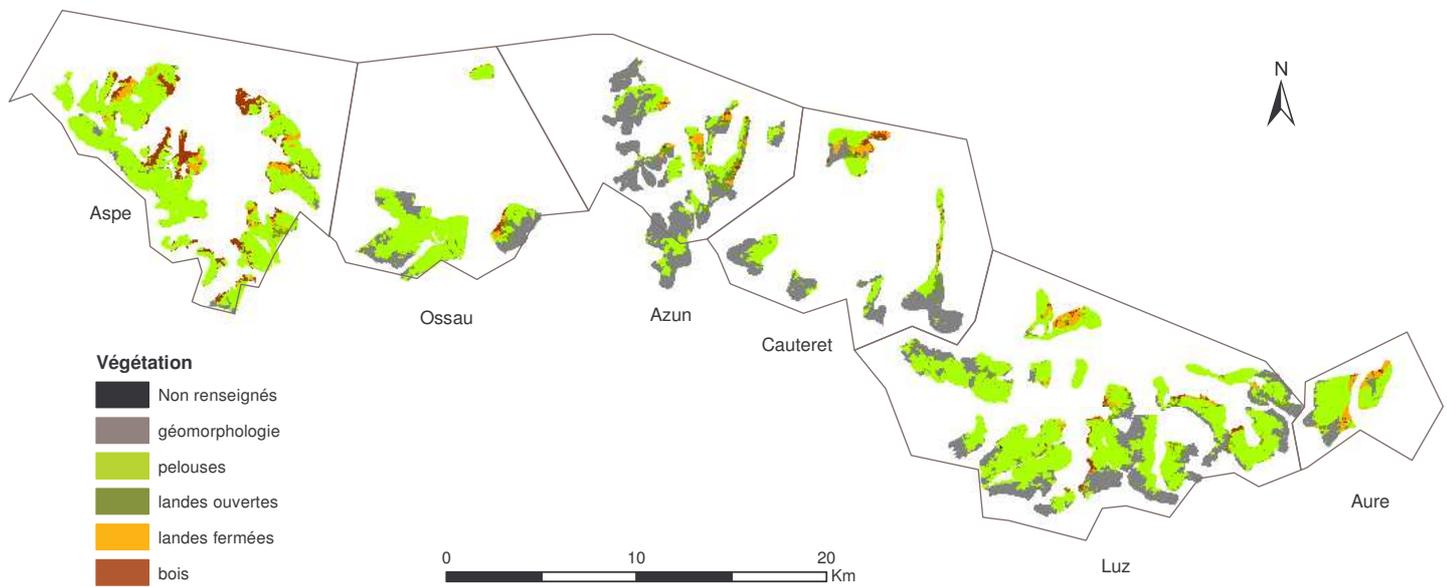


Figure 21. Parcours des moutons et végétation.

3.2 Question de formes

3.2.1 Morphologie et systèmes d'élevage

La question de la morphologie des unités pastorales est très intéressante. Mais on a vu combien « la forme est difficile à mesurer » (HAGGET 1973 : 53), tout comme le calcul des paramètres discriminants est compliqué (chap. 2.2.2). Il ne s'agit donc là que d'une ébauche. Il peut paraître regrettable de livrer des résultats si partiels... mais ils ont l'intérêt de laisser entrevoir tout le potentiel de l'analyse morphologique appliquée à ces données.

Partons des mesures de base, aire et périmètre. Si elles ne permettent pas de discriminer morphologiquement les différentes entités surfaciques, elles sont instructives. Le périmètre des aires de dépaissance se décline sur une amplitude de 1.4 à près de 32 km, la moyenne étant de 7.4 km. Toute aussi variable et étendue, l'aire des unités varie d'une dizaine d'hectares à plus d'un millier. La relation entre le périmètre et l'aire n'est pas très informative ; néanmoins, la construction d'un graphique (Fig.22) montre, comme attendu, une corrélation entre les deux (le coefficient de corrélation, $r^2= 0.79$) mais surtout, elle permet de repérer certaines « anomalies », des points qui s'écartent du modèle : quatre unités dont l'aire est très grande par rapport au contour en vallées d'Aure et d'Ossau, et un polygone pour lequel la tendance s'inverse plus à l'est. Une fois ces points supprimés (Fig.23), on s'aperçoit que plus le périmètre augmente, plus la variabilité des superficies est importante.

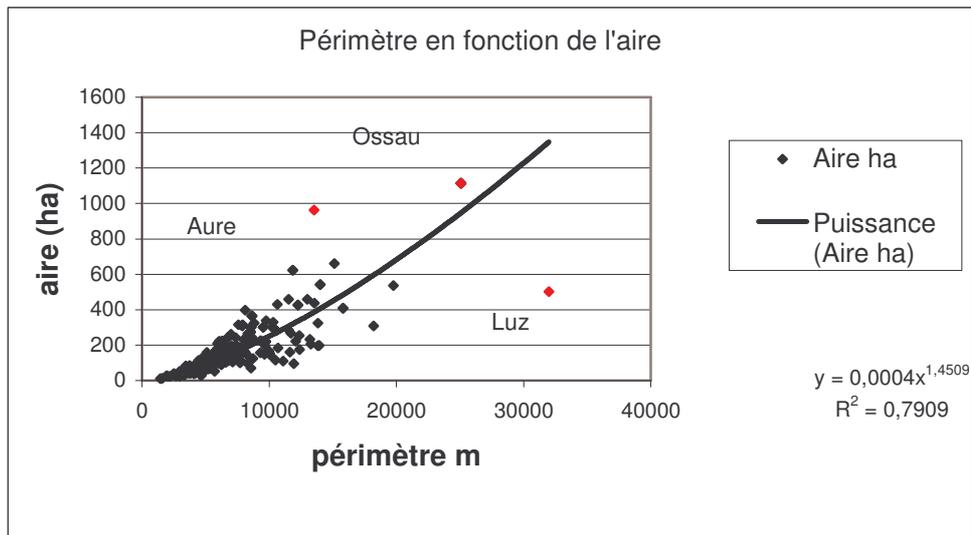


Figure 22. Relation entre l'aire des unités pastorales et le périmètre.

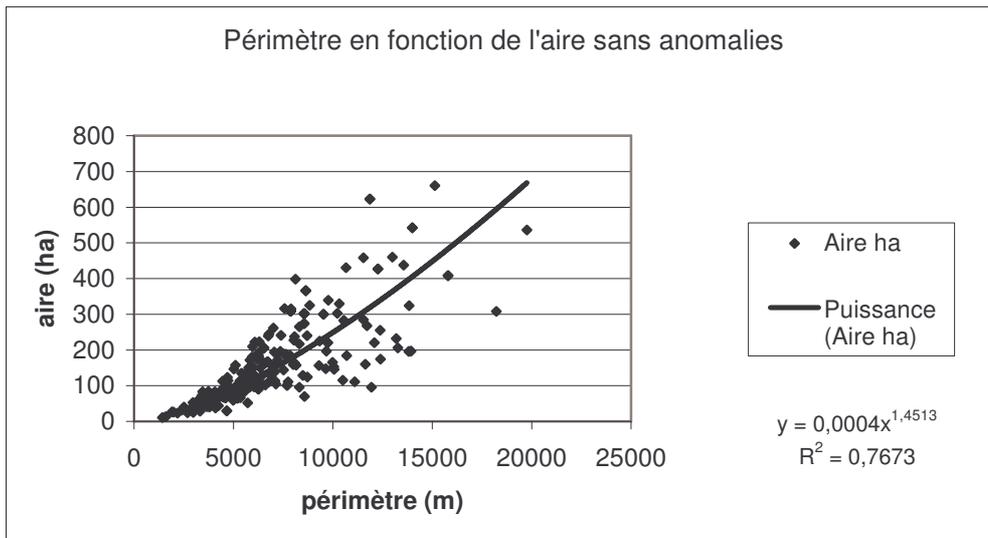


Figure 23. Relation entre le périmètre et l'aire après suppression des « points leviers ».

Ensuite, on peut se demander si l'aire des unités est proportionnelle au nombre de bêtes. Avec tous les points, le graphique pourrait donner l'impression d'une certaine proportionnalité (Fig.24). Illusion fugace, car une fois que les « anomalies », les points « leviers » sont retirés, ces deux variables semblent totalement indépendantes, comme en témoigne un nuage de points très éparpillés (Fig.25). Les anomalies sont les mêmes que pour la relation entre le périmètre et l'aire; ceci peut être imputé à leur superficie gigantesque. Un autre point ressort : il correspond à une unité dans la vallée de Luz qui contient un gros troupeau d'ovins de 1500 têtes sur une petite surface (68 ha). Cependant, ces « anomalies » restent difficiles à expliquer sans une connaissance du terrain.

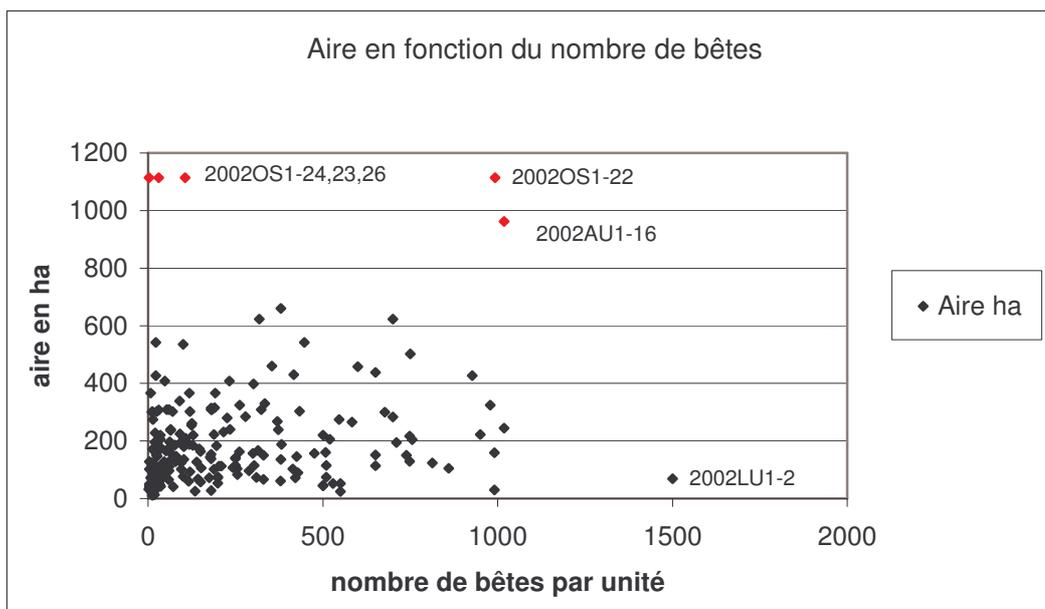


Figure 24. Aire en fonction du nombre de bêtes par unité troupeau.

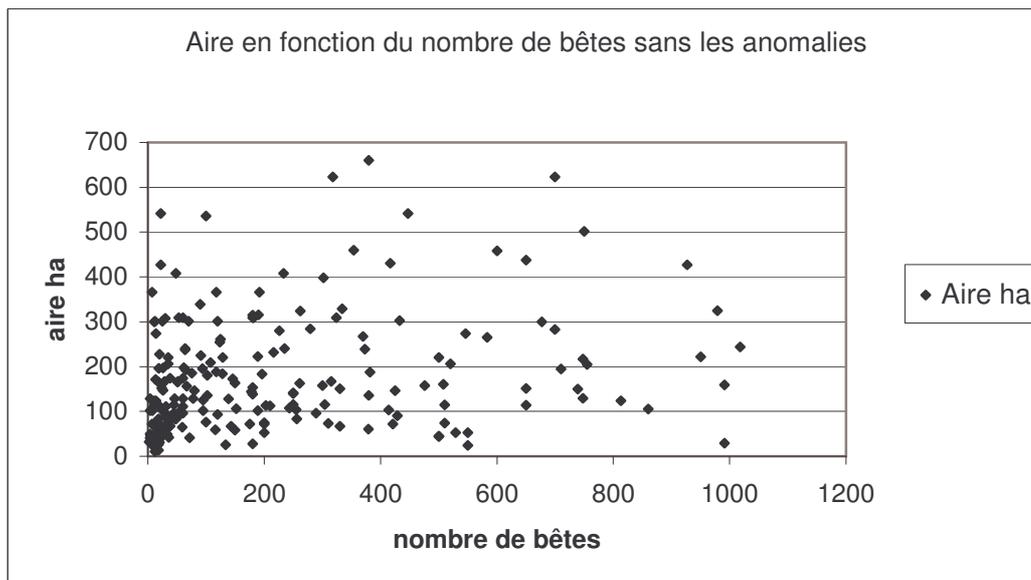


Figure 25. Aire en fonction du nombre de bêtes après suppression des unités s'écartant du modèle.

Peut-on aller plus loin et voir si les formes de ces unités de dépaissance diffèrent selon les types d'animaux, de production – laitière ou bouchère ? Cela semble assez périlleux avec le seul indice qu'il a été possible de calculer. Dans ces conditions, j'ai procédé à tâtons pour identifier des corrélations.

À la première question : est-ce que le type de production, lait ou viande, influence la forme des unités ?, il semble difficile de répondre à première vue. Beaucoup de calculs ne sont pas concluants ; ainsi, le rapport de détermination entre la superficie des unités pour lesquelles il y a une traite ou non est très faible, tout comme celui du rapport au disque (ou indice de circularité) pour ces mêmes unités. Le calcul du khi-2 entre la traite et cet indice de circularité (découpé en classes de trois pas différents - 0.20, un de 0.25, un de 0.33) confirme l'absence de relation. Enfin, le calcul du khi-2 entre le facteur « traite » et la superficie (trois classes) montre un lien assez faible mais significatif, avec une valeur observée de 11.29 pour une valeur critique de 5.99. On peut alors affirmer que les troupeaux faisant l'objet d'une traite occupent des unités spatiales plus petites que les autres. Ils sont particulièrement rattachés au premier groupe de superficies, de 10 à 100 ha. Ceci amène à supposer que les itinéraires, avec traite, sont plus petits, circonscrits par la nécessité de revenir à la bergerie chaque soir. Mais ce n'est sans doute pas la bonne échelle pour l'observer plus en détail. Disons simplement que cette amplitude différenciée est évoquée à de nombreuses reprises dans la bibliographie, à l'échelle du déplacement quotidien. Ainsi, le bel exemple de G. Ravis Giordani, en Corse, montre un itinéraire au dessin régulier de plus en plus ample au fur et à mesure que les bêtes se tarissent (RAVIS-GIORDANI 1983 : 254). M. Chevalier évoque la séparation du troupeau par lots durant la saison de lactation dans la Haute-Ariège contemporaine (CHEVALIER

1956 cité par RENDU 2003 : 506). En Afrique, on trouve des exemples de scission du troupeau, avec par exemple un groupe de femelles allaitantes accompagnées de leurs veaux qui s'éloignent peu de l'enclos de nuit et un groupe stérile qui pâture plus loin et ne rentre pas chaque soir (DAGET, GODRON 1995 : 30 ; BERNARDET : 1994 : 249).

Plus largement, ce « troupeau qui ne rentre pas chaque soir » présente une alternative à des itinéraires partant et revenant des cabanes chaque jour. L'observation de troupeaux non gardés a montré leur semi-nomadisme (FAVRE 1979 : 190 ; DAGET, GODRON 1995 : 262) ; ils changent d'emplacement chaque soir, pouvant choisir de cinq à douze aires de couchage différentes (FAVRE 1979 : 190). Le berger peut aussi choisir de les suivre dans leur errance (Blanc, Rouzard *in* : RENDU 2003 : 503-504). On retrouve cette mobilité dans un exemple plus lointain, au Népal Central, où les animaux se déplacent en permanence sur les différents secteurs du versant, grâce à l'utilisation du *goth* – une sorte de tente, légère et démontable qui abrite la famille et les jeunes animaux. Les déplacements du *goth* sur le versant au cours d'une année représentent circuit moyen de 20 km. (HOUDARD 1994 : 202). S'il est difficile de passer de l'échelle journalière à l'échelle d'un été, on peut toutefois émettre l'hypothèse que ce « nomadisme » des troupeaux (ici non gardés) peut expliquer pour une part la grande variabilité de l'amplitude des unités ici étudiées.

Est-ce que la forme des unités diffère selon les types d'animaux, moutons, vaches, chèvres ou chevaux ? Encore une fois, plusieurs essais sont nécessaires avant d'arriver à une relation significative. L'examen de la variance à travers le rapport de détermination, entre le type d'animaux et l'indice de circularité est très faible. Le calcul du khi-deux confirme cette absence de relation. Il faut alors réduire l'éventail des types d'animaux aux seuls groupes « ovins » et « bovins » pour que le test devienne significatif. En effet, les parcours ovins ont tendance à se rapprocher de la forme du cercle, tandis que les parcours bovins sont plus linéaires. L'impression donnée par la comparaison des cartes (Fig.26 et 27) est ainsi, dans une certaine mesure, confirmée.

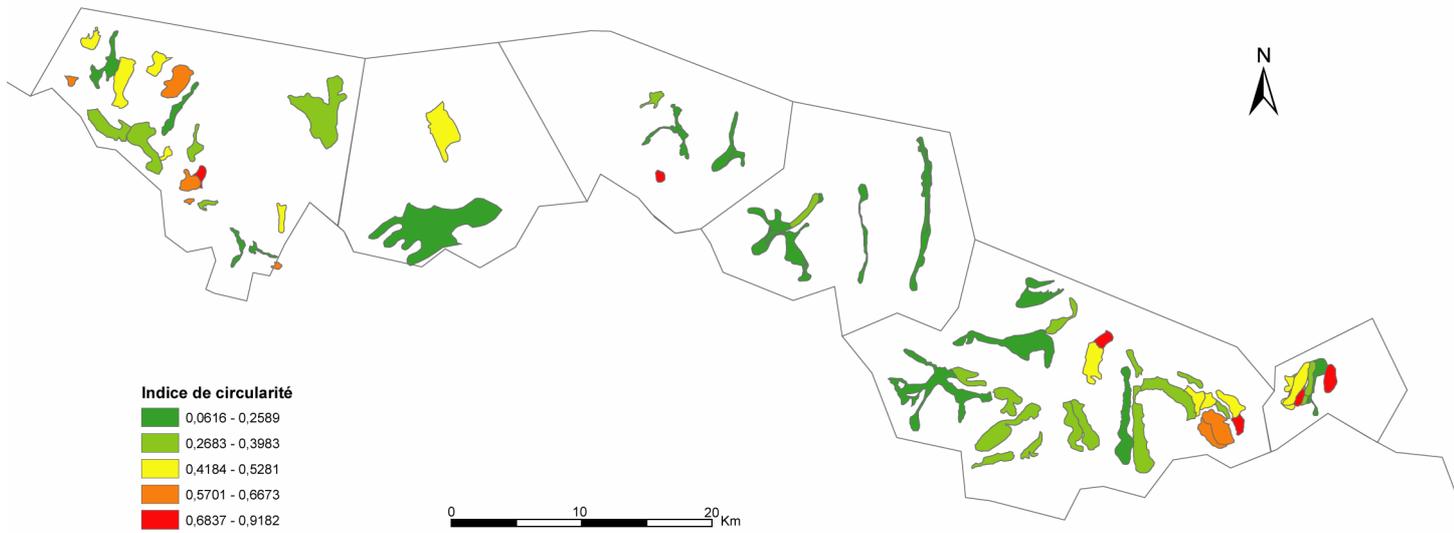


Figure 26. Indice de circularité (ou rapport au disque) des parcours bovins.

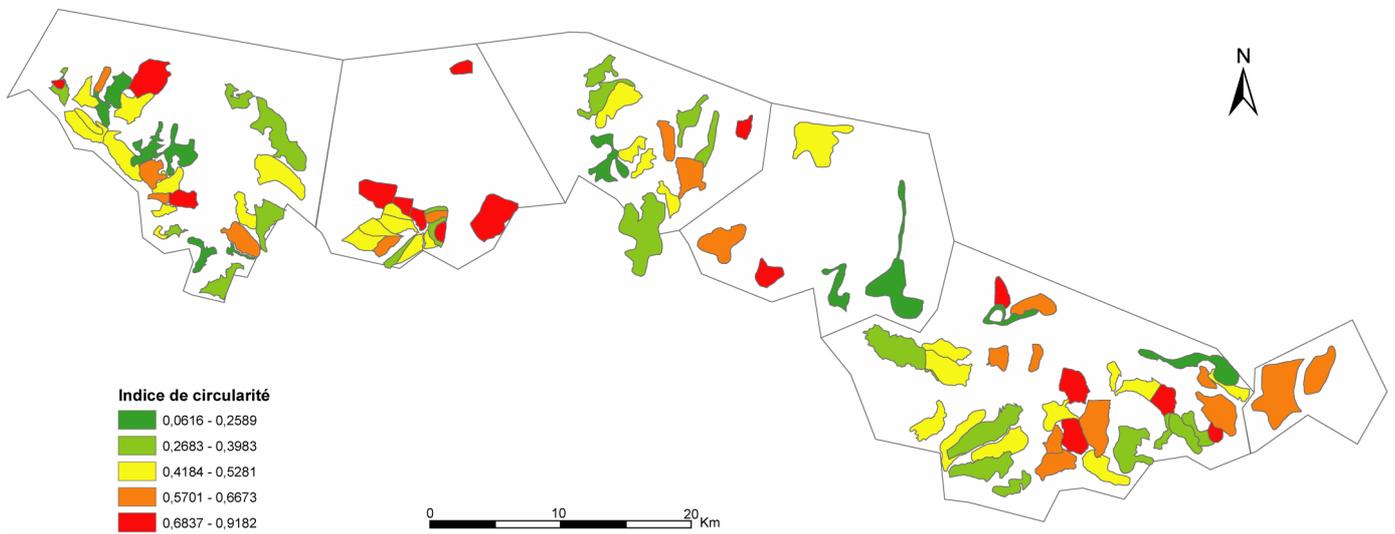


Figure 27. Indice de circularité (ou rapport au disque) des parcours ovins.

3.2.2 Formes et relief

Pourquoi les parcours de moutons seraient plus circulaires et les parcours des vaches plus étirés ? Pour comprendre cela, il faut se tourner vers le relief. Il est admis par les pastoralistes que les bovins se limitent aux zones accessibles alors qu'ovins et caprins montent plus haut. Alors, les parcours des vaches sont plutôt dans les fonds de vallée, tandis que les moutons pâturent plus haut, plutôt sur les plas ou dans des cirques. On touche là une question essentielle : dans quelle mesure ces territoires de dépaissance sont-ils déterminés par le relief ? Les cartes montrent que la topographie est essentielle ; les crêtes, les barrières semblent constituer nombre de limites entre les unités. Mais il semble difficile d'évaluer quantitativement et systématiquement cette dépendance. Les parcours ovins se trouvent souvent à une altitude supérieure des parcours bovins. Ceci s'observe par exemple assez nettement en vallée de Cauterets (Fig.28) mais reste moins tranché dans les autres zones.

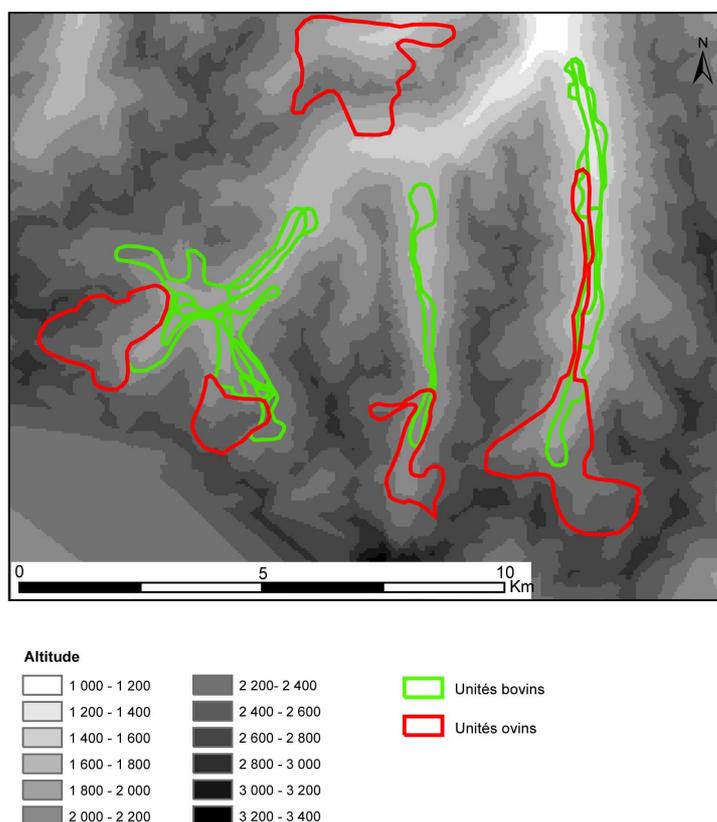


Figure 28. Détail des parcours ovins, bovins et altitude.

On peut également tenter d'extraire les lignes de crêtes du MNT, ou les terrains les plus pentus ; alors beaucoup d'unités semblent se conformer dans le moule du relief. Après essais et erreurs, le seuil d'une pente de 30 degrés peut être retenu pour limiter les territoires des bovins, mais il est plus difficile d'évaluer celui des ovins (Fig.29 et 30). Il faudrait alors que des recherches

plus poussées soient menées dans ce sens, afin d'évaluer plus objectivement cette influence du relief.

Dans la bibliographie, si le découpage de la montagne en quartiers est souvent évoqué (FAVRE 1979 : 188 ; BLANC, ROUZAUD 1993 : 93 ; SAVINI *et al.* 1993 ; DAGET, GODRON 1995 : 363), l'influence du relief sur celui-ci semble avoir été assez peu évaluée. P. Daget et M. Godron affirment simplement à ce propos que le relief peut constituer des limites naturelles, où le bétail peut rester pendant plusieurs mois sans autre contrainte (*ibid.* : 18). L'étude des pratiques du berger A. Leroy a cependant montré l'influence du relief dans l'organisation de l'espace pastoral (SAVINI *et al.* 1993). Le « découpage mental » de cet espace par le berger se traduit par des quartiers et des secteurs. Le quartier correspond à un « ensemble des secteurs pâturés à une certaine époque de l'été », et l'altitude est le principal caractère commun aux secteurs d'un même quartier. Un secteur est une subdivision du territoire pastoral doté d'une certaine unité physique. Elle s'appuie principalement sur les caractéristiques géomorphologiques de la montagne, qui contribuent à déterminer le comportement du troupeau. Un certain nombre d'obstacles s'opposent au passage des troupeaux : barres rocheuses, ravins, éboulis à gros blocs, taillis et fourrés denses, torrents (Fig.29). D'autre part, les lignes de rupture de visibilité exercent une influence comparable à celle des obstacles, qu'elles soient horizontales – crêtes, rupture de pente, ou verticales – éperons, arêtes. Ceci tient à l'instinct grégaire du troupeau, les ovins cherchant à maintenir le contact visuel (LÉCRIVAIN *et al.* 1993). Mais on se situe alors à plus petite échelle, celle des formes du troupeau au pâturage... Disons simplement que l'espace pastoral apparaît structuré et polarisé, notamment par le modelé et la configuration du terrain.



Figure 29. Brebis sur un pont, point de passage obligé (photographie J.-P. Falguières).

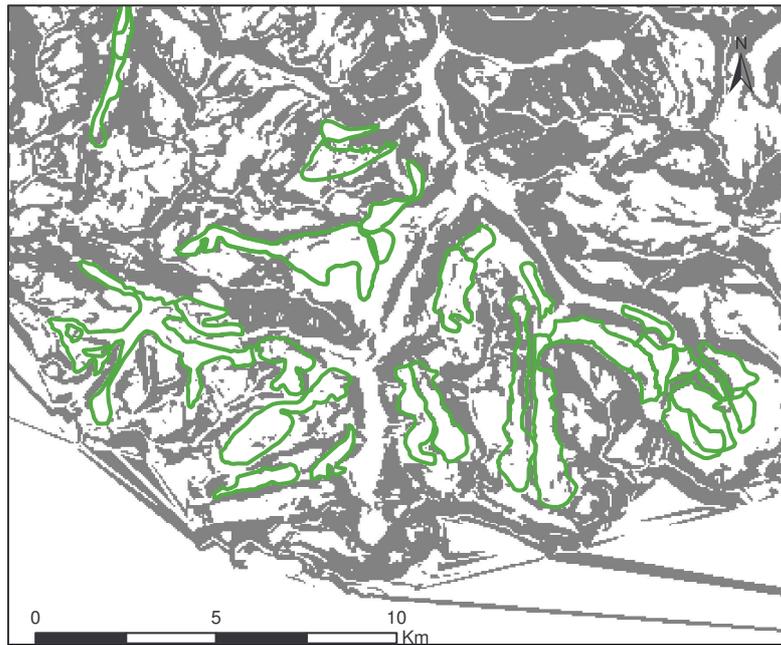


Figure 30. Unités bovines et pente.

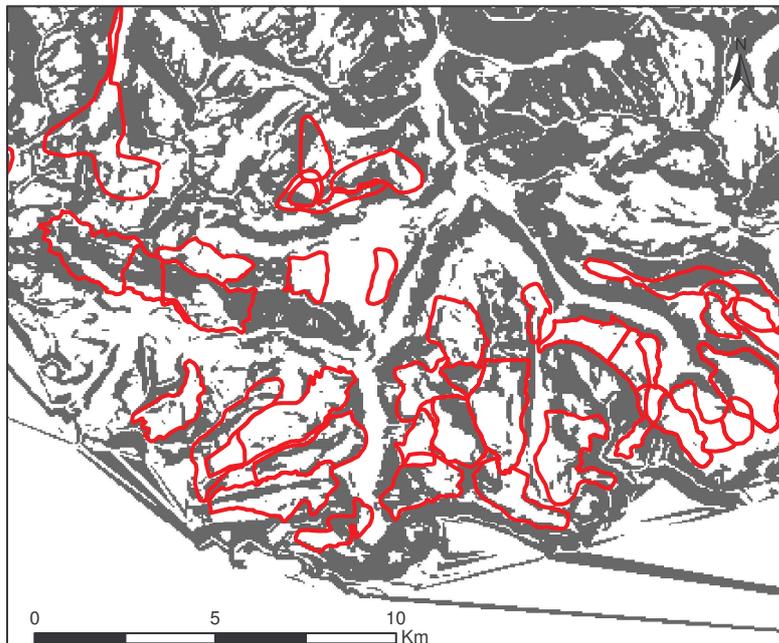


Figure 31. Unités ovines et pente.

L'exposition des versants rentre aussi en compte dans la dépaissance. Des témoignages évoquent son influence à l'échelle de l'itinéraire. Le matin, les bêtes vont de préférence vers le soleil levant, là où l'herbe sèche le plus vite (RAVIS-GIORDANI 1983 : 263 ; MEURET 1993 : 208). L'après midi, elles recherchent l'ombre (MEURET 1993 : 208) ou montent vers les crêtes à la recherche de l'air frais (RAVIS-GIORDANI 1983 : 263). Toujours, les bêtes cherchent à monter (SAVINI et al. 1993 : 147-148) (Fig.32). Cette influence de l'exposition sur les circuits semble aussi jouer à l'échelle d'une saison de pâturage : on pourra faire pâturer d'abord des zones qui auront tendance à se dessécher plus vite¹⁹. Cette organisation de l'espace pastoral, à mettre en regard avec les espèces, les systèmes d'élevage, à nuancer selon les échelles, laisse néanmoins entrevoir les potentialités de traitement sous SIG, qui offre la possibilité de prendre en compte, notamment, la topographie, les pentes, l'exposition.



Figure 32. Troupeau sur un vallon (photographie J.-P. Falguières).

3.2.3 Limites, superposition ou séparation

Le thème des limites et de la superposition des territoires demande de reculer la focale pour ne plus considérer chaque forme l'une après l'autre, mais les embrasser toutes du regard. Ensuite, il faut s'armer d'une certaine dose de patience ; en effet ces polygones ne respectent pas la topologie, règle de base du SIG, et leur manipulation devient vite compliquée. Ces manipulations ont malheureusement été réalisées avant que les dates de pâturage de chaque unité ne soient connues,

¹⁹ Communication orale d'un berger de Bénasque (Espagne), Joacin, octobre 2004.

étant donné leur réception tardive. Malgré tout, la question en elle-même est intéressante, et même si les emprises sont successives, il en est de même pour tous ces territoires qui, à plus petite échelle, sont formés par des itinéraires, et donc des formes successives.

- Recouvrement

Tout d'abord a été repéré sur la couche où les polygones ne se croisent plus mais se superposent toujours « exactement » (chap. 2.2.2.2), le nombre d'entités superposées pour chaque portion d'espace, tous types d'animaux confondus (Fig.31). On repère jusqu'à neuf entités superposées dans la vallée d'Aure ! Sinon, globalement, la carte ne montre pas de différence marquée entre le Béarn et la Bigorre, qui correspondent à des zones d'utilisation de l'espace respectivement intensives et extensives. Il est admis par les pastoralistes²⁰ que pour le Béarn, la pression pastorale est plus forte car ce sont des brebis laitières qui demandent plus d'énergie. Elles sont par conséquent gardées et donc exploitent mieux les ressources. Les éleveurs du Béarn font du fromage, ont un rendement fort. Ils sont « justes » et se répartissent l'espace « au millimètre ».

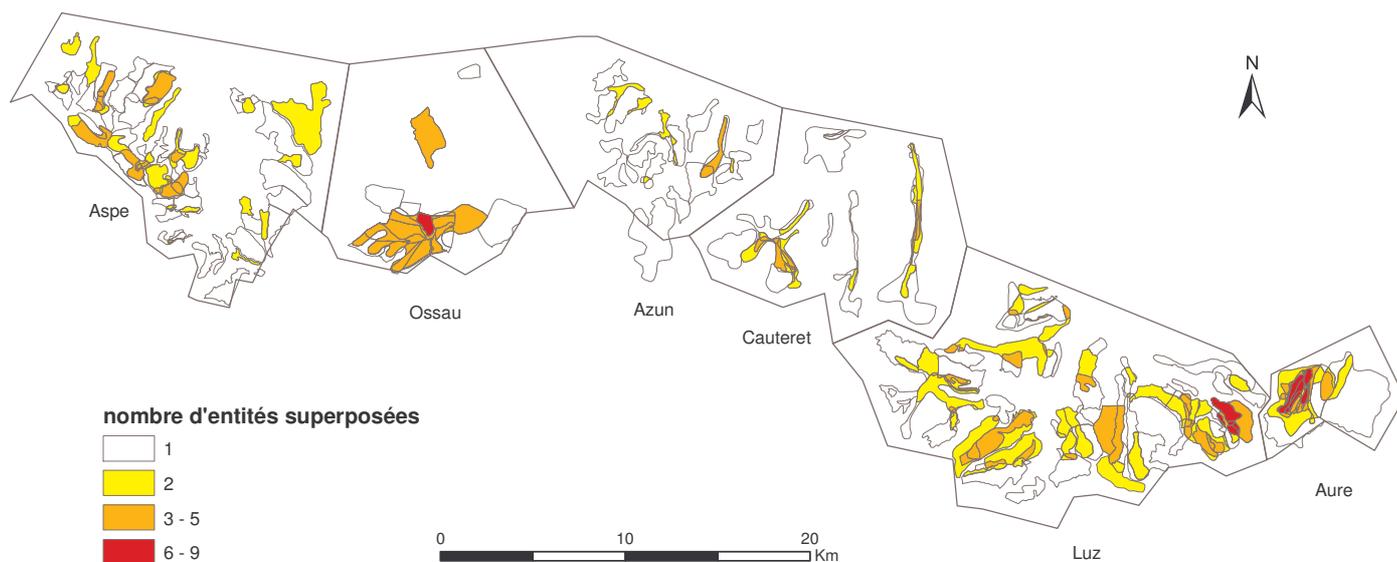


Figure 33. Nombre d'entités superposées « exactement » en un lieu.

En Bigorre, les animaux se mélangent, se croisent car « tout le monde a à manger ». Ils peuvent se concentrer sur certains secteurs plus favorables. Je me baserai donc sur cette dichotomie et tenterai de voir si elle se traduit en terme de forme et comment. Pour ce qui est de la « pression pastorale » au sens strict, il est plus difficile de statuer puisque cela nécessite de prendre en compte notamment la végétation, les valeurs pastorales et le nombre de bêtes. Cette question est traitée en

²⁰ Comm. Pers. C. Cagnet.

ce moment au Parc National des Pyrénées ; cette étude s'intéresse à la production fourragère et à l'évaluation de l'offre alimentaire par rapport aux besoins du troupeau.

Pour revenir au recouvrement, les entités superposées se retrouvent pour la Bigorre en vallées de Luz et d'Aure. On pourrait penser qu'une gestion plus lâche entraîne plus de superpositions. Mais bon nombre d'unités spatiales se superposent aussi en vallées d'Aspe et d'Ossau. Cette dernière vallée est à cet égard très parlante ; il semble que ceci soit dû aux très grandes unités troupeaux déjà repérées lors de l'étude de l'aire et du périmètre. Ces unités énormes recouvrent toute la vallée et pourraient bien entraîner ce résultat. Alors, peut-on examiner séparément le recouvrement des deux groupes, ovins et bovins ? Ces deux groupes pourront paraître caricaturaux. Néanmoins, il semblait ici essentiel de s'attacher aux différences les plus flagrantes, de rechercher des cas tranchés, et de ne pas se confondre dans le détail ni de perdre de vue l'objectif : il ne s'agit pas ici d'une étude pastoraliste au sens strict du terme.

- *Superposition*

Qu'en est-il de la superposition, non plus exacte, mais au sens de croisement entre les unités ? Pour répondre à cette question, les unités « ovins » et « bovins » ont été traitées séparément sans quoi l'écheveau semblait inextricable. Ensuite, la sélection s'est faite manuellement, à défaut de systématisation. L'hypothèse selon laquelle « plus il y a de pression, plus l'espace est cloisonné » se vérifie-t-elle ? Pour les bovins, il semblerait que ce soit le cas (Fig.32). Ainsi, la majorité des emprises se croisent en vallées d'Azun, Cauterets et Aure. Le cas de Luz est plus partagé ; on observe huit cas de polygones superposés. À première vue, il semble que chaque unité empiète un peu sur sa voisine. D'un autre côté, les vallées d'Aure et d'Ossau montrent peu de croisements. Seuls deux cas de polygones superposés se rencontrent en vallée d'Aspe. Ceci doit néanmoins être relativisé par la présence, en vallée d'Ossau, d'une seule grosse unité regroupant tous les gros ruminants. Si l'on regarde les territoires des moutons, cette séparation se retrouve d'une certaine façon (Fig.33). Toute la Bigorre présente des croisements entre les unités, hormis la vallée de Cauterets, qui ne comporte que peu de troupeaux ovins. D'autre part, le Béarn présente comme attendu des séparations plus nettes... sauf à l'ouest (Fig.34).

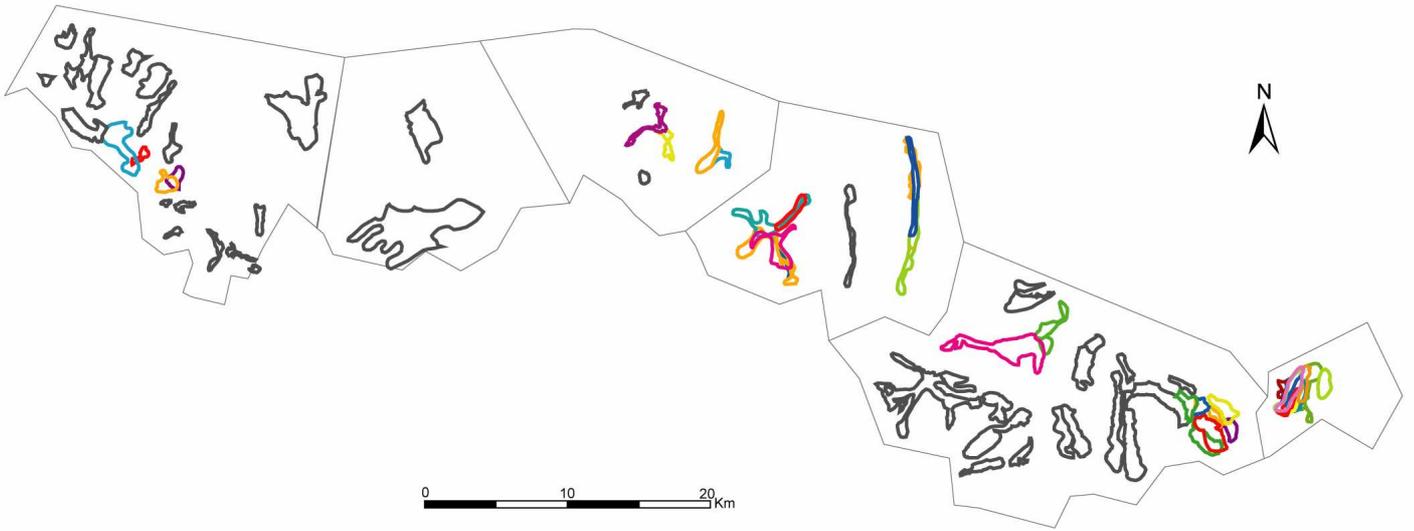


Figure 34. Superposition des unités pastorales des vaches.

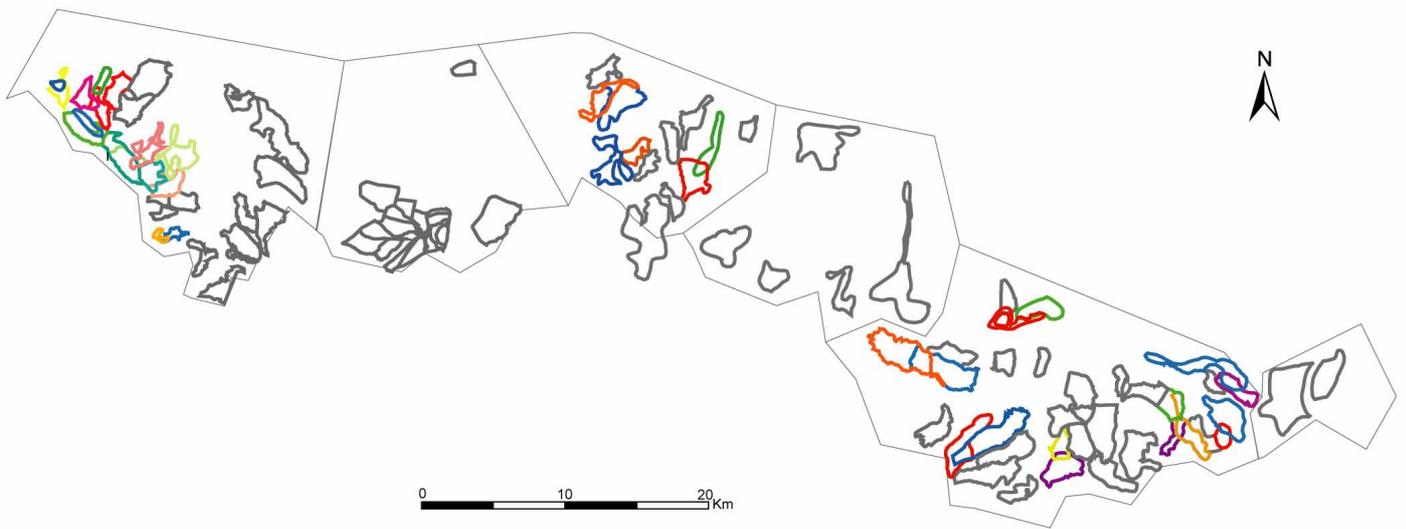


Figure 35. Superposition des unités pastorales des moutons.

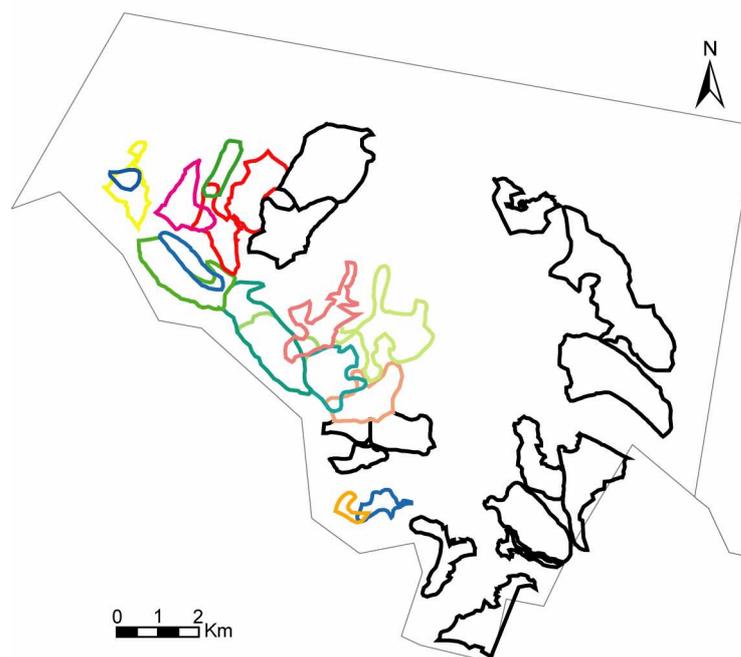


Figure 36. Détail des croisements des unités ovins en vallées d'Aspe : les unités colorées se croisent, non celles en noir.

A ce titre, la division est étrange. A quoi peut-elle correspondre ? Par ailleurs, la séparation nette des autres unités est remarquable de précision, étant donné que beaucoup sont parfaitement contiguës. On approche ici, en filigrane, la gestion de l'espace par les éleveurs. Il semble alors difficile de dépasser l'observation de cas tranchés (Fig. 35, 36 et 37) pour les expliquer, sans une connaissance du statut des terres, des règles d'attribution des estives, des éleveurs et des moyens de gestion, ce qui n'a pu être effectué cette année mais qui est envisagé. La question est très intéressante, et montre bien qu'au cœur du système se trouve l'homme.

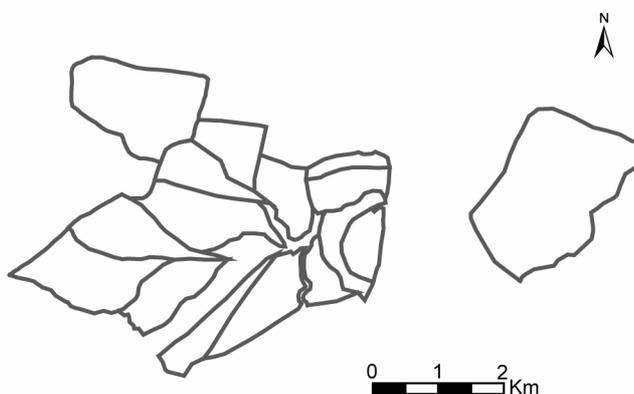


Figure 37. Détail d'unités « ovins » en vallée d'Ossau : aucune ligne n'en croise une autre.

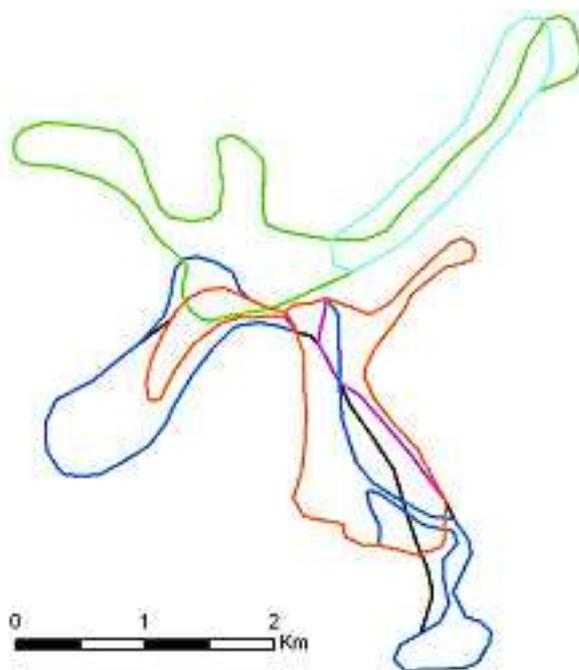


Figure 38. Détail d'unités entrelacées en vallée de Cauterets (bovins).

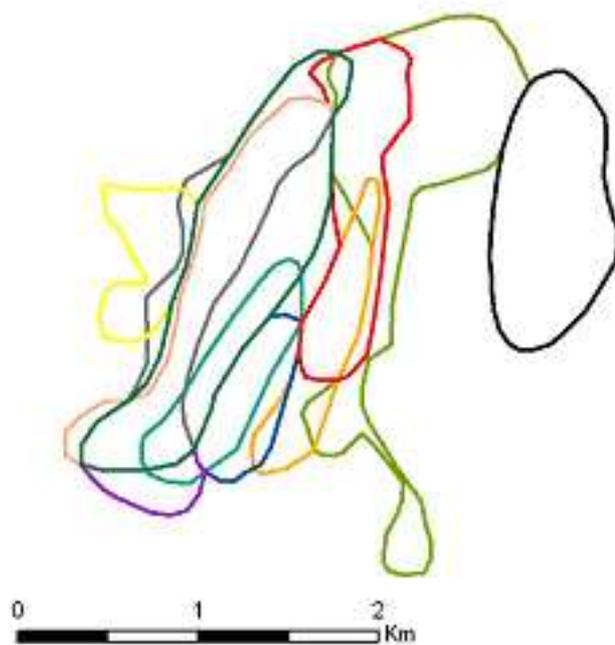


Figure 39. Détail d'unités « bovins » entremêlées en vallée d'Aure.

- *Dépassement de limites*

On a vu la superposition, le recouvrement, l'enchevêtrement des parcours. Il semblait aussi intéressant d'observer s'ils se conforment ou non aux cadres administratifs actuels, tels que les limites communales et la frontière entre la France et l'Espagne. Huit unités sur 220 dépassent les limites (Fig.38), de peu (Aspe, Luz) ou de beaucoup (Azun et Cauterets). Aucun dépassement ne s'observe en Ossau et Aure où les emprises semblent plus ramassées, confinées aux vallées ; ceci pourrait donc être imputé à la topographie. C'est donc peu, à peine 4 % des unités. Cependant, ces dépassements pourraient bien être révélateurs du flou qui caractérise les zones pastorales.

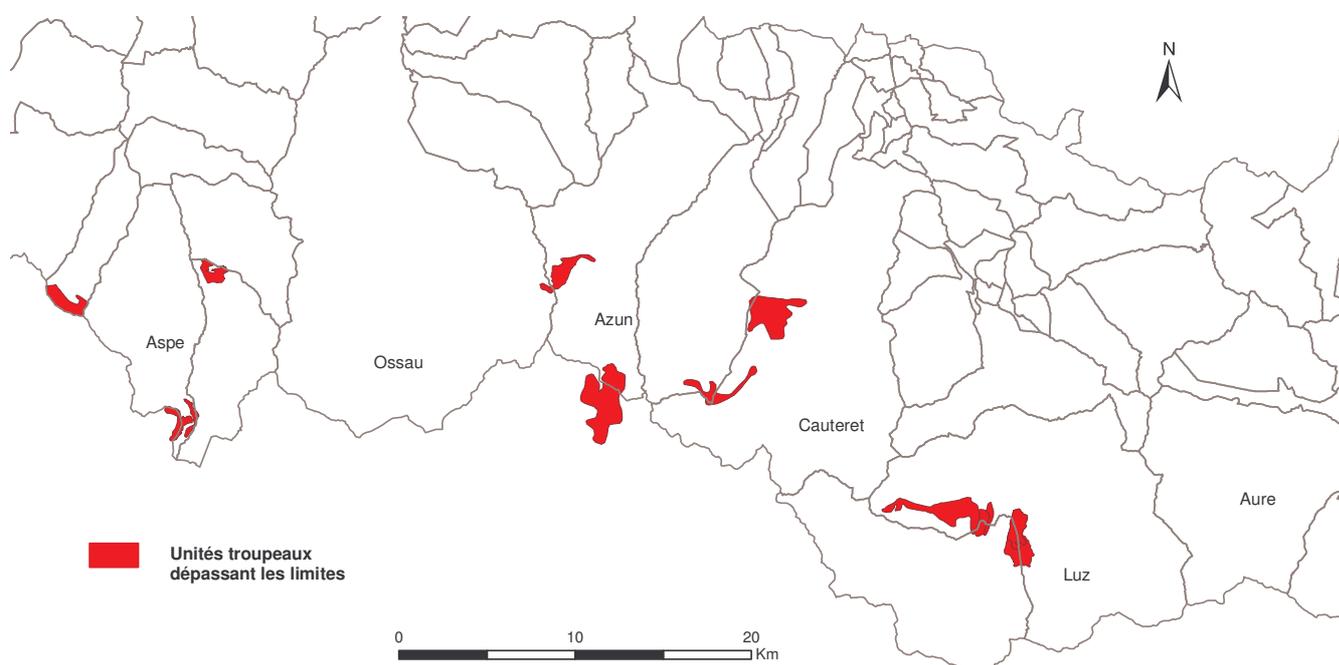


Figure 40. Unités pastorales qui dépassent les limites administratives.

3.4 Synthèse et perspectives

- *Synthèse*

Au terme de ces premières observations effectuées sur ces parcours actuels peut être tentée une petite synthèse sur les critères qui peuvent déterminer les formes des parcours, ou plus exactement de l'emprise des territoires de dépaissance. Ainsi, trois grands axes ont été dégagés : les ressources, les types d'élevage, le statut des terres et leur mode de gestion. À chacun sont rattachées plusieurs variables, dont la liste n'est pas exhaustive (Fig.39). Ainsi, on s'aperçoit que si la topographie paraît essentielle, elle est loin d'être le seul paramètre à prendre en compte.

Pour ce qui est de l'environnement et des ressources, la végétation et le relief ont déjà été évoqués. Ce dernier, on l'a vu, nécessiterait de plus amples recherches de manière à en quantifier l'influence dans la formation de ces territoires. En ce qui concerne l'hydrographie, elle n'a pu être étudiée pour l'instant en raison de l'insuffisance des données et, encore une fois, du chevauchement des polygones. La proximité de l'eau pour l'implantation de la cabane de berger n'apparaît pas, selon le témoignage de J. Blanc, berger, comme essentielle et « le troupeau broutant l'herbe fraîche n'est pas tenu de boire chaque jour. Si nécessaire, les ruisseaux ne manquent pas sur les parcours ». Mais il précise cependant que « le berger en tient compte dans ses tournées » (BLANC, ROUZAUD 1993 : 92-93). Les pastoralistes insistent sur ce critère : « la distance parcourue dépend principalement de la teneur en eau de la végétation (beaucoup d'eau et les animaux se déplaceront peu) » (BOURBOUZE, DONADIEU 1987 : 40 ; DAGET, GODRON 1995 : 327). L'importance de l'eau est bien sûr plus grande dans les pays chauds. Ainsi, « En milieu aride, les déplacements des troupeaux s'organisent autour d'un objectif majeur : faire boire les troupeaux. » (*ibid.*). Ces points d'eau organisent alors le territoire pastoral ; par exemple, en Éthiopie, « Chez les Boranas, le territoire pastoral (*Meda*) est organisé autour d'un ou plusieurs points d'eau permanents sur lesquels les clans disposent de droits exclusifs » (FAYE 1994 : 275). Même chose pour les touaregs, pour lesquels l'espace pastoral local est défini par les points d'eau qui concourent à circonscrire des terrains de parcours (BOURGEOU 1994 : 70). Enfin, E. Bernus note au terme d'une enquête auprès de bergers africains sur leurs circuits que « Le point d'eau est le centre de l'espace remarquable, reconnu, parcouru, vers lequel convergent les pistes » (BERNUS 1994 : 294). Les témoignages mettant en avant ce paramètre pour la construction des circuits sont donc nombreux et l'influence de l'hydrographie reste à mesurer pour la formation des territoires de dépaissance dans les Pyrénées.

Le second grand axe est constitué de l'élevage et ses modalités. Détaillés précédemment, ils restent à préciser. Disons simplement qu'il s'agit de choix opérés par les éleveurs, qui aboutissent à des systèmes pastoraux différenciés. Ces derniers peuvent être appréhendés dans la longue durée par l'archéologie et plus largement par une approche intégrée mêlant plusieurs disciplines.

Enfin, le dernier trait dégagé concerne le statut des terres, leur mode de gestion, qui reste une question vive. Le pastoralisme est constamment confronté à des situations très diverses du statut juridique du sol : domaine de l'état, propriété collective, bien religieux etc. (DAGET, GODRON 1995 : 30). Ces grandes étendues sont souvent collectives et diverses réponses ont été apportées au problème de l'accès aux estives. L'usage des parcours a souvent été codifié, mais a tout de même donné lieu à beaucoup de disputes ou de conflits d'intérêts...ce qui permet parfois d'en garder

trace, par les sources écrites. Pour exemple, C. Rendu a pu étudier des règlements de police rurale du XIXe s. pour appréhender les conditions d'accès aux pâturages de la montagne d'Enveig, par une confrontation des textes au terrain (RENDU 2003 : 468-477). L'approche ethnographique peut quant à elle documenter différents modes d'organisation de l'estivage, avec par exemple une gestion individuelle des troupeaux, des parcours et des productions en Ossau, tranchant avec une organisation collective en Soule (*ibid.* : 295). Il apparaît alors indispensable de continuer les recherches en ce sens pour l'exploration des données ici présentées.

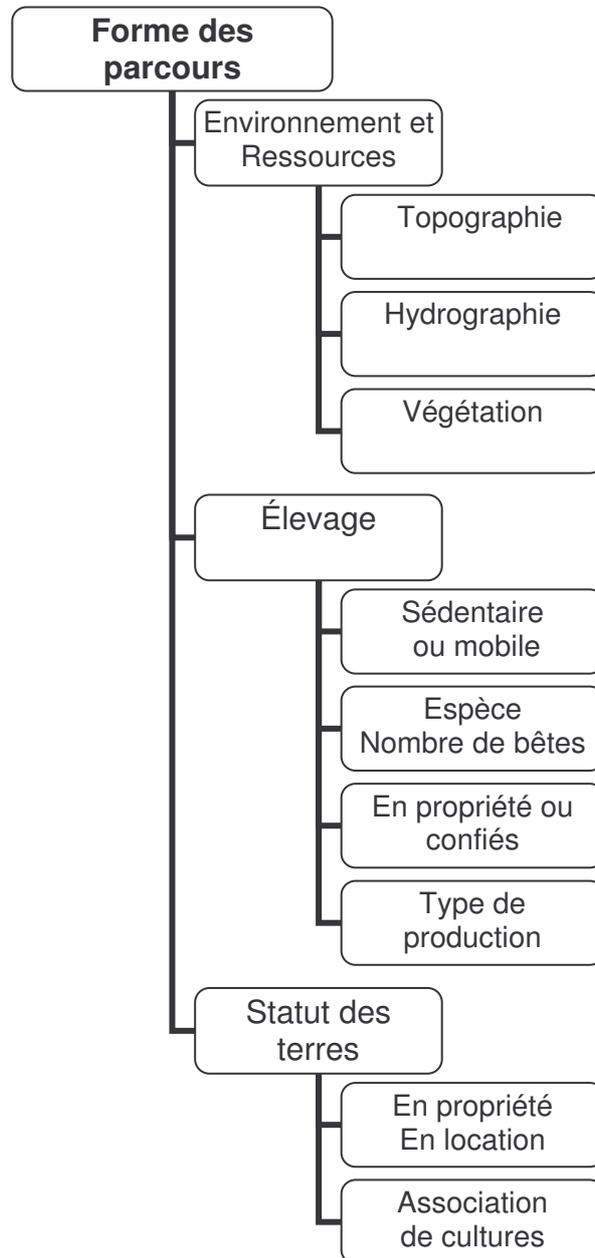


Figure 41. Organigramme des critères déterminant l'emprise territoriale des troupeaux.

Cette étude préliminaire a également marqué l'importance des questions d'échelle pour l'observation des parcours. Ainsi, un va et vient constant a eu lieu entre territoires d'une saison et territoires journaliers, emprise d'un troupeau et proximité de plusieurs troupeaux. À ce titre, on peut citer notamment P. Daget et M. Godron qui proposent dans leur synthèse *Pastoralisme. Troupeaux, espaces et société* plusieurs échelles pour aborder le processus de pâturage, en fonction des questions posées (DAGET, GODRON 1995 : 364). Ils distinguent trois échelles d'espaces et de temps (Fig.40) ; la première est celle du circuit journalier. La seconde correspond à l'échelle de la campagne de pâturage, où se retrouvent les unités qui contribuent à l'alimentation du troupeau au fil de la saison : le territoire du système d'élevage ; il peut être éclaté, collectif ou recouvrir plusieurs systèmes. Enfin, la dernière permet la prise en compte des systèmes d'élevage concernés par le même espace pastoral : « c'est celle qui permet de rendre compte des interactions écologiques d'une mosaïque d'écosystèmes soumis à la diversité de pratiques résultant des interactions au sein du système social local, donc du « paysage » » (*ibid.*).

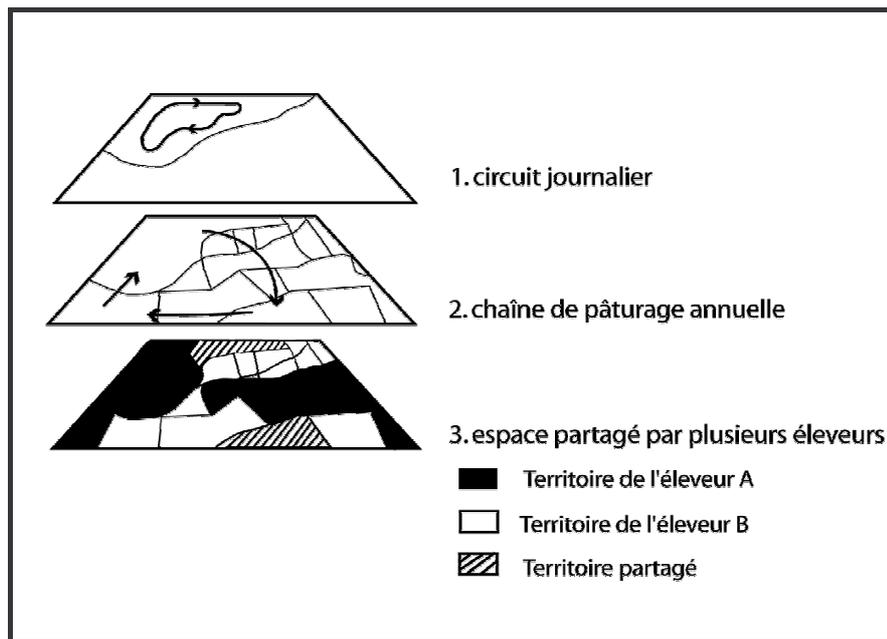


Figure 42. Trois niveaux d'organisation spatio-temporelle (d'après DAGET, GODRON 1995 : 364 ; source Hubert 1991).

Ces différents niveaux d'échelle sont à prendre en compte ; ils conditionnent les recherches sur le territoire pastoral. Un ouvrage pastoraliste, *De la touffe d'herbe au paysage. Troupeaux et territoires. Échelles et organisations*, est d'ailleurs consacré à la question (HUBERT, GIRAULT 1988). On y retrouve sensiblement les mêmes échelles que celles présentées ci-dessus, même si l'éventail est plus large, jusqu'à la station écologique, ou même la touffe d'herbe et le « coup de dent » notamment. On retiendra surtout qu'« il n'y a pas de transition automatique de proche en proche » (DURU, OSTY 1988), et que la finalité de la recherche consiste plus en une articulation entre ces niveaux qu'une imbrication ou un emboîtement (HUBERT 1988 : 265).

- Perspectives

Cette première approche a mis en évidence la grande singularité des territoires pastoraux, qui se manifeste notamment à travers leur discontinuité, par contraste avec des territoires auxquels on est sans doute plus habitué – ceux du cadastre, des cartes aux limites administratives nettes. Cette discontinuité fondamentale est sans doute liée à une autre caractéristique intrinsèque, la mobilité. Pour citer encore une fois l'enquête réalisée par E. Bernus sur les parcours touareg, l'auteur note que ces territoires sont souvent discontinus. Espace maîtrisé par le berger qui en connaît toutes les ressources, « Ce territoire où il déplace sa tente et son campement incarne un univers mobile et libre. Le territoire n'est jamais figé et peut à tout moment être déplacé (BERNUS 1994 : 296). Dans sa définition même, la notion de parcours implique des déplacements d'une ampleur certaine. Leurs pasteurs exploitent des espaces souvent plus vastes que ceux des éleveurs, et, surtout, plus fluctuants, par le biais de diverses formes de mobilité. Envisager ces mouvements des animaux et des éleveurs constitue alors, pour certains, l'une des difficultés essentielles dans les recherches sur le pastoralisme (VISSAC 1994 : 81).

Or, discontinuité et mobilité semblent à première vue comme absentes des modèles de la géographie spatiale. A. Boutot, auteur de *L'invention des formes*, souligne en préambule le désintérêt de la physique pour la forme ; il y voit la marque de l'incapacité de l'outil mathématique à appréhender les discontinuités. Les modèles physiques se révèlent impuissants à formaliser les discontinuités empiriques : ils font intervenir des fonctions régulières qui sont par nature, continues. De là découle ce « primat du continu » (BOUTOT 1993 : 15). Alors, il note « l'irruption du non-linéaire » depuis une trentaine d'années et expose des théories morphologiques qui « apportent un nouveau langage destiné à déchiffrer et rationaliser le monde mouvant des formes ». Ces théories – catastrophes, fractales, théorie du chaos – ont pour domaine de prédiction les formes irrégulières ou « chaotiques », ou encore brisées, fracturées, enchevêtrées. Le mot fractal signifie d'ailleurs lui-même fragmenté, fractionné, irrégulier, interrompu. À propos de la géométrie fractale, l'auteur considère que son inventeur, B. Mandelbrot, replace la géométrie dans sa

perspective originelle « qui est d'être, si on se fie à l'étymologie, une mesure (*metron*) et une description de la terre (*gê*). ». Tandis que la géométrie fractale serait conforme au projet géométrique lui-même, la géométrie euclidienne ne serait qu'une géométrie partielle, c'est-à-dire une géométrie parcellaire, ou plutôt de la parcelle. Cette dernière n'a pas été conçue pour embrasser la terre dans sa complexité et en sa diversité, mais uniquement pour mesurer les terres. « Cette géométrie est en effet issue d'un problème concret et singulièrement limité : « la détermination de la forme dans les plaines plus ou moins plates de la vallée du Nil » d'où l'importance qu'y ont prise les notions de lignes, de plan, de cercle etc. bref des formes aux contours réguliers. » (*ibid.*).

Cette référence aux théories morphologiques peut apporter un éclairage épistémologique ; mais au-delà, leur complexité donne quelque peu le vertige et pose la question de leur applicabilité. D'une autre manière, la question a également été posée par les géographes ; on pourra par exemple se reporter à un numéro spécial de la revue *EspacesTemps* intitulé « Les apories du territoire » (surtout aux articles suivants : BIDAUD *et al.* 1993 ; LÉVY 1993 ; RETAILLÉ 1993). Des méthodes d'études plus « terre à terre », peut-être plus proches des parcours peuvent aussi être envisagées. Une discipline et ses outils apparaissent particulièrement adaptés ; il s'agit de l'écologie du paysage (FORMAN 1995 ; BUREL, BAUDRY 1999). D'abord, elle prend en compte les phénomènes d'échelles en s'appuyant sur la théorie de la hiérarchie (ALLEN 1987, BUREL, BAUDRY 1999 : 30 ; 81). Pluridisciplinaire, cette approche intègre l'apport de l'agronomie et de l'anthropologie (BUREL, BAUDRY 1999 : 45). Surtout, elle tient compte des mouvements dans l'étude des paysages (Fig.41) (*ibid.* : 229- 240).

Echelle spatiale	Type de mouvement	Structure spatiale
Tache de ressource	Sélection des aliments	Distribution des aliments Taille et forme des taches Obstacles à une échelle fine
Tache d'habitat	Recherche de zone d'alimentation, surveillance du territoire	Configuration des taches de ressources Abri Topographie et facteurs abiotiques
Mosaïque paysagère	Dispersion	Taille, forme, isolement des taches Connectivité, perméabilité du paysage
Région	Migration	Géomorphologie, Barrière à l'échelle de la région

Figure 43. Les types de mouvements des animaux et leurs relations avec les structures spatiales, une approche hiérarchique (d'après : BUREL, BAUDRY 1999 : 231, source Ims 1995).

Tout porte à penser que « la théorie de la hiérarchie et son application à l'écologie du paysage constituent un acquis central pour la représentation des formes des territoires de l'élevage et de leur évolution dans une configuration complexe » (J. Baudry 1985, *in* : VISSAC 1994 : 81). Des auteurs notent que l'écologie des paysages est l'une des clefs de la connaissance des pâturages. Selon une méthodologie fondée sur « la théorie des taches », cette discipline les conduit à distinguer, dans chaque territoire, trois éléments. D'abord, la matrice* est constituée, pour les pastoralistes, d'une formation végétale herbacée ou ligneuse basse plus ou moins ouverte. D'autre part, les taches* sont des bosquets d'arbres, des dépressions humides, des rochers, des plages de terres nues, mais aussi les abreuvoirs, les étables ou les bergeries. Enfin, les chemins, rivières et les haies forment des corridors* ; les animaux se déplacent parallèlement à ces corridors, et ceux-ci sont aussi un obstacle transversal pour les animaux, pour le vent, pour le sable (DAGET, GODRON 1995: 66). Les auteurs proposent ensuite un exemple pour un élevage du Champsaur (Hautes-Alpes) (*ibid.*: 78). Sans aller plus en avant dans la description de cette science jeune qui prolonge de nombreuses disciplines des sciences biologiques, physiques et humaines, l'écologie du paysage apparaît très intéressante pour l'étude du paysage pastoral et ses mouvements.

Un parallèle avec cette méthode de modélisation peut être fait avec un autre formalisme, développé par les géographes, notamment R. Brunet : les chorèmes*. Ils ont été utilisés, par exemple, par J.-P. Cheylan pour rendre compte de l'utilisation d'un alpage par un berger du nom d'André Leroy (CHEYLAN *et al.* 1990), dont les pratiques ont été bien étudiées auparavant (cf. chap. 2.1.2). L'emploi des chorèmes paraît demander une exploration complète et une grande compréhension du sujet d'étude. Ils constituent ainsi des modèles qui servent à synthétiser et à communiquer l'aboutissement d'une recherche. D'autres modèles peuvent en constituer des étapes. Ceci amène à souligner que les termes modélisation, modèle*, recouvrent des sens, des champs bien différents ; ces termes flous se déclinent selon les angles de vue des disciplines (CHEYLAN *et al.* 1999). Leur définition est très différente selon que l'on se situe dans le domaine de la géographie, de l'informatique ou encore des statistiques. En restant dans la première discipline, en analyse spatiale, le modèle rend compte de régularité dans l'organisation spatiale d'un phénomène (modèle descriptif) ou de l'action des lois d'organisation de l'espace (modèle explicatif) (*ibid.*). Revenons maintenant au modèle comme étape de la recherche : il peut s'agir d'outils à base de simulation (prédiction, test de scénarios). On citera à titre d'exemple la simulation de l'évolution d'un paysage au moyen d'un modèle multi agents (POIX, MICHELIN 2000), une étude prenant en compte les choix des acteurs (AQUINO *et al.* 2002) ou encore « Un simulateur pour explorer les interactions entre dynamique de végétation et de pâturage » (BOMMEL, LARDON 2000). Bien sûr, ces modèles peuvent donner des idées mais sont « pointus », basés sur des données actuelles

précises, non lacunaires... que l'archéologie ne permettra sans doute jamais de restituer. Dans cette perspective peut être évoquée la démarche originale de D. Van Hove qui s'applique aux périodes anciennes. L'auteur a élaboré une méthodologie pour reconstituer le paysage socio-économique au néolithique à l'aide d'un SIG (VAN HOVE 2003 ; VAN HOVE 2004a ; VAN HOVE 2004b). De plus, le caractère lacunaire de l'archéologie tout comme le caractère flou, flexible de ces données pastorales aux limites évanescentes pourrait peut-être être pris en considération dans des méthodes probabilistes, intégrant une part d'incertitude. Basés sur la logique floue – *fuzzy logic*, il semble que ces procédés soient assez récents et en plein essor (pour un exemple archéologique, voir NACKAERTS, GOVERS 1999).

Dans le domaine de l'éthologie* et des sciences cognitives*, certaines recherches s'attachent à la simulation du comportement animal. Le concept de carte cognitive peut être utilisé comme outil de modélisation du comportement spatial d'acteurs virtuels. Inventé par E. Tolman dans la première moitié du XIXe, ce concept de *cognitive map* renferme la capacité des animaux à se représenter leur environnement et l'idée d'intention. Il est appliqué dans une étude pour simuler le comportement de bergers, de moutons et d'un chien (PARENTHOËN, TISSEAU *et al.* 2001). Cet article témoigne de la recherche fondamentale sur les processus cognitifs*. Un autre exemple, appliqué cette fois, semble plus accessible et plus utile directement pour étudier le comportement spatial des troupeaux (CAMBIER *et al.* à paraître). Cette étude de recherche-développement, encore à ses débuts, a pour objectif, du point de vue informatique, de concevoir et formaliser un modèle de simulation multi-agents applicable à la divagation des troupeaux. Du point de vue pastoral, il s'agit de prendre en compte la composante spatiale du comportement des troupeaux dans l'étude de la fertilité des sols ; l'anticipation de ces comportements pourrait permettre de proposer de nouvelles stratégies de développement du terroir (*ibid.*). Ces démarches sont intéressantes dans le sens où elles mettent l'accent sur les processus cognitifs et la conception de l'espace des animaux et des hommes. Cela peut être relié à certaines études ethnographiques ; par exemple, É. Bernus note que « Si le calendrier du nomade diffère de celui du paysan, sa conception de l'espace s'en éloigne également. Pour le berger nomade, les parcours doivent être ouverts pour lui permettre de faire avancer sans obstacles. Il lui faut un espace libre et non un espace confiné (...) Le berger nomade connaît ses parcours : ils constituent un tissu maillé de lieux dits, toponymes se référant à une particularité – forme du relief, arbre remarquable » (BERNUS 1994 : 294). Alors, « La notion de territoire apparaît comme un concept très influencé par les relations entre les individus et les comportements » (MOLÉNAT 1988 : 163) ; l'étude des conceptions et des intentions des individus semble essentielle pour la compréhension des parcours de troupeaux.

Conclusion

Les résultats de cette étude pourront paraître bien minces, tout comme certaines sources n'ont été évoquées que trop brièvement (les sources archéologiques et les sites pastoraux, notamment). Disons qu'en cette année de transition du diplôme, ce mémoire résulte d'un compromis entre un état de la recherche, des sources disponibles pour répondre à un sujet de large visée –soit une étude de faisabilité– et le traitement complet d'un corpus archéologique donné.

Ce sujet original réunit des domaines de recherche fort variés. Il est situé à la croisée de nombreux regards, de disciplines, de méthodes et d'outils, ce qui pose une importante question méthodologique due à ces divergences de point de vue, celle des différences d'échelles spatio-temporelles notamment. Il soulève d'autres questions théoriques importantes, mises en évidence lors de cette première approche ; la notion de territoire et la conception dont s'en font les archéologues est essentielle. Ensuite, la vue de ces formes si singulières, enchevêtrées, superposées, découpées interroge sur la géométrie, la cartographie et leur tendance à rigidifier l'espace. Ceci amène à se demander comment restituer cartographiquement des espaces en mouvement, toujours animés, dynamiques aussi bien à l'échelle journalière que séculaire.

Les premiers traitements réalisés sur la base de données des parcours actuels du PNP ont d'abord mis en évidence la difficulté à structurer et formaliser ces données si particulières. Si des ébauches de réponses ont été apportées, elles restent partielles et imparfaites ; une réflexion plus poussée serait nécessaire pour trouver des moyens qui permettraient une exploration plus complète des formes de ces territoires notamment. De même, les méthodes statistiques mises en œuvre pour l'instant sont simples et ne prennent en compte qu'un nombre restreint de critères ; il serait sans doute intéressant de pouvoir mener une étude globale des individus et des variables, ce qui est possible grâce à de nombreux outils mais qui nécessite un certain investissement.

Enfin, au terme de cette étude, la confrontation des cartes au terrain apparaît indispensable. Ceci pourra certainement, en retour, apporter de nouveaux éclairages ; on peut ainsi, dans cette perspective, envisager des enquêtes auprès de bergers afin de tenter de mieux saisir leurs pratiques. Si des suivis de parcours à petite échelle ne sont pas envisageables de par leur investissement, des relevés plus ponctuels d'itinéraires seraient concevables et souhaitables.

GLOSSAIRE

La plupart des définitions des termes du domaine de la géomatique sont extraites du numéro 3-4 de la revue *Histoire et mesure* de 2004, intitulé « Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire ». Les autres références, plus ponctuelles, sont signalées.

BD-Altitude® : référentiel du relief terrestre sur la France, cette base est une gamme complète de MNT (Modèles Numériques de Terrain) qui décrivent la forme du terrain à différentes échelles du 1/50 000^e au 1/ 1 000 000^e (projection Lambert Zone, Lambert II étendu et Lambert 93, précision décimétrique). Produit édité par l'IGN.

BD-Carto® : base de données cartographique de référence. Utilisée de l'échelle départementale (1/50 000^e) à l'échelle régionale (1/250 000^e), elle décrit l'ensemble des informations présentes sur le territoire français (réseau routier, hydrographie, unités administratives, toponymes, etc.) (projection Lambert II étendu et Lambert 93). Produit édité par l'IGN.

BD-Ortho® : cette Base de Données se compose d'orthophotographies ou photographies aériennes rectifiées, qui comportent des indications de géoréférencement. Leur résolution est de 50 cm. Les données source sont des prises de vue aériennes couleur à l'échelle du 1/25 000^e et le Modèle numérique de terrain issu de la BD-Altitude® (projection Lambert II étendu et Lambert 93). Produit édité par l'IGN.

Chorème : selon ses concepteurs, structure élémentaire de l'espace géographique qui permet une combinatoire dont résultent d'innombrables types de réalités géographiques existant, ayant existé ou pouvant exister (LÉVY, LUSSAULT 2003).

Coefficient de corrélation linéaire (r) : il indique l'intensité d'un lien de type linéaire entre deux variables quantitatives. Sa valeur est comprise entre -1 et +1. Absence de corrélation lorsque r est nul, forte corrélation positive lorsque $r = 1$ et forte corrélation négative lorsque $r = -1$ (MINVIELLE, SOUIAH 2003).

Cognitif : en psychologie, se rapporte aux processus par lesquels un être vivant acquiert des informations sur un environnement.

Corridor : les corridors sont des éléments linéaires du paysage dont la physionomie diffère de l'environnement adjacent. Ils ont plusieurs rôles dont celui de conduit, qui favorise le mouvement, ou de barrière qui le limite (BUREL, BAUDRY 1999).

Couverture (coverage) : limite géographique d'une partie du monde réel correspondant à un thème et contenant des objets géographiques modélisés se rapportant à lui.

Draille : nom dans les Alpes, en Languedoc, des chemins de troupeaux qui se rendent sur les pâturages d'été. En général, ces chemins ont une plus grande largeur que les autres. On trouve aussi carraire en Provence (LACHIVER 1997) ; chemin de transhumance (MESQUI 1994).

Éthologie : étude scientifique du comportement des animaux.

Guardar : périmètre de dépaissance attribué, sur l'estive, à une cabane, ou plus largement aire de dépaissance attribuée à un troupeau et à son berger (RENDU 2003).

Khi-deux (χ^2) : ce test permet de conclure si deux variables qualitatives nominales sont indépendantes ou dépendantes. C'est la mesure d'un écart entre une situation observée et une situation théorique d'indépendance (MINVIELLE, SOUIAH 2003).

HBDS (*Hypergraph Based Data Structure*) : méthode de modélisation conceptuelle basée sur la théorie des graphes et des hypergraphes ainsi que sur celle des ensembles dans le cadre de la modélisation conceptuelle.

Ligneux : qui contient du bois, ou de la nature du bois ; s'oppose à herbacé (FERDIÈRE 1999).

Matrice : élément dominant du paysage, dans les paysages agraires on parle de matrice agricole pour l'ensemble des parcelles dont l'usage est voué à la production agricole (BUREL, BAUDRY 1999).

Mode raster : correspond au mode balayage, au mode point à point, au mode maillé. L'information spatiale et thématique correspond au contenu de l'objet géographique étudié assigné à la surface de la maille. La dimension de la maille ou résolution est définie en fonction de la taille du plus petit objet géographique. Le mode raster est unidirectionnel.

Mode vecteur : le document analogique est constitué par un réseau de lignes parallèles dont chacun des points correspond aux nœuds d'un réseau. Chaque segment de droite peut être considéré comme une succession de points représentées par des coordonnées (x, y). En chacun d'eux est affecté un vecteur, entité mathématique définie par une ou des direction(s) et une

longueur. L'information spatiale et thématique correspond au contenant de l'information géographique. Le mode vecteur est pluridirectionnel.

Modèle : représentation schématisée (HAGGET 1973), simplifiée (Le petit Robert), formalisée (BRUNET 1992) de la réalité, d'un processus, d'un système, d'un point de vue, le plus souvent élaboré en vue d'une démonstration (HAGGET 1973). Un modèle formel a pour but de clarifier un système ou un point de vue ; un modèle de référence de le comparer à la « réalité ». Formalisation théorique d'une réalité, plus réduite qu'une théorie dans son formalisme mathématique, sa généralité ou sa portée. (CHEYLAN *et al.* 1999). Le modèle est l'incarnation concrète de la théorie. La relation avec la théorie est qu'il satisfasse les postulats de la théorie. Parce qu'il y a plusieurs façons pour qu'une théorie soit satisfaite, il y a plusieurs modèles possibles (Palmer, 1978, cité par GIRARD 2004).

Modèle géométrique : les objets et les éléments sont indépendants les uns des autres. Les éléments sont des points, des lignes, des surfaces (polygones). Le modèle géométrique correspond au mode vecteur.

Modèle spaghetti : les données ne sont pas structurées et ne possèdent aucune relation entre elles. Ce modèle correspond au mode vecteur.

Modèle topologique : les objets, les éléments sont dépendants les uns des autres. Les éléments sont des sommets, des nœuds, des arcs, des faces de graphes (polygones), ils possèdent de propriétés topologiques et des relations topologiques (cf. topologie). Ce modèle correspond au mode vecteur.

Opérateur spatial topologique : un opérateur est une fonction ou procédure acceptant des paramètres en entrée, et restituant un résultat en sortie. Dans le cas d'un opérateur spatial, les paramètres d'entrée ainsi que le résultat peuvent être aussi bien des objets que des attributs attachés à ces objets. Les opérateurs spatiaux topologiques permettent de traiter les relations spatiales établies entre les objets géographiques (intersection, union, inclusion, adjacence, proximité, agrégation, etc.).

Parcours : souvent employé au fil du texte dans son acception courante - chemin, trajet suivi pour aller d'un point à un autre ou encore itinéraire, circuit, ce terme recouvre un sens sensiblement différent pour les pastoralistes. Au sens strict, il peut être réservé à des surfaces pâturées qui ne subissent aucune opération culturelle particulière destinée à en améliorer l'intérêt pour l'alimentation du troupeau, hormis le pâturage et le feu. Ce terme regroupe alors des milieux très

variés, des végétations et des sols très divers ; il n'est alors pas possible de caractériser les parcours par leur environnement et ce qui rapproche ces milieux si différents est leur usage pastoral. Le concept de parcours est donc relié à une notion d'usage qui implique des déplacements d'une ampleur certaine (MOLÉNAT 1988 ; DAGET, GODRON 1995).

Pla : catalan et occitan : étendue de terrain très plate. Du point de vue de la géomorphologie des Pyrénées, le nom, très présent dans la toponymie, désigne souvent, en haute montagne, les surfaces d'aplanissement d'origine structurale ou les ombilics glaciaires (RENDU 2003).

Reposoir : aire où le troupeau se regroupe régulièrement, se repose et se couche, dans la journée ou pour la nuit. Les reposoirs sont marqués par le piétinement, par l'abondance des crottins ou des bouses, par une végétation nitrophile (RENDU 2003).

Scan25* : ce sont des images numériques géoréférencées, issues du scannage des cartes IGN à l'échelle du 1/25 000° (projection Lambert Zone, Lambert II étendu et Lambert 93). Produit édité par l'IGN.

Sciences cognitives : ensemble des sciences qui s'intéressent à la connaissance (psychologie, linguistique, Intelligence Artificielle, etc.).

SGBD : Système de Gestion de Base de Données.

SIG (Système d'Information géographique) : système informatisé permettant, à partir de diverses sources, de rassembler (collecter) et d'organiser, de gérer, de modéliser (modélisation spatiale, structuration spatiale), d'analyser et de combiner (analyse spatiale), de simuler (simulation spatiale, scénarii), d'élaborer et de présenter des informations localisées géographiquement afin de contribuer à la connaissance de l'espace. Un SIG est aussi un concept qui sous-tend la notion de modélisation selon une approche phénoménologique. Un Système informatisé est défini comme l'ensemble des méthodes d'information et des logiciels d'application qui prennent appui que le système informatique pour son exploitation alors qu'un système informatique est défini comme un ensemble de matériels et de logiciels.

Tache : élément du paysage défini par sa taille, sa forme et sa nature (BUREL, BAUDRY 1999).

TIN : tessellation irrégulière ou maillage irrégulier constitué à partir d'un semis de points irréguliers dont la forme géométrique des mailles est un triangle. Celui-ci constitue un réseau de

triangles irréguliers connu sous le nom de tessellation de Delaunay qui est le dual du diagramme de Voronoï.

Topologie ou science des voisinages : branche des mathématiques créée par le mathématicien français Poincaré à la fin du XIX pour pouvoir formaliser des raisonnements de nature qualitative. La topologie s'intéresse aux relations de voisinage entre les objets localisés géographiquement ou non. Elle permet de formaliser mathématiquement une approche, une description qualitative. Les relations de voisinage entre les objets s'expriment en termes de continuité, de contiguïté, de proximité, d'adjacence, de connectivité. Une modification des relations spatiales entraîne une modification de la topologie (*Système d'information... 2004*). L'application des principes de la topologie en géomatique assure la cohérence des données géométriques et facilite leur utilisation parce qu'elle élimine la redondance des points, lorsqu'il s'agit de former des lignes, et la redondance des lignes, lorsqu'il s'agit de former des polygones (Gouvernement du Québec 2003, cité par GIRARD 2004).

Variance : expression synthétique de la variabilité des individus dans une population statistique (moyenne arithmétique des carrés des écarts à la moyenne); « l'analyse de la variance » est une méthode statistique d'étude qui prend en compte la totalité de la variation présente dans les données (FERDIÈRE 1999).

BIBLIOGRAPHIE ALPHABÉTIQUE

Les ouvrages précédés d'un astérisque ont été consultés, non cités dans le texte mais reportés ici pour leur valeur de référence.

Abréviations :

AFP : Association française de Pastoralisme
AGER : Association d'Étude du monde Rural Gallo-romain
APDCA : Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances Archéologiques
CAA : Computer Applications and quantitative methods in Archaeology
EHESS : École des Hautes Études en Sciences Sociales (EHESS).
ENSG : École Nationale des Sciences Géographiques
ESRI : Environmental System Research Institute
INRA : Institut National de la Recherche Agronomique
IGN : Institut Géographique National
IRD : Institut de Recherche pour le Développement (ex-orstom)
ISA : Information Spatiale et Archéologie
ORSTOM : Institut français de Recherche Scientifique pour le développement en coopération.
PUF : Presses Universitaires de France
SAD : Systèmes Agraires et Développement

Initiation... 1997

Groupe Chadule - *Initiation aux pratiques statistiques en géographie*, Paris, Armand Colin, 202 p.

**Ethnoarchéologie...* 1992

Ethnoarchéologie : justification, problèmes, limites, actes des XIIe Rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes, 17-18-19 octobre 1991, Juan-les-Pins, APDCA, 452 p.

Petit guide... 2005

Petit guide d'analyse des données à l'aide de la méthode MERISE,
<http://sqlpro.developpez.com/cours/modelisation/merise/>

Production pastorale... 1987

Quatorze années de recherches sur les sociétés pastorales, *Production pastorale et société, recherches sur l'écologie et l'anthropologie des sociétés pastorales*, 20 : 3-8.

Une cartographie... 1999

Une cartographie interactive du domaine pastoral pyrénéen : le volet pastoral du SIG Pyrénées, *Pastum*, 70 : 19-22.

ALBALADEJO, ELLSASSER 1988

Albaladejo C., Ellasser K. - Des échelles de travail adaptées à l'étude systémique d'un territoire. L'exemple des Cévennes sud et des activités d'élevage de la vallée de Taleyrac, *in* : HUBERT, GIRAULT 1988 : 28-39.

*ALLEN 1987

Allen T. F. H. - Hierarchical complexity in ecology: A noneuclidian conception of data space, *Vegetation History and Archeobotany*, 69 : 17-25.

AQUINO *et al.* 2002

Aquino P. *et al.* - Du jeu de rôle à la simulation : pour des systèmes d'information à référence spatiale conçus directement par les acteurs, *L'information géographique*, 4 : 310-324.

BALENT 1993

Balent G. - Cartographier des activités de pâturage sur un territoire hétérogène avec le logiciel " Carpat ", *in* : LANDAIS, BALENT 1993 : 265-281.

*BALENT 1987

Balent G. - *Structure, fonctionnement et évolution d'un système pastoral. Le pâturage vu comme un facteur écologique piloté dans les Pyrénées centrales*, Thèse doct. d'état, Université de Rennes I, 146 p.

*BERGE 1958

Berge C. - *Théorie des graphes et ses applications*, Dunod.

BERNARDET 1994

Bernardet P. - Éleveurs et agriculteurs en Côte d'Ivoire : spécialisation et complémentarité, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 237-268.

BERNUS 1994

Bernus E. - Le berger touareg et le paysan, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 291-302.

BERTHELOT 2001

Berthelot J.-M. - *Épistémologie des sciences sociales*, Paris, PUF, 593 p.

BERTIN 1977

Bertin J. - *La graphique et le traitement graphique de l'information*, Paris, Flammarion, 277 p.

BIDAUD *et al.* 1993

Bidaud A., *et al.* - Éditorial : l'impensé du territoire, *Espacestems les cahiers*, 51/52 : 4-5.

BLANC, ROUZAUD 1993

J. Blanc, A. Rouzaud - Cabanes de bergers en terre des montagnes de l'Ariège, *in* : DUCLOS, PITTE 1993 : 91-99.

BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994

Blanc-Pamard C., Boutrais J. (dir.) - *À la croisée des parcours. Pasteurs, éleveurs, cultivateurs*, Paris, ORSTOM, 336 p.

BOMMEL, LARDON 2000

Bommel P., Lardon S. - Un simulateur pour explorer les interactions entre dynamique de végétation et de pâturage. Impact des stratégies sur les configurations spatiales, SIG et simulation, *Revue internationale de géomatique*, 10 : 107-130.

*BOURBOUZE 1982

Bourbouze A. - *L'élevage dans la montagne marocaine*, Thèse de doctorat, INA, Paris-Grignon, 345 p.

BOURBOUZE, DONADIEU 1987

Bourbouze A., Donadieu R. - *L'élevage sur parcours en régions méditerranéennes*, Montpellier, CIHEAM/IAM, 104 p.

BOURGEOT 1994

Bourgeot A. - Une rupture du couple écologie-économie. La crise du pastoralisme touareg, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 63-78.

BOUROCHE, SAPORTA 2002

Bouroche J.-M., Saporta G. - *L'analyse des données*, Paris, Que sais-je ?, 1^{ère} édition 1980, 127 p.

BOUTOT 1993

Boutot A. - *L'invention des formes*, Paris, Odile Jacob, 376 p.

BOUTRAIS 1999

Boutrais J. - Journées de bergers au nord du Cameroun, *in* : Poncet Y. (dir.) - *Les temps du Sahel*, Paris, IRD, <http://www.bondy.ird.fr> : 55-80.

*BOUTRAIS 1984

Boutrais J. - *Élevage soudanien. Des parcours de savane aux ranchs : Cameroun - Nigeria*, Paris, ORSTOM, 148 p.

BUREL, BAUDRY 1999

Burel F., Baudry J. - *Écologie du paysage. Concepts, Méthodes et Applications*, Paris, Tec&Doc, 359 p.

BUTEL 1894

Butel F. - *Une vallée pyrénéenne. La vallée d'Ossau*, Paris, 193 p.

CALASTRENC 2005

Calastrenc C. - Archéologie pastorale en vallée d'Ossau, Rapport de prospection -inventaire, campagne 2004, SRA Aquitaine, Parc National des Pyrénées, 2 vol.

CALASTRENC 2004

Calastrenc C. - De pierre, de terre, de bois. Un regard comparatif sur les cabanes pyrénéennes, *in* : RENDU 2004 : 32-45.

CAMBIER *et al.* à paraître

Cambier C. - *Modèle de comportement spatial de troupeaux de bovins pour la gestion d'un terroir*, 10 p.

CAVAILLÈS 1931

Cavaillès H. - *La vie pastorale et agricole dans les Pyrénées des gaves, de l'Adour et des Nestes*, Paris, Armand Colin, 113 p.

CAUVIN, RIMBERT 1976

Cauvin C., Rimbart S. - *Les méthodes de la cartographie thématique, fascicule 1 : La lecture numérique des cartes thématiques*, Fribourg (Suisse), Ed. Universitaires de Fribourg, 172 p.

CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b

Chareille P., Rodier X., Zadora-Rio É. - Analyse des transformations du maillage paroissial et communal en Touraine à l'aide d'un SIG, *Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire, Histoire & Mesure*, 19, 3/4 : 317-344.

CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004a

Chareille P., Rodier X., Zadora-Rio É. - L'utilisation des outils SIG pour l'analyse des transformations du maillage paroissial en Touraine, *Conférence francophone ESRI 2004*, http://www.esrifrance.fr/sig2004/communications/Univ_Tours/Univ_Tours.htm

CHENORKIAN 1996

Chenorkian R. - *Pratique archéologique statistique et graphique*, Paris, Errance, 162 p.

CHEVALIER 1956

Chevalier M. - *La vie humaine dans les Pyrénées ariégeoises*, Paris, 1060 p.

CHEYLAN *et al.* 1999

Cheyland J.-P. *et al.* - Les mots du traitement de l'information spatio-temporelle, *Représentation de l'espace et du temps dans les SIG, Revue internationale de géomatique*, 9 : 11-23.

CHEYLAN, DE CAMBRAY 1995

Cheyland J.-P., De Cambray B. - *Cassini-axe a : Approches multidimensionnelles (temps et 3d), rapport d'activité " programme de recherche SIG "*, 1993-1995,
<http://www-cassini.univ-mrs.fr/fr/pr9395-A.html#toA33>

CHEYLAN *et al.* 1990

Cheyland J.-P., Deffontaines J.-P., Lardon S., Savini I. - Les pratiques pastorales d'un berger sur l'alpage de Vieille Selle : un modèle reproductible, *Mappemonde*, 4 : 24-27.

CHISOLM 1962

Chisolm M. - *Rural settlement and land use. An essay in location*, London, John Wiley and Sons, 207 p.

*COHEN, LARDON, *et al.* 2003

Cohen M., Lardon S., *et al.* - *La brousse et le berger*, Paris, CNRS, 356 p.

CHRISTOPHERSON, BARABE, JOHNSON 1999

Christopherson G. L., Barabe P., Johnson P. S. - *Using arc grid's pathdistance function to model catchment zones for archaeological site of the Madada plain*, Jordan,
<http://gis.esri.com/library/userconf/proc99/proceed/papers/pap590/p590.htm>

*COURGEAU 2003

Courgeau D. (dir.) - *Methodology and epistemology of multilevel analysis. Approaches from different social sciences*, Boston, Dordrecht, London, Kluwer Academic Publishers, 238 p.

DAGET, GODRON 1995

Daget P., Godron M. (dir.) - *Pastoralisme. Troupeaux, espaces et sociétés*, Paris, AUPELF, UREF, 512 p.

DAVASSE 2000

Davasse B. - *Forêts, charbonniers et paysans dans les Pyrénées de l'Est du Moyen Âge à nos jours. Une approche géographique de l'histoire de l'environnement*, Toulouse, GEODE, Université du Mirail, 286 p.

DENÈGRE, SALGÉ 1996

Denègre J., Salgé F. - *Les systèmes d'information géographique*, Paris, PUF, Que sais-je ?, 127 p.

DIGARD 2001

Digard J.-P. - Compte rendu : A. Bornard et C. Brau-Nogué (dir.), *Le pastoralisme en France à l'aube des années 2000*, Montpellier, AFP, hors sér., La Cardère, 2000., *Études rurales*, 157-158,
<http://etudesrurales.revues.org/document43.html>

DINGWALL, EXON, *et al.* 1999

Dingwall L., Exon S., *et al.* - *Archaeology in the age of internet*, CAA 97, Oxford, Archaeopress, 280 p.

DJINDJIAN 1991

Djindjian F. - *Méthodes pour l'archéologie*, Paris, Armand Colin, 401 p.

DUCLOS, PITTE 1993

Duclos J.-C., Pitte A. - *L'homme et le mouton dans l'espace de la transhumance*, Grenoble, Glénat, 312 p.

DURU, OSTY 1988

Duru M., Osty P.L. - À propos des niveaux d'échelles dans les études de l'interface homme – milieu. Proposition d'une grille d'organisation, *in* : HUBERT, GIRAULT 1988 : 229-244.

EJSTRUD à paraître

Ejstrud B. - Cost surface analysis and ancient road : a comparison, *Temps et espaces de l'Homme en société : analyses et modèles spatiaux en archéologie*, colloque d'Antibes, CEPAM et réseau ISA, 21-23 oct. 2004.

FAU 2004

Fau L. - Les monts d'Aubrac : Approches d'un habitat médiéval montagnard, *Archéologie Médiévale*, 21 : 178-182.

FAVRE 1979

Favre Y. - Comportement des bovins et des ovins en alpage, *in* : Molénat G. and Jarrige R. (dir.), *Utilisation par les ruminants des pâturages d'altitude et parcours méditerranéens*, Versailles, INRA : 177-205.

FAYE 1994

Faye B. - Systèmes pastoraux, agro-pastoraux et agricoles d'Éthiopie, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 269-288.

FERDIÈRE 1999

Ferrière A. (dir.) - *La botanique*, Paris, Errance, 207 p.

FORMAN 1995

Forman R. T. T. - *Land mosaics : The ecology of landscapes and regions*, Cambridge, Cambridge University press, 632 p.

GAFFNEY, STANCIC 1991

Gaffney V., Stancic Z. - *GIS approaches to regional analysis : A case study of island of Hvar*, Znanstveni institut Filozofske fakultete, Ljubljana,
<http://www.zrc-sazu.si/pic/pub/gisbook/gisbook.htm>

GALLAY 1986

Gallay A. - *L'archéologie demain*, Paris, Belfond, 320 p.

GALINIÉ, RODIER, SALIGNY 2004

Galinié H., Rodier X., Saligny L. - Entités fonctionnelles, entités spatiales et dynamique urbaine dans la longue durée, *Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire, Histoire & Mesure*, 19, 3/4 : 223-242.

GALOP 1998

Galop D. - *La forêt, l'homme et le troupeau dans les pyrénées. 6000 ans d'histoire de l'environnement entre Garonne et méditerranée*, Toulouse, GEODE, Laboratoire d'écologie terrestre et FRAMESPA, 285 p.

GALOP *et al.* 2004

Galop D. *et al.* - Palynologie et histoire des activités humaines en milieu montagnard. Bilan provisoire des recherches et nouvelles orientations méthodologiques sur le versant nord des Pyrénées, *Archéologie du midi médiéval*, 21 : 159-170.

GARDIN 1979

Gardin J. C. - *Une archéologie théorique*, Paris, Hachette, 339 p.

GARRIGUES-CRESSWELL 1985

Garrigue-Cresswell M. - Pasteurs agriculteurs du Haut Atlas occidental : tribesmen ou peasants ?, *Production pastorale et sociétés*, 16 : 5-31.

GÉRARD 2004

Gérard P. - *MERISE. Modélisation de système d'information*, support de cours, http://www-lipn.univ-paris13.fr/~gerard/cours/2004_DUT2_MERISE_Support.pdf

GIRARD 2004

Girard É - *Usage de la cognition spatiale pour localiser les lieux d'activité lors d'une enquête Origine destination*, thèse, Université de Laval, faculté de foresterie et géomatique, <http://www.theses.ulaval.ca/2004/21867/21867.html>

GRUAU 2003

Gruau C. - *Conception d'une base de données*, support de cours, <http://ftp2.developpez.be/developps/skbd/ConceptionBD.pdf>

GUÉDON 2002

Guédon F. - *Le peuplement en montagne : communes d'Arrens-Marsous, Beaucens, Villelongue (Hautes-Pyrénées)*, Document Final de Synthèse de prospection-inventaire, SRA Midi-Pyrénées, 50 p.

GUÉDON 1997

Guédon F. - *Le peuplement en val d'Azun et vallée de Cauterets*, Document Final de Synthèse de prospection-inventaire, 1995, 1996, 1997, SRA Midi-Pyrénées.

GUILAINE 1991

Guilaine J. - *Pour une archéologie agraire*, Paris, Armand Colin, 575 p.

HAGGET 1973

Hagget P. - *L'analyse spatiale en géographie humaine*, Paris, Armand Colin, (trad. française de Hubert Fréchou d'après la 4th éd. : 1968 ; 1^{re} éd. : 1965, *Locational Analysis in Human Geography*, Londres, Edward Arnold Ltd), 390 p.

HODDER, ORTON 1976

Hodder I., Orton C. - *Spatial analysis in archaeology*, Cambridge University Press, 270 p.

HOUDARD 1994

Houdard Y. - Élevage et agriculture à Salmé. Un village Tamang des « hautes collines » du Népal central, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 197-214.

HOURCADE 1970

Hourcade B. - *La vie rurale en Haut-Ossau (Pyrénées-Atlantiques)*, Pau, Béarn-Adour, 117 p.

*HUBERT 1991

Hubert B. - Comment raisonner de manière systémique l'utilisation du territoire pastoral ?, *IVe Congr. Inter. Terres à pâturages*, Montpellier, 25 p.

HUBERT 1988

Hubert B. - La touffe et la dent : effets de zoom sur des phénomènes complexes, *in* : HUBERT, GIRAULT 1988 : 245-270.

HUBERT, GIRAULT 1988

Hubert B., Girault N. (dir.) - *De la touffe d'herbe au paysage. Troupeaux et territoires. Échelles et organisations*, Sém. INRA-SAD, Viens, 13-14 janvier 1983, Paris, 336 p.

KANTNER 1996

Kantner J. - *An evaluation of Chaco Anasazi roadways*, 61st SAA Annual Meeting, New Orleans, Louisiana, <http://sipapu.ucsb.edu/roads/full.html>

LACHIVER 1997

Lachiver M. - *Dictionnaire du monde rural. Les mots du passé*, Paris, 1766 p.

*LANDAIS 1991

Landais É. (dir.) - *André L. Contrepoint*, Versailles, coll. Documents de travail de l'URSAD-VDM, 139.

LANDAIS, BALENT 1993

Landais É., Balent G. - *Pratiques d'élevage extensif ; identifier, modéliser, évaluer*, Versailles, INRA, 380 p.

LANDAIS, DEFFONTAINES 1994

Landais É., Deffontaines J.-P. - L'espace d'un berger. Pratiques pastorales dans les Écrins, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 321-336.

LANDAIS, DEFFONTAINES 1993

Landais É., Deffontaines J.-P. - L'espace d'un berger. Pratiques pastorales dans les Écrins, *in* : DUCLOS, PITTE 1993 : 243-254.

LANDAIS, DEFFONTAINES 1990

Landais É., Deffontaines J.-P. - Comprendre la gestion d'un espace pastoral. Étude monographique des pratiques d'un berger d'estive dans les alpes du sud, *in* : CAPILLON 1990 : 189-197.

*LANDAIS, DEFFONTAINES 1988

E. Landais, J.-P. Deffontaines - *André L. : un berger parle de ses pratiques*, doc. Travail URSAD, Versailles, 111.

LARDON, LIBOUREL, CHEYLAN 1999

Lardon S., Libourel T., Cheyaln J.-P. - Concevoir la dynamique des entités spatio-temporelles, *Représentation de l'espace et du temps dans les SIG, Revue internationale de géomatique*, 9 : 45-65.

LAURINI, MILLET-RAFFORT 1993

Laurini R., Millet-Raffort F. - *Les bases de données en géomatique*, Paris, Hermès, 340 p.

LÉCRIVAIN *et al.* 1993

Lécrivain É. *et al.* - Les formes du troupeau au pâturage. Genèse et diversité, *in* : LANDAIS, BALENT 1993 : 237-263.

LEFEBVRE 1933

Lefebvre T. - *Les modes de vie dans les Pyrénées Atlantique orientales*, Paris, Armand Colin, 777 p.

*LEMOIGNE 1990

LeMoigne J.-L. - *La théorie du système général. Théorie de la modélisation*, Paris, PUF, 214 p.

LEVEAU 2004

Leveau P. - Les recherches sur la montagne alpine à la maison méditerranéenne des sciences de l'homme, *Archéologie du midi médiéval*, 21 : 183-184.

LÉVY 1993

Lévy J. - A-t-on encore (vraiment) besoin de parler du territoire?, *Espacestems les cahiers* 51/52 : 102-142.

LÉVY, LUSSAULT 2003

Lévy J., Lussault M.- *Dictionnaire de la géographie et de l'espace des sociétés*, Paris, Belin, 1034 p.

LLOBERA 2001

Llobera M. - Building past landscape perception with GIS : understanding topographic prominence, *Journal of Archaeological Science*, 28 : 1005-1014.

LLOBERA 2000

Llobera M. - Understanding movement : a pilot model towards the sociology of movement, *in* : Lock G., Gary R. - *Beyond the map : archaeology and spatial technologies*, Oxford, IOS press : 65-84.

MAÎTRE 1991

Maître P. - *Chevrier en forêt*, mémoire de BTSA, Lycée agricole de Besançon.

MATHIAN, PIRON 2001

Mathian H., Piron M. - Échelles géographiques et méthodes statistiques multidimensionnelles, *in* : Sanders L. (dir.) - *Modèles en analyse spatiale*, Paris, 333 p. : 61-103.

MAUSSION 2004

Maussion A. - Le rôle des limons dans l'implantation antique en Champagne berrichonne (Indre et Cher). L'apport d'une approche par SIG, *Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire, Histoire & Mesure*, 19, 3/4 : 399-420.

MAUSSION 2003

Maussion A. - *Paléogéographie d'un territoire : la cité des bituriges Cubi*, thèse de doctorat, université Paris I, <http://tel.ccsd.cnrs.fr/documents/archives0/00/00/38/23/tel-00003823-00/tel-00003823.pdf>

MENDE 1998

Mende C. - Analyse interactive de dynamiques spatiales, *Mappemonde*, 49, <http://www.mgm.fr/PUB/Mappemonde/M198/Mende.pdf>

MESQUI 1994

Mesqui J. - *Chemins et ponts. Lien entre les hommes*, Paris, REMPART, 144 p.

MESQUITA 1993

Mesquita Z. - Divisions, découpages, partitions, *Espace et temps les cahiers*, 51/52 : 197-208.

MEURET 1993a

Meuret M. - Piloter l'ingestion au pâturage, *in* : LANDAIS, BALENT 1993.

MEURET 1993b

Meuret M., avec Leroy A. et Surnon F. - Les règles de l'Art. Garder des troupeaux au pâturage, *in* : LANDAIS, BALENT 1993.

MEURET *et al.* 1992

Meuret M. *et al.* - Diagnostic sur une pratique de gardiennage de troupeau caprin en milieu boisé, *in* : King D., Lardon S. - *Gestion de l'espace rural et système d'information géographique*, INRA, 421 p.: 109-119.

MEURET, THINON 1993

Meuret M., Thinon P. - La maîtrise de l'utilisation de l'espace pâturé vu à travers un Système d'Information Géographique, *in* : LANDAIS, BALENT 1993.

MIELLET, MEURET 1993

Miellet P., Meuret M. - Savoir faire pâturer en SIG, *Mappemonde*, 2/93 : 12-17.

MINVIELLE, SOUIAH 2003

Minvielle E., Souiah S.-A. - *L'analyse statistique et spatiale. Statistiques, cartographie, télédétection*, SIG, Nantes, Ed. Du temps, 284 p.

MOLÉNAT 1988

Molénat G. - Relation de l'animal à son territoire. Notion de parcours, *in* : HUBERT, GIRAULT 1988 : 163-171.

NACKAERTS, GOVERS, 1999

Nackaerts K., Govers G. - The use of Monte Carlo techniques for the estimation of visibility, *in* : DINGWALL *et al.* 1999 : 63-79.

NUNINGER 2003

Nuninger L. - *Contribution à la modélisation des finages protohistoriques : un cas d'étude micro-régional en Languedoc oriental (Gard)*, Bulletin AGER, <http://halshs.ccsd.cnrs.fr/halshs-00002946>

NUNINGER 2002

Nuninger L. - Peuplements et territoires protohistoriques du VIIIe au Ier avant J.-C. En Languedoc oriental (Gard-Hérault), thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, http://tel.ccsd.cnrs.fr/documents/archives0/00/00/29/81/index_fr.html

PALET, RICOU, SEGARD 2004

Palet J.-M., Ricou F., Segard M. - Prospections et sondages sur les sites d'altitude en Champsaur (alpes du sud), *Archéologie du midi médiéval*, 21 : 199-210.

PARENTHOËN, TISSEAU, *et al.* 2001

Parenthoën M., Tisseau J., *et al.* - Perception des agents et acteurs artificiels dans les mondes virtuels : les cartes cognitives floues au travail, *VRC'01, Proceeding International Journal of*

design and innovation research,
<http://www.enib.fr/~parth/recherche/publications/VRIC01/index.html>

PELLE 2001

Pelle S. - *Modéliser des données géographiques grâce à la méthode HBDS*, ENSG, IGN,
<http://www.ensg.ign.fr/~spelle/HBDSConseils.htm>

PIROT, ERNOULT, FOURNET 2002

Pirot F., Ernoult J.-C., Fournet F. - Disparités spatiales de santé dans la ville de Ouagadougou (Burkina Faso). Une modélisation d'une genèse des espaces à risques sanitaires selon la méthode hypergraphique H.B.D.S, *Actes de la conférence Francophone ESRI 2002*.

PIROT, SAINT-GÉRAND 2004

Pirot F., Saint-Gérand T. - Du concept HBDS à la géodatabase topologique : 25 ans les séparent, *Conférence francophone ESRI 2004*,
<http://www.esrifrance.fr/sig2004/communications/pirot/pirot.htm>

PIROT, THULIE 2004

Pirot F., Thulie A. - Modélisation d'un réseau de mares et évaluation de la connectivité selon la théorie des graphes, *Conférence francophone ESRI 2004*,
<http://www.esrifrance.fr/sig2004/communications/pirot/pirot.htm>

PLANHOL 1969

Planhol (de) X. - Le chien de berger; développement et signification géographique d'une technique pastorale, *BAGF*, 370 : 355-380.

POIX, MICHELIN 2000

Poix C., Michelin Y. - Simulation paysagère : Un modèle multi-agents pour prendre en compte les relations sociales, *Cybergéo*, 116, <http://193.55.147.45/modelis/poixmich/cybersma.htm>

RAVIS-GIORDANI 1983

Ravis-Giordani G. - *Bergers corses. Les communautés villageoises de Niolu*, Aix-en-Provence, Édisud, 505 p.

RENDU 2005

Rendu C. - Présentation, *in* : CALASTRENC 2005.

RENDU 2004

Rendu C. - Pistes et proposition pour une archéologie de l'estivage, à partir d'une expérience dans les Pyrénées de l'est, *Archéologie du midi médiéval*, 21 : 147-157.

RENDU 2003

Rendu C. - *La montagne d'Enveig, une estive pyrénéenne dans la longue durée*, Canet, Trabucaire, 606 p.

RENDU 1998

Rendu C. - La question des orris à partir des fouilles archéologiques de la montagne d'Enveig (Cerdagne) : État des recherches et éléments de réflexion, *in* : A. Rousselle et M.-C. Marandet (dir.), *Le paysage rural et ses acteurs, première journée d'étude du cirhsme, perpignan, 1995* : 245-275.

RENDU, *et al.* 2004

Rendu C. *et al.* - *PCR Cerdagne. Estivage et structuration sociale d'un espace montagnard. Rapport intermédiaire*, 143 p.

RENDU, *et al.* 2003

Rendu C. *et al.* - *PCR Cerdagne. Estivage et structuration sociale d'un espace montagnard. Rapport intermédiaire*, 92 p.

RETAILLÉ 1993

Retaillé D. - Afrique : Le besoin de parler autrement qu'en surface, *Espacestems les cahiers*, 51/52 : 52-62.

REVEL 1996

Revel J. (dir.) - *Jeux d'échelles. La micro-analyse à l'expérience*, Paris, 243 p.

*ROUZET, BELLON, LAGACHERIE 1993

Rouzet C., Bellon S., Lagacherie P. - Un SIG pour analyser les stratégies de mise en valeur du milieu par les éleveurs de moutons, *Mappemonde*, 4, 93 : 18-19.

SAVINI *et al.* 1993

Savini I. *et al.* - L'organisation de l'espace pastoral. Des concepts et des représentations construits à dire d'experts dans une perspective de modélisation, *in* : LANDAIS, BALENT 1993 : 137-159.

*SIGAUT 1979

Sigaut F. - *L'agriculture et le feu. Rôle et place du feu dans les techniques de préparation du champ de l'ancienne agriculture européenne*, Paris-La Haye, EHESS et Mouton and co, (1ere ed. 1975), 320 p.

SILLARD 2004

Sillard N. - *Formation ArcView 8, TP4 : modélisation d'une géodatabase et acquisition de données sous ArcView 8*, support de TP, ENSG,
http://www.ensg.ign.fr/FAD/FAD_PDF/Sig_Pdf/IG_ANALYSE_04_10_02.doc.pdf

STASZAK 2000

Staszak J.F. - La géographie, *in* : BERTHELOT 2000 : 77-116.

THÉRIAULT, CLARAMUNT 1999

Thériault M., Claramunt C. - La représentation du temps et des processus dans les SIG : une nécessité pour la recherche interdisciplinaire, *Représentation de l'espace et du temps dans les SIG, Revue internationale de géomatique*, 9 : 67-99.

TORNAY 1983

Tornay S. - Territoire et organisation territoriale chez les Nyangatom, *Production pastorale et sociétés*, 13 : 103-111.

TOURÉ, ICKOWICZ, *et al.*

Touré I., Ickowicz A., *et al.* - Étude de l'impact du bétail sur les ressources du parc national d'oiseaux de Djoudj (pnod- Sénégal),
http://www.virtualcentre.org/fr/res/int/atelier_niamey/atelier_niamey14.htm

VAN HOVE 2004b

Van Hove D. - La reconstitution d'un paysage socio-économique au néolithique en Calabre méridionale. Les apports d'une démarche SIG, *Système d'Information Géographique, Archéologie et Histoire, Histoire & Mesure*, 19, 3/4 : 271-294.

VAN HOVE 2004a

Van Hove D. - Un modèle SIG pour l'analyse socio-économique des paysages néolithiques.

Application à la Calabre méridionale, *Les petits cahiers d'Anatole*, 16,
http://www.univ-tours.fr/lat/pdf/F2_16.pdf

VAN HOVE 2003

Van Hove D. - *Imagining Calabria. A GIS approach to neolithic landscapes*, Thesis University of Southampton.

VAN LEUSEN 2002

Van Leusen P. M. - *Pattern to process : Methodological investigations into the formation and interpretation of spatial patterns in archaeological landscapes*, Thesis, Groningen, Pays-Bas,
<http://www.ub.rug.nl/eldoc/dis/arts/p.m.van.leusen/>.

VERHAGEN *et al.* 1999

Verhagen P. *et al.* - Modelling prehistoric land use distribution in the Rio Aguas Valleys (SE Spain), *in* : DINGWALL 1999 : CD Rom.

VION 1989

Vion É. - L'analyse archéologique des réseaux routiers : Une rupture méthodologique, des réponses nouvelles, *Paysages découverts, Lausanne*, 1 : 67-97.

VISSAC 1994

Vissac B. - Mouvements et mémoire de l'élevage, *in* : BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994 : 79-108.

WALSH, *et al.* 2004

Walsh K., *et al.* - 9000 ans d'occupations du sol en moyenne et haute montagne : La vallée de Freissinières dans le parc national des écrivains (Freissinières, Hautes-Alpes), *Archéologie du midi médiéval*, 21 :

WHEATLEY, GILLINGS 2002

Wheatley D., Gillings M. - *Spatial technology and archaeology. The archaeological application of GIS*, London and New York, Taylor&Francis, 270 p

BIBLIOGRAPHIE THÉMATIQUE

Archéologie agro-pastorale, paysage et environnement

BUREL, BAUDRY 1999
CALASTRENC 2005
CALASTRENC 2004
*COHEN, LARDON, *et al.* 2003
DAVASSE 2000
FAU 2004
FERDIÈRE 1999
FORMAN 1995
GALOP 1998
GALOP *et al.* 2004
GUÉDON 2002
GUÉDON 1997
GUILAINE 1991
LACHIVER 1997
LEVEAU 2004
MESQUI 1994
NUNINGER 2002
NUNINGER 2003
PALET, RICOU, SEGARD 2004
RENDU 2005
RENDU 2004
RENDU 2003
RENDU 1998
RENDU, *et al.* 2004
RENDU, *et al.* 2003
*SIGAUT 1979
VION 1989
WALSH, *et al.* 2004

Approche ethnographique et géographique

**Ethnoarchéologie...* 1992
Production pastorale... 1987
BUTEL 1894
CAVAILLÈS 1931
CHEVALIER 1956
DUCLOS, PITTE 1993
GALLAY 1986
GARRIGUES-CRESSWELL 1985
HOURCADE 1970
LEFEBVRE 1933
PLANHOL 1969
RAVIS-GIORDANI 1983
TORNAY 1983

Pastoralisme

Une cartographie... 1999
ALBALADEJO, ELLSASSER 1988
BALENT 1993
*BALENT 1987
BERNARDET 1994

BERNUS 1994
BLANC, ROUZAUD 1993
BLANC-PAMARD, BOUTRAIS 1994
*BOURBOUZE 1982
BOURBOUZE, DONADIEU 1987
BOURGEOT 1994
BOUTRAIS 1999
*BOUTRAIS 1984
DAGET, GODRON 1995
DIGARD 2001
DURU, OSTY 1988
FAVRE 1979
FAYE 1994
HOUDARD 1994
*HUBERT 1991
HUBERT 1988
HUBERT, GIRAULT 1988
*LANDAIS 1991
LANDAIS, BALENT 1993
LANDAIS, DEFFONTAINES 1994
LANDAIS, DEFFONTAINES 1993
LANDAIS, DEFFONTAINES 1990
*LANDAIS, DEFFONTAINES 1988
LÉCRIVAIN *et al.* 1993
MAÎTRE 1991
MEURET 1993a
MEURET 1993b
MEURET *et al.* 1992
MEURET, THINON 1993
MOLÉNAT 1988
SAVINI *et al.* 1993
TOURÉ, ICKOWICZ, *et al.*
VISSAC 1994

Approches théoriques

*ALLEN 1987
*BERGE 1958
BERTHELOT 2001
BIDAUD *et al.* 1993
BOUTOT 1993
CHISOLM 1962
*COURGEAU 2003
DJINDJIAN 1991
GARDIN 1979
HAGGET 1973
HODDER, ORTON 1976
*LEMOIGNE 1990
LÉVY 1993
LÉVY, LUSSAULT 2003
MATHIAN, PIRON 2001
MESQUITA 1993
PARENTHOËN, TISSEAU, *et al.* 2001
RETAILLÉ 1993
REVEL 1996

STASZAK 2000

Archéomatique

Initiation... 1997

Petit guide... 2005

AQUINO *et al.* 2002

BERTIN 1977

BOMMEL, LARDON 2000

BOUROCHE, SAPORTA 2002

CAMBIER *et al.* à paraître

CAUVIN, RIMBERT 1976

CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004b

CHAREILLE, RODIER, ZADORA-RIO 2004a

CHENORKIAN 1996

CHEYLAN *et al.* 1999

CHEYLAN, DECAMBRAY 1995

CHEYLAN *et al.* 1990

CHRISTOPHERSON, BARABE, JOHNSON 1999

DENÈGRE, SALGÉ 1996

DINGWALL, EXON, *et al.* 1999

EJSTRUD à paraître

GAFFNEY, STANCIC 1991

GALINIÉ, RODIER, SALIGNY 2004

GÉRARD 2004

GIRARD 2004

GRUAU 2003

KANTNER 1996

LARDON, LIBOUREL, CHEYLAN 1999

LAURINI, MILLET-RAFFORT 1993

LLOBERA 2001

LLOBERA 2000

MAUSSION 2004

MAUSSION 2003

MENDE 1998

MIELLET, MEURET 1993

MINVIELLE, SOUIAH 2003

NACKAERTS, GOVERS, 1999

PELLE 2001

PIROT, ERNOULT, FOURNET 2002

PIROT, SAINT-GÉRAND 2004

PIROT, THULIE 2004

POIX, MICHELIN 2000

*ROUZET, BELLON, LAGACHERIE 1993

SILLARD 2004

THÉRIAULT, CLARAMUNT 1999

VAN HOVE 2004b

VAN HOVE 2004a

VAN HOVE 2003

VAN LEUSEN 2002

VERHAGEN *et al.* 1999

WHEATLEY, GILLINGS 2002

TABLE DES FIGURES

Figure 1. Terrains de recherche concernant l'archéologie pastorale dans les Pyrénées (d'après C. Calastrenc).	9
Figure 2. « Modèle du territoire annuel (<i>home range</i>) des sites du Néolithique moyen en Valais. Aux sites permanents de plaine répondant aux modèles du territoire restreint s'ajoutent peut-être des séjours estivaux d'altitude en limite supérieure de la forêt. » (d'après GALLAY 1986).	14
Figure 3. Déploiement du troupeau sur l'herbage et sentes (photographie J.-P. Falguières).....	18
Figure 4. Le Parc National des Pyrénées au sein de la chaîne.....	22
Figure 5. Vallées dans le Parc National des Pyrénées.	23
Figure 6. Disciplines, objets d'étude et échelles de l'élevage (d'après HUBERT, GIRAULT 1988 : 333).	25
Figure 7. Base de Donnée géographique.....	27
Figure 8. Base de Donnée géographique des unités troupeaux.....	29
Figure 9. Nombre de troupeaux par unité.....	39
Figure 10. Nombre de troupeaux et d'unité en fonction du lieu.	39
Figure 11. Nombre de troupeaux par unité (bovins et ovins).....	40
Figure 12. Nombre de bêtes par troupeau (ovins et bovins).....	41
Figure 13. Types d'animaux dans les troupeaux en pourcentages.	41
Figure 14. Répartition des types d'animaux dans les unités en fonction du lieu.....	42
Figure 15. Types d'animaux et « vallée » : permutation.	43
Figure 16. Exemple de changements d'unités simples.....	45
Figure 17. Exemple de séparation des troupeaux au cours de l'estivage.....	45
Figure 18. Montée progressive des troupeaux puis séparation.....	46
Figure 19. Cas de regroupement des troupeaux au cours de l'estivage.....	46
Figure 20. Parcours des vaches et végétation.....	48
Figure 21. Parcours des moutons et végétation.....	48
Figure 22. Relation entre l'aire des unités pastorales et le périmètre.....	49
Figure 23. Relation entre le périmètre et l'aire après suppression des « points leviers ».	50
Figure 24. Aire en fonction du nombre de bêtes par unité troupeau.	50
Figure 25. Aire en fonction du nombre de bêtes après suppression des unités s'écartant du modèle.....	51

Figure 26. Indice de circularité (ou rapport au disque) des parcours bovins.....	53
Figure 27. Indice de circularité (ou rapport au disque) des parcours ovins.....	53
Figure 28. Détail des parcours ovins, bovins et altitude.....	54
Figure 29. Brebis sur un pont, point de passage obligé (photographie J.-P. Falguières).	55
Figure 30. Unités bovins et pente.	56
Figure 31. Unités ovins et pente.	56
Figure 32. Troupeau sur un vallon (photographie J.-P. Falguières).	57
Figure 33. Nombre d'entités superposées « exactement » en un lieu.....	58
Figure 34. Superposition des unités pastorales des vaches.....	60
Figure 35. Superposition des unités pastorales des moutons.	60
Figure 36. Détail des croisements des unités ovins en vallées d'Aspe : les unités colorées se croisent, non celles en noir.	61
Figure 37. Détail d'unités « ovins » en vallée d'Ossau : aucune ligne n'en croise une autre.	61
Figure 38. Détail d'unités entrelacées en vallée de Cauterets (bovins).....	62
Figure 39. Détail d'unités « bovins » entremêlées en vallée d'Aure.	62
Figure 40. Unités pastorales qui dépassent les limites administratives.....	63
Figure 41. Organigramme des critères déterminant l'emprise territoriale des troupeaux.	66
Figure 42. Trois niveaux d'organisation spatio-temporelle (d'après DAGET, GODRON 1995 : 364 ; source Hubert 1991).	67
Figure 43. Les types de mouvements des animaux et leurs relations avec les structures spatiales, une approche hiérarchique (d'après : BUREL, BAUDRY 1999 : 231, source Ims 1995).	69

TABLE DES ANNEXES

I. LE CORPUS.....	3
« Paysage » des services pastoraux et organismes de recherche sur le pastoralisme en France	4
Détail de la Base de Données géographique des unités troupeaux.....	5
Carte des « unités troupeaux » : objets spatiaux non renseignés dans la base de données...7	
Carte physionomique des végétations d'estive des Pyrénées centrales (CEMAGREF) : légende.....	8
Carte physionomique des végétations d'estive des Pyrénées centrales (CEMAGREF) : extrait.....	9
Zones prospectées sur l'estive d'Anéou en octobre 2004 (direction C. Calastrenc).....	10
Entités archéologiques repérées et relevées sur l'estive d'Anéou.....	10
II. STRUCTURATION DES DONNÉES.....	11
Structure de la Base de Données 4D.....	12
Les étapes de la modélisation : différents niveaux d'abstraction.....	13
Modèle Conceptuel de Données.....	14
Modèle physique de données.....	15
III. CALCULS STATISTIQUES.....	16
Détail des calculs des tests statistiques.....	17