



POLYTECH[®]
TOURS

Département Aménagement



Ecole d'ingénieurs
polytechnique
de l'université de Tours

CITERES
UMR 6173
**Cités, Territoires,
Environnement et Sociétés**

Equipe IPA-PE
Ingénierie du Projet
d'Aménagement, Paysage,
Environnement

Projet de Fin d'Etudes

LES FEUX DE FORÊT DANS LES PYRÉNÉES ORIENTALES

Analyse des facteurs démographiques et géographiques



2013-2014

Directeur de recherche

BOULAY Raphaël

RAMOND Lucas

LES FEUX DE FORÊT DANS LES PYRÉNÉES ORIENTALES

Analyse des facteurs démographiques et géographiques

Année 2013/2014

Directeur de recherche

BOULAY Raphaël

RAMOND Lucas

AVERTISSEMENT

Cette recherche a fait appel à des lectures, enquêtes et interviews. Tout emprunt à des contenus d'interviews, des écrits autres que strictement personnel, toute reproduction et citation, font systématiquement l'objet d'un référencement.

L'auteur de cette recherche a signé une attestation sur l'honneur de non plagiat.

FORMATION PAR LA RECHERCHE ET PROJET DE FIN D'ETUDES EN GENIE DE L'AMENAGEMENT

La formation au génie de l'aménagement, assurée par le département aménagement de l'Ecole Polytechnique de l'Université de Tours, associe dans le champ de l'urbanisme et de l'aménagement, l'acquisition de connaissances fondamentales, l'acquisition de techniques et de savoir faire, la formation à la pratique professionnelle et la formation par la recherche. Cette dernière ne vise pas à former les seuls futurs élèves désireux de prolonger leur formation par les études doctorales, mais tout en ouvrant à cette voie, elle vise tout d'abord à favoriser la capacité des futurs ingénieurs à :

- Accroître leurs compétences en matière de pratique professionnelle par la mobilisation de connaissances et de techniques, dont les fondements et contenus ont été explorés le plus finement possible afin d'en assurer une bonne maîtrise intellectuelle et pratique,
- Accroître la capacité des ingénieurs en génie de l'aménagement à innover tant en matière de méthodes que d'outils, mobilisables pour affronter et résoudre les problèmes complexes posés par l'organisation et la gestion des espaces.

La formation par la recherche inclut un exercice individuel de recherche, le projet de fin d'études (P.F.E.), situé en dernière année de formation des élèves ingénieurs. Cet exercice correspond à un stage d'une durée minimum de trois mois, en laboratoire de recherche, principalement au sein de l'équipe Ingénierie du Projet d'Aménagement, Paysage et Environnement de l'UMR 6173 CITERES à laquelle appartiennent les enseignants-chercheurs du département aménagement.

Le travail de recherche, dont l'objectif de base est d'acquérir une compétence méthodologique en matière de recherche, doit répondre à l'un des deux grands objectifs :

- Développer toute ou partie d'une méthode ou d'un outil nouveau permettant le traitement innovant d'un problème d'aménagement
- Approfondir les connaissances de base pour mieux affronter une question complexe en matière d'aménagement.

Afin de valoriser ce travail de recherche nous avons décidé de mettre en ligne les mémoires à partir de la mention bien.

REMERCIEMENTS

Je remercie tout d'abord mon tuteur, M. Raphaël Boulay, pour son soutien lors de l'élaboration de ce projet et son initiation à la recherche. Ses conseils et le temps qu'il m'a accordé ont été précieux.

Toutes les personnes qui m'ont soutenues et suivies pour la réalisation de ce projet de recherche ont également ma reconnaissance.

SOMMAIRE

I.	Introduction.....	1
1.	Concepts fondamentaux du risque naturel.....	2
2.	Définition et causes d'un incendie de forêt	2
II.	Approche méthodologique	3
1.	Un site d'étude entre mer et montagne	3
2.	Historique du feu dans les Pyrénées Orientales	9
3.	Outils institutionnels de recherche	10
4.	Logiciel de statistique : R.....	12
III.	Résultats	14
1.	Choix de la variable de réponse.	14
2.	Localisation des communes par le biais de leur coordonnées UTM.....	16
3.	Influence de la population de 1962 et du taux d'évolution.	18
4.	Influence de la superficie communale	20
5.	Influence de la surface incendiée par commune	20
6.	Influence de la surface communale corrélée à la surface incendiée par commune.....	21
7.	Précision du modèle logarithmique	22
IV.	Discussions	24
1.	Hypothèse 1.....	24
2.	Hypothèse 2.....	27
3.	Hypothèse 3.....	28
4.	Hypothèse 4.....	29

I. Introduction

Certains territoires sont intensément soumis aux incendies de forêt. Les Pyrénées Orientales en font partie à cause notamment de sa situation géographique, du climat et du type de végétation rencontré. Face à ce type de risque, la société doit déterminer le degré de protection souhaité et le niveau de risque accepté.

Ce travail de recherche porte sur l'analyse des facteurs démographiques et géographiques en relation avec les feux de forêt dans le département des Pyrénées Orientales et permet de contribuer à l'apport d'informations sur le risque incendie dans ce département. Les variables utilisées, correspondant à une période de 40 ans c'est-à-dire de 1973 à 2013, ont pu être extraites grâce à la base de données Prométhée qui compile celles des départements méditerranéens français. Ce sont notamment le nombre d'incendie par commune, la surface incendiée, la surface communale...

Suite à une analyse des données grâce à un logiciel de statistique, des tendances sont mises en valeur et permettent d'énoncer des hypothèses telles que l'influence de la pression humaine sur le taux d'incendie.

Ce travail a pour objectif de soulever des interrogations légitimes sur le risque incendie au sein d'un département touché par les feux de forêt et à travers ses antécédents. Il permet de dégager des pistes sur la question des conditions d'apparition d'un feu de forêt dans les Pyrénées Orientales mais également à une échelle nationale. En effet, la plupart des facteurs influençant l'éclosion d'un incendie est commun à un ensemble de territoires bien qu'il y ait des particularités géographiques.

La problématique est la suivante :

Quelle est l'évolution des incendies de forêt dans le département des Pyrénées-Orientales et quels sont les paramètres qui l'influencent ?

Le plan est celui d'un article scientifique avec dans un premier temps, la définition des concepts généraux du risque incendie puis une partie Approche méthodologique comportant un diagnostic du site d'étude : les Pyrénées Orientales et une explication de la procédure suivie pour traiter les données. Enfin, la partie Résultats permet de souligner les tendances et ainsi d'en supposer des hypothèses. Celles-ci seront développées dans la dernière partie Discussions.

1. Concepts fondamentaux du risque naturel

Un risque naturel¹ est couramment défini comme étant la confrontation d'un aléa (phénomène naturel dangereux) et d'une zone géographique où existent des enjeux qui peuvent être humains, économiques ou environnementaux. L'aléa, quant à lui, désigne un phénomène naturel défini par une intensité, une occurrence, une expansion spatiale et une durée. Un aléa ne devient un risque que s'il y a des enjeux. L'enjeu représente l'ensemble des personnes et des biens susceptibles d'être affectés par un phénomène naturel. L'enjeu le plus important est la vie humaine.

2. Définition et causes d'un incendie de forêt

On parle d'incendie de forêt lorsque le feu concerne une surface minimale de 0,5 hectare d'un seul tenant et qu'une partie au moins des étages arbustifs et/ou arborés (parties hautes) est détruite.

La dénomination vaut aussi pour les incendies des formations subforestières de plus petite taille comme le maquis (formation fermée et dense sur sol siliceux), la garrigue (formation plutôt ouverte sur sol calcaire) ou encore les landes (formations sur sols acides, composées de genêts et de petits arbustes).

La période de l'année la plus propice aux feux de forêt est l'été. En effet, la sécheresse et la faible teneur en eau des végétaux augmente le risque d'autant plus que c'est également la période de forte fréquentation de ces espaces par rapport au tourisme estival.

Les causes d'un feu de forêt sont multiples². Il peut être d'origine naturelle à cause de la foudre ou bien d'origine humaine intentionnelle (conflit d'occupation du sol, pyromanie...), ou involontaire comme un mégot de cigarette mal éteint, un feu d'écobuage mal contrôlé. Des infrastructures telle qu'une ligne de transport d'énergie ou de chemin de fer peuvent aussi provoquer un feu de forêt.

Le développement d'une inflammation implique la présence d'un combustible, c'est-à-dire n'importe quel matériau pouvant brûler, la présence d'une source externe de chaleur comme une flamme ou une étincelle et la présence d'oxygène pour alimenter le feu.

Par rapport à la végétation et aux conditions climatiques, il existe différentes formes pour un feu.

- Les feux de sol brûlent la matière organique contenue dans la litière, l'humus ou les tourbières. Ils sont alimentés par incandescence avec combustion et leur vitesse de propagation est faible.
- Les feux de surface consomment les strates basses de la végétation, c'est-à-dire la partie supérieure de la litière, la strate herbacée et les ligneux bas. Ils se propagent en général par rayonnement ou convection et affectent la garrigue ou les landes.
- Les feux de cimes atteignent la partie supérieure des arbres (ligneux hauts) et forment une couronne de feu qui libère de grandes quantités d'énergie. Leur vitesse de propagation est

¹Source : module "Analyse et Gestion des risques"

http://www.uved.fr/fileadmin/user_upload/modules_introductifs/module3/risques/1.1/html/2_2-2_1.htm

²Source : <http://www.risques.gouv.fr/risques-naturels/feux-de-forets>

très élevée et ils sont particulièrement intenses et difficiles à contrôler lorsque le vent est fort et le combustible sec.

II. Approche méthodologique

Cette approche méthodologique va permettre de présenter les caractéristiques territoriales et environnementales du site d'étude en rapport avec le risque d'incendie. En second lieu, les différentes données obtenues sur les incendies seront expliquées et enfin, la procédure d'analyse desdites données sera développée.

1. Un site d'étude entre mer et montagne

1.1 Localisation géographique

Le site d'étude est localisé sur le territoire du département des Pyrénées Orientales possédant des paysages montagnards, méditerranéens, collinéens et maritimes.



Figure 1: Carte de localisation des Pyrénées Orientales en France

Ce département des Pyrénées Orientales (66) fait partie de la région Languedoc Roussillon. Il comprend 226 communes, 30 cantons et 3 arrondissements (Céret, Perpignan, Prades). Il est membre de l'entente Interdépartementale « Feux et Forêts » qui est constitué par les 15 départements du bassin méditerranéen français.



Figure 2 : Carte Relief/Axes routiers des Pyrénées Orientales

D'après le recensement Insee datant du 1er janvier 2011, le département a une population municipale de 452 530 habitants dont 74,6% pour l'arrondissement de Perpignan.

Il a une densité de 109.9 habitants au km². Cependant, dans les communes rurales, la densité est de seulement 25 hab/km² en moyenne.

1.2 Diagnostic environnemental des Pyrénées Orientales

Le diagnostic environnemental du département des Pyrénées Orientales qui suit, a pour source principale, le Plan Départemental de Protection des Forêts Contre les Incendies (PDPFCI).

La superficie du département est de 4 116 km² soit 411 600 ha.

Il y a un relief très varié qui génère des paysages spécifiques par région naturelle :

- Plaine du Roussillon : grande plaine ouverte (relief de plaine et colline)
- Fenouillèdes : vallée ouverte (relief de plaine, de colline et de montagne)
- Conflent : vallée ouverte à l'est, encaissée à l'ouest (relief de plaine, de coteaux et de montagne)
- Vallespir : vallée encaissée (relief de versant abrupt et de montagne)
- Albères : massif montagneux (relief de versant abrupt, de montagne, côte rocheuse)
- Cerdagne-Capcir : plateau montagneux (relief de plateau et de montagne)
- Aspres : relief de moyenne montagne et de colline

La topomorphologie et le risque incendie

La topomorphologie est importante pour le risque incendie. En effet, la pente, l'exposition et la position ont une incidence sur l'éclosion et la propagation d'un incendie.

- La pente joue un rôle primordial dans la propagation de l'incendie. Elle maximise la circulation du flux de chaleur qui dessèche et qui prépare à l'inflammation la végétation située en amont. Le seuil de pente influence donc la propagation d'un incendie :
 - 0 – 15 % Peu d'influence
 - 15 – 30 % Accélération modérée
 - 30 – 60 % Forte accélération
 - + 60 % Risque de turbulence et d'embrassement

En ce qui concerne le département, on peut distinguer deux zones :

- Zone plaine-plateau et vallée : caractérisée par une pente de 0 à 18 %. Cette zone occupe toute la plaine du Roussillon. Elle occupe aussi les plateaux d'altitude de Cerdagne et de Capcir. Ces secteurs plats correspondent aux territoires les moins boisés, ce sont les principaux terroirs agricoles du département.
 - Secteur colline et montagne : caractérisé par des pentes > 18 %. C'est le secteur le plus représentatif en surface du département. Il correspond aux régions naturelles des Albères, des Aspres et également au Conflent, au Vallespir, aux Fenouillèdes et aux Corbières. Ces secteurs sont recouverts de forêts parfois entrecoupées par des territoires agricoles.
- Les expositions : traduisent la sécheresse potentielle d'une station, par la combinaison de l'exposition au vent dominant et de l'échauffement dû aux rayons du soleil.

Dans le cas du département, les expositions qui présentent le risque le plus élevé sont celles de nord-ouest à nord, car elles sont potentiellement exposées à la Tramontane et bénéficient de l'échauffement de l'après-midi.

- La position dans le versant et l'orientation des vallées : la position dans le versant traduit des phases différentes d'accélération potentielle d'un feu, de la plus faible (fond de vallée) à la plus délicate (haut de pente où se produisent des turbulences).

Les vallées sont orientées d'est à ouest, elles sont pratiquement parallèles aux vents dominants, que sont la Tramontane et le vent de sud-est. De ce fait, cette orientation générale des vallées constitue un contexte favorable à une profonde propagation d'un incendie.

Le climat

Le climat du département est dans l'ensemble un climat méditerranéen modifié en altitude par des influences montagnardes. Du fait d'une orientation favorable à des courants maritimes, le climat méditerranéen peut remonter au-delà de 1000 m sur certains versants des vallées du département.

- La pluviosité moyenne est de 500 à 700 mm dans la plaine. La pluviosité augmente avec l'altitude. La région la plus arrosée est le Vallespir qui reçoit plus de 1 m d'eau annuellement. Les pluies ont généralement un caractère torrentiel. Le régime pluviométrique se définit par de fortes précipitations automnales et une sécheresse estivale. En altitude, cette répartition pluviométrique a tendance à se régulariser sur l'ensemble des saisons.
- Pour la température, les hivers sont doux et les étés chauds. En altitude, les températures baissent beaucoup en hiver, alors que l'été, l'abaissement est beaucoup moins marqué. Les

températures moyennes suivent généralement l'altitude avec une perte moyenne de 1°C à chaque seuil de 150 m de dénivelé.

- Le vent reste l'élément météorologique qui a le plus fort impact sur le risque d'éclosion et de propagation de l'incendie. Il a plusieurs actions :
 - Une action de dessèchement sur la végétation qui crée ainsi un terrain favorable à une mise à feu potentielle.
 - Un accompagnement du flux de chaleur desséchant en amont du front de flamme, qui en accélère sa progression.
 - Un transport de matière en ignition qui favorise des mises à feu nouvelles et une propagation de l'incendie.

Pour le département, il existe deux vents dominants :

- Les vents de secteur ouest à nord : La Tramontane d'orientation nord-ouest, est la plus fréquente et la plus violente pour le département. C'est un vent sec qui a une action desséchante sur la végétation. Ce qui peut avoir un impact important sur la propagation d'un incendie en période de sécheresse.
- Les vents du secteur sud : Ils sont généralement chauds et humides et amènent de fortes précipitations.

- Le zonage météorologique

Le département a été découpé en huit zones météorologiques distinctes dont la correspondance avec les régions naturelles est la suivante :

- Zone 1 Capcir : climat montagnard tempéré par des influences océaniques, hiver très froid et été frais.
- Zone 2 Cerdagne : climat sec et froid avec un très fort ensoleillement.
- Zone 3 Haut Conflent : climat de transition entre l'influence méditerranéenne et l'influence montagnarde.
- Zone 4 Fenouillèdes - Bas Conflent et Plaine du Roussillon : climat de transition entre des zones typiquement méditerranéennes à l'est, atlantiques au nord-ouest et montagnardes au sud-ouest.
- Zone 5 Aspres : climat de transition, suivant l'altitude, entre l'influence méditerranéenne et montagnarde.
- Zone 6 Vallespir : climat typique de montagne méditerranéen (chaud et humide) avec des caractéristiques liées à l'altitude.
- Zone 7 Plaine du Roussillon - Corbières : climat typiquement méditerranéen, hiver doux, été chaud et sec.
- Zone 8 Albères : climat méditerranéen ou climat montagnard suivant l'altitude et l'éloignement à la mer.



Figure 3 : Carte des Régions naturelles des Pyrénées Orientales

Les formations agricoles et forestières dans le département

Les régions naturelles au plus fort taux de boisement sont la bordure orientale du Pays de Sault, à la frontière avec l'Aude, et le « Vallespir » avec respectivement comme taux : 78% et 69%. Par contre, la Plaine du Roussillon à dominance agricole et urbaine, a un taux de boisement de 2,6%.

Les Pyrénées Orientales est un département à forte dominante feuillue avec le chêne vert et le chêne pubescent en plaine et en moyenne montagne, et résineuse avec le pin à crochets en Cerdagne-Capcir.

Il y a trois secteurs distincts dans le département :

- La présence d'un massif pratiquement continu qui regroupe le Vallespir, les Hautes Aspres et une partie du Conflent, où plus de 75 % du territoire est occupé par des espaces naturels.
- Les Fenouillèdes, les Albères et les basses Aspres ont une proportion d'espace naturel qui oscille entre 50 et 75 %. Ce sont des régions où l'activité agricole est présente et utilisatrice d'espace.
- La Plaine du Roussillon, et de manière partielle la Cerdagne et le Capcir ont une proportion d'espaces naturels inférieure à 25 %. Ceci s'explique par une forte occupation agricole de la plaine par la vigne et en Cerdagne-Capcir par l'élevage.

Le territoire départemental se répartit de la manière suivante³ :

	Hectares (x1000)	%
Formation boisée	200	48,8
Lande	89	21,7
Terrain agricole	93	22,7
Eau	n.s	n.s
Terrain improductif	28	6,8
TOTAL	410	100

Une agriculture variée, marquée par la vigne en Fenouillèdes et en Albères, l'arboriculture en Conflent et en Vallespir, l'élevage en Cerdagne et en Capcir.

L'occupation agricole, au niveau départemental, se distribue de la manière suivante⁴ :

Type d'occupation	%
Prairie naturelle	22,3%
Vigne	5,8%
Arboriculture	1,5%
Culture fourragère	0,1%
Céréales	0,4%
Maraîchage	0,3%
Divers (jardin, jachère...)	1,2%
TOTAL	31,6% de SAU du territoire départemental

Le département est de plus en plus forestier. La forêt du département est en extension. En l'espace de 80 ans, elle a plus que doublé ce qui correspond à une progression de 1% par an en moyenne. Ceci s'explique par la déprise agricole dans l'arrière-pays qui a entraîné une reforestation naturelle de ces terrains.

L'évolution des espaces de lande a connu par contre l'effet inverse au cours de ces 20 dernières années :

Années	1970	1980	1991
Surface de lande (ha)	141 000	128 600	112 495

Par rapport à ces résultats et du fait d'une augmentation significative de l'espace boisé entre ces trois inventaires qui est de l'ordre de 46 000 ha, les 29 000 ha de landes manquantes ont pu évoluer

³Source IFN données 1990

http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/RES-DEP-2012/RS_0812_DEP_66.pdf

⁴Source : Statistique agricole annuelle Pyrénées Orientales Année 2013

vers de la forêt suite à un processus naturel ou à un boisement artificiel. Quant au différentiel de 17000 ha manquant, cela peut correspondre aux parcelles anciennement cultivées qui sont aujourd'hui à l'état de landes boisées.

L'évolution des espaces naturels et boisés est difficile à expliquer et différente pour chaque région. Cependant, il semble que l'extension des espaces naturels s'est faite au détriment de l'agriculture. La surface agricole a subi une régression marquée.

Année	1970-71	1980	1991
Surface agricole (ha)	131 898	115 335	108 625

2. Historique du feu dans les Pyrénées Orientales

En 2003, 73 300 hectares avaient été touchés par le feu en France, dont 61 400 hectares pour les seuls départements méditerranéens. Pour les Pyrénées Orientales, les années 1949, 1976, 1978, 1986 et 1989, sont ancrées dans la mémoire collective comme des années à forte connotation «incendie de forêt».

En 1949, des incendies dévastateurs ont parcouru les Albères, les Aspres, les Fenouillèdes. Cependant, il n'y a pas de données existantes.

En 1976 : deux incendies ont représenté plus de 81 % de la surface totale incendiée de l'année :

- Le feu des Aspres éclo le 28 juillet, a parcouru plus de 6 600 ha et est considéré comme le feu de référence.
- Le feu de Sournia éclo le 28 juillet, a parcouru plus de 1 500 ha.

En 1978 : cinq incendies ont représenté plus de 75 % de la surface totale incendiée de l'année :

- le feu de Campôme du 31 août a couvert plus de 2 000 ha.
- le feu de Port-Vendres du 12 septembre a couvert plus de 2 500 ha.
- le 12 septembre également, le feu de Banyuls sur Mer a couvert plus de 18 000 ha dont 3000 ha sur le territoire français.
- le feu de Montbolo du 18 septembre a couvert plus de 1 800 ha.
- le feu de Bouleternère du 23 septembre a couvert plus de 1 800 ha.

En 1986 : deux incendies ont représenté plus de 50 % de la surface incendiée totale de l'année :

- le feu de Campôme du 20 juillet a couvert 1 260 ha.
- le feu de Banyuls sur Mer du 21 juillet a couvert 1 500 ha.

En 1989, le feu d'Opoul du 26 août a couvert 1 500 ha, il représente 71 % de la surface totale incendiée de l'année.

Le point de départ de ces incendies a été identifié dans 6 cas sur 7 et correspond à des formations végétales ouvertes de type « lande, maquis, garrigue ».

3. Outils institutionnels de recherche

Les outils institutionnels de recherche relatifs au risque incendie sur le département des Pyrénées Orientales sont tirées de Prométhée. Ils seront définis ci-après.

3.1 La politique de lutte contre l'incendie

Prométhée

C'est la base de données officielle pour les incendies de forêts dans la zone méditerranéenne française. Dès 1973, l'État a décidé de se doter pour cette zone sensible d'un outil permettant le recensement des feux de forêts au sein d'une base de données unique. Il s'agissait de disposer d'un outil statistique fiable permettant des comparaisons spatiales, temporelles et une meilleure connaissance des causes.

Dans chaque département, ce sont les services qui concourent à la prévention et la lutte (SDIS, DDTM, ONF, gendarmerie, police) qui alimentent la base de données.

La politique départementale

Depuis 2002, les opérations d'investissements forestiers ou les actions forestières à caractère de protection de la forêt contre l'incendie doivent s'inscrire dans le cadre d'un Plan de Protection des Forêts Contre les Incendies (PPFCI). Ce plan est décliné dans 32 départements du sud de la France en Plan Départemental (PDPFCI). Le PDPFCI a pour objectifs la diminution du nombre d'éclosions de feux de forêts et des superficies brûlées. Dans les Pyrénées Orientales, il est arrêté pour une période allant de 2006 à 2012 et prorogé jusqu'en 2014.

Ce PDPFCI est ensuite décliné par massifs forestier en Plan d'Aménagement des Forêts contre les Incendies (PAFI). Ces entités géographiques sont les Aspres, les Albères, les Corbières- Fenouillèdes, le Bas-Conflent, le Vallespir.

Les différentes données obtenues et traitées dans la partie Résultats, sont détaillées par la suite.

INSEE

Le code Insee ou code INSEE, en France, est un code numérique ou alphanumérique, élaboré par l'Institut national de la statistique et des études économiques, service public chargé de la production et de l'analyse des différentes données statistiques concernant les individus, les collectivités et les entreprises.

Le code officiel géographique est la nomenclature des communes françaises établi par l'Insee⁵.

Le code officiel géographique⁶ rassemble les codes et libellés des communes, des cantons, des arrondissements, des départements, des régions, des collectivités d'outre-mer, des pays et territoires étrangers au 1er janvier 2014.

⁵<http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=5937>

⁶<http://www.insee.fr/fr/methodes/nomenclatures/cog/>

3.2 Définition des données utilisées

LAT et LONG⁷

Tout point de la terre est repéré par deux nombres, sa latitude et sa longitude. La latitude d'un point sur la Terre correspond à la distance angulaire, généralement exprimée en degré, qui sépare ce point de l'équateur. Les latitudes se comptent de -90° à +90° et la latitude de l'équateur est 0°. Sur le globe, les lignes de même longitude ("méridiens") s'étendent de pôle à pôle. Ce sont les coordonnées UTM de chacune des 226 communes du département.

SURFCOMHA

Correspond à la surface de chaque commune du département. Elle est indiquée en hectare. Cette donnée permet de connaître la superficie de la commune et de pouvoir comparer ce facteur à la surface incendiée par exemple. Ces données ont pour source Prométhée.

POP1962

Représente la population de 1962 pour chaque commune des Pyrénées Orientales. Couplé au taux d'évolution de la population, cela permet de mesurer l'augmentation ou la diminution de la population de 1962 à nos jours pour chaque commune. Ces données ont pour source Insee.

TEVO⁸

Est le taux d'évolution de la population exprimé en pourcentage à partir de l'année 1962 jusqu'au 1 janvier 2013. Egalement appelé taux de variation, c'est un indicateur qui permet de mesurer l'évolution d'une variable entre deux dates par rapport à sa valeur de départ. TEVO est calculé de la manière suivante : $(POP2013 - POP1962) / POP1962 \times 100$. Ces données ont pour source Insee.

NBINC

Est le nombre d'incendie pour chaque commune du département sur la période du 1 janvier 1973 au 1 janvier 2013. On peut donc voir quelles sont les communes qui, durant cette période, ont eu de nombreux incendies. Ces données ont pour source Prométhée.

SURFINCHA

Représente la surface incendiée par commune sur la période du 1 janvier 1973 au 1 janvier 2013. Ces données ont pour source Prométhée.

⁷<http://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Flatlong.htm>

⁸http://ses.editions-bordas.fr/eleve/webfm_send/91

Pour la suite de ce travail, nous allons utiliser l'abréviation pour désigner la variable employée dans le logiciel (**TEVO** pour Taux d'évolution).

Dans le PDPFCI, il a été fait un bilan description des incendies. Certains points de ce bilan seront intéressants à mettre en valeur par rapport aux résultats que nous allons obtenir. Les données Prométhée de 1974 à 2003 donnent les résultats suivants :

- 3 295 incendies ont parcouru le département au cours de ces 30 dernières années et ont couvert 45771 ha auxquels on peut rajouter 18 000 ha correspondants au feu de 1978, qui au départ de Banyuls sur Mer a chevauché la frontière de Cerbère au Perthus.

Il y a 4 années exceptionnelles qui ressortent au cours des 30 dernières années marquées par la présence de feux catastrophes (> 1000 ha).

Lorsque ces 10 feux catastrophes sont retirés des données, 2 périodes se distinguent :

- De 1974 à 1986 avec un niveau de superficie moyen annuel incendié nettement supérieur à la moyenne de la période 1974-2003.
- De 1987 à 2003 avec un niveau de superficie annuel incendié inférieur à la moyenne de la période et ce, malgré un nombre d'incendies proportionnellement significatif.

Les feux d'été représentent 47% des mises à feux et couvrent plus de $\frac{3}{4}$ de la surface incendiée du département. Par rapport aux heures d'éclosion, plus de 78% des feux se produisent durant la journée entre 8 h et 19 h. Les heures les plus chaudes de 14h à 17h sont les plus critiques.

4. Logiciel de statistique: R⁹

R est un logiciel d'analyse statistique extrêmement puissant et gratuit, régulièrement mis à jour, et dont la version en cours peut être obtenue sur le web en libre accès (<http://cran.cict.fr/>). Il est largement utilisé dans le monde de la recherche scientifique au plus haut niveau et repose sur un réseau mondial d'informaticiens et de statisticiens bénévoles regroupés dans le Rcore team. Ce logiciel permet ainsi d'effectuer des analyses statistiques qui peuvent être particulièrement complexes et ses possibilités graphiques sont virtuellement infinies.

Ce logiciel sera utilisé pour analyser les données précédemment développées. Etant un utilisateur débutant, j'ai suivi une procédure me permettant d'analyser des résultats par rapport à un modèle.

Par rapport aux données précédemment développées, un modèle de régression linéaire de la forme $y \sim x_1 + x_2 + x_1 : x_2$ ou $y \sim x_1 * x_2$ qui désigne le modèle de régression linéaire avec la constante, x_1 , x_2 et $x_1 x_2$ a été utilisé.

```
lm(formula = NBINC ~ LONG + LAT + LONG * LAT + POP1962 + TEVO +  
POP1962 * TEVO + SURFCOMHA + SURFINCHA + SURFINCHA * SURFCOMHA +  
SURFINCHA/SURFCOMHA)
```

⁹<http://www.duclert.org/Aide-memoire-R/Statistiques/Regression-lineaire.php>

Sur ce modèle, une formule prédictive avec interaction de la forme $y=ax+b$ ne peut pas être faite car elle ne sort pas directement des coefficients de la table ANOVA. Par conséquent, nous allons nous concentrer sur un tableau avec les variables significatives. Un des objectifs de cette formule aurait pu être de simuler l'incendie et ses circonstances d'apparition. Néanmoins, ce n'est pas possible par rapport à la quantité et l'échelle des données. L'objectif est donc de dégager des tendances pouvant expliquer des hypothèses générales.

4.1 La Régression linéaire¹⁰ :

C'est un modèle de type $y = b_0 + b_1.x_1 + b_2.x_2 + e$ s'il y a par exemple deux variables explicatives x_1 et x_2 et y est la variable dépendante. « e » est l'erreur sur la prédiction et pour minimiser e, il s'agit de trouver les meilleurs coefficients b_0 , b_1 et b_2 qui sont les valeurs à introduire dans la formule.

La fonction `lm` permet de calculer la régression linéaire d'une variable dépendante numérique en fonction de variables explicatives.

Explication des signes utilisés dans la formule :

- `Mod1<- lm(z ~ x + y)` : régression multiple de z en fonction de x et y (termes en x et en y).
- `Mod1<- lm(z ~ x : y)` : régression multiple de z en fonction du terme croisé entre x et y (terme en $x * y$).
- `Mod1<- lm(z ~ x * y)` : régression multiple de z en fonction de x, y et du terme croisé (termes en x, en y et en $x * y$). $x * y$ est équivalent à $x + y + x : y$

4.2 L'Anova¹¹ :

Les résultats de l'Anova donnent une mesure de l'effet des variables explicatives sur la réponse.

4.3 Les Coefficients de corrélation :

Le coefficient de corrélation $P(\text{value})$ mesure à quel point deux variables sont corrélées en cherchant les corrélations linéaires. La valeur de P donne la probabilité associée à l'hypothèse nulle que la variance résiduelle est égale à la variance expliquée par le modèle. R^2 et P sont peu informatifs en eux-mêmes.

4.4 Logarithme et Loi normale

Il peut aussi être intéressant d'utiliser le logarithme en réalisant par exemple le modèle suivant :

```
lm(formula = LOG(NBINC+1) ~ LONG + LAT + LONG * LAT + POP1962 + TEVO +
POP1962 * TEVO + SURFCOMHA + SURFINCHA + SURFINCHA * SURFCOMHA +
SURFINCHA/SURFCOMHA)
```

Le Logarithme permet de resserrer le graphique sans prendre en compte les valeurs exceptionnelles. Pour les graphiques, la loi normale peut être utilisée. On pourra alors éventuellement noter une tendance à aller vers un point, tout le nuage se regroupe autour du même point sauf quelques valeurs extrêmes.

¹⁰<http://www.duclert.org/Aide-memoire-R/Statistiques/ANOVA.php>

¹¹<http://www.duclert.org/Aide-memoire-R/Statistiques/Coefficients-de-correlation.php>

III. Résultats

Dans cette partie, nous allons présenter les résultats obtenus avec le logiciel R tels que la table de données, les histogrammes, les nuages de points...

Ces résultats peuvent permettre de dégager des tendances qui sont à même de proposer des hypothèses.

Dans les tables de données, le non significatif comme le significatif est intéressant à analyser. Nous partons donc d'un modèle de base par rapport aux variables qui sont à notre disposition et nous allons développer les résultats obtenus avec l'analyse de table. Puis, il pourrait être intéressant d'affiner quelque peu le modèle en supprimant certaines variables non significatives.

1. Choix de la variable de réponse.

Il peut y avoir deux variables à expliquer : **NBINC** et **SURFINCHA**. Vérifions si ces deux variables sont corrélées.

```
>mod2<-lm(NBINC~SURFINCHA)
>summary(mod2)
Call:
lm(formula = NBINC ~ SURFINCHA)
Coefficients: Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept) 14.834533    1.587504    9.345  < 2e-16 ***
SURFINCHA    0.012538    0.002206    5.684 4.07e-08 ***

>anova(mod2)
Response: NBINC

      Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)    
SURFINCHA  1  16520 16520.1   32.312 4.067e-08 ***
Residuals 224 114525    511.3
```

Ces deux variables sont fortement corrélées puisque $P(\text{value}) < 0,001 (=4.067 \times 10^{-8})$.

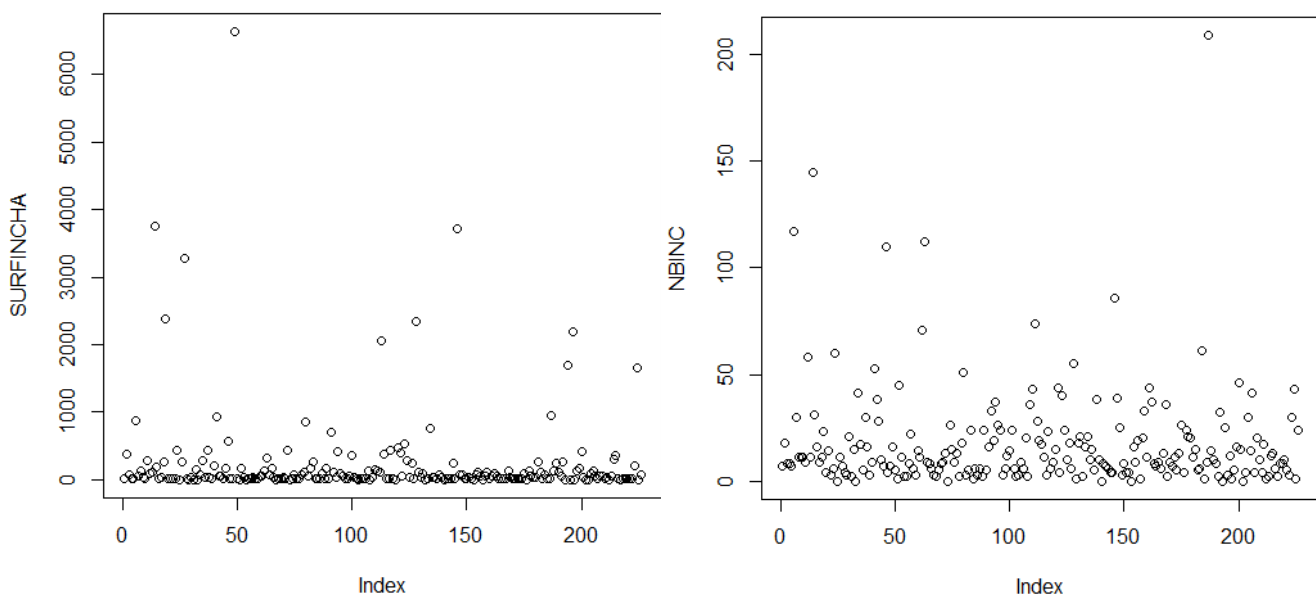


Figure 4 : Comparaison entre SURFINCHA et NBINC

Sur ces graphes, **NBINC** et **SURFINCHA** possède une forme de nuage de points similaire c'est-à-dire une fréquence presque uniforme sur la totalité des communes. Cependant, il y a de nombreuses exceptions qui concernent des communes touchées à de nombreuses reprises ou bien sur de grandes surfaces. Cela correspond à des incendies catastrophes, du moins pour la surface brûlée.

Vu que **NBINC** a un fort lien avec **SURFINCHA**, ce n'est pas la peine d'utiliser les deux en tant que variable à expliquer. Par choix, nous allons utiliser **NBINC** comme variable à expliquer pour ce modèle1.

```
>summary(data)
      INSEE      LAT      LONG      SURFCOMHA
Min.:66001  Min.   :42.36  Min.   :1.824  Min.   : 39.0
1st Qu.:66058 1st Qu.:42.53 1st Qu.:2.369 1st Qu.: 850.5
Median :66117 Median :42.61 Median :2.588 Median : 1362.0
Mean   :66117 Mean   :42.61 Mean   :2.559 Mean   : 1836.0
3rd Qu.:66176 3rd Qu.:42.69 3rd Qu.:2.813 3rd Qu.: 2199.5
Max.    :66234 Max.    :42.87 Max.    :3.165 Max.    :11904.0

      POP1962      TEVO      NBINC      SURFINCHA
Min.   : 0.0  Min.   :-77.30  Min.   : 0.00  Min.   : 0.00
1st Qu.: 120.5 1st Qu.: -12.90 1st Qu.: 5.00 1st Qu.: 10.20
Median : 326.5 Median : 38.25 Median : 10.00 Median : 34.35
Mean   : 1111.4 Mean   : 82.65 Mean   : 17.72 Mean   : 230.24
3rd Qu.: 857.5 3rd Qu.:119.20 3rd Qu.: 21.00 3rd Qu.: 131.38
Max.    :83025.0 Max.    :901.30 Max.    :209.00 Max.    :6636.40

>mod1<lm(NBINC~LONG+LAT+LONG*LAT+POP1962+TEVO+POP1962*TEVO+SURFCOMHA+SURFINCHA+SURFINCHA*SURFCOMHA+SURFINCHA/SURFCOMHA)
>summary(mod1)
Call:
lm(formula = NBINC ~ LONG + LAT + LONG * LAT + POP1962 + TEVO + POP1962 * TEVO + SURFCOMHA + SURFINCHA + SURFINCHA * SURFCOMHA + SURFINCHA/SURFCOMHA)

Residuals:
    Min       1Q   Median       3Q      Max
-70.953  -8.575  -2.524   5.307  95.658

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    9.624e+03  4.541e+03   2.119 0.035222 *
LONG          -4.074e+03  1.747e+03  -2.332 0.020630 *
```

```

LAT                -2.276e+02  1.068e+02  -2.132  0.034126  *
POP1962            9.193e-04  5.194e-04   1.770  0.078157  .
TEVO               -1.019e-02  1.182e-02  -0.862  0.389412
SURFCOMHA          3.242e-03  8.591e-04   3.774  0.000207  ***
SURFINCHA         -2.533e-03  2.307e-03  -1.098  0.273494
LONG:LAT           9.639e+01  4.107e+01   2.347  0.019828  *
POP1962:TEVO       -2.776e-05  1.153e-05  -2.407  0.016927  *
SURFCOMHA:SURFINCHA 7.387e-06  1.077e-06   6.861  7.12e-11  ***
---
Residual standard error: 16.7 on 216 degrees of freedom
Multiple R-squared:  0.5401,    Adjusted R-squared:  0.5209
F-statistic: 28.18 on 9 and 216 DF,  p-value: < 2.2e-16

>anova(mod1)
Analysis of Variance Table
Response: NBINC

              Df Sum Sq Mean Sq F value    Pr(>F)
LONG           1  16539  16539.1  59.2702 4.872e-13 ***
LAT            1   1279   1279.3   4.5845 0.033383  *
POP1962        1    106    106.0   0.3799 0.538322
TEVO           1   7333   7332.6  26.2775 6.557e-07 ***
SURFCOMHA      1  20231  20231.2  72.5012 2.841e-15 ***
SURFINCHA      1   7718   7717.7  27.6574 3.476e-07 ***
LONG:LAT       1   1758   1757.8   6.2993 0.012812  *
POP1962:TEVO   1   2673   2673.0   9.5791 0.002228  **
SURFCOMHA:SURFINCHA 1  13135  13134.9  47.0709 7.117e-11 ***
Residuals     216  60274    279.0

```

De nombreuses variables sont très significatives : **LONG**, **TEVO**, **SURFCOMHA**, **SURFINCHA**, **POP1962*TEVO**, **SURFCOMHA*SURFINCHA**. Nous allons donc reprendre ces variables explicatives une par une et tenter d'en dégager une tendance par rapport à la variable à expliquer **NBINC**.

2. Localisation des communes par le biais de leur coordonnées UTM

LONG et **LAT** sont des valeurs numériques non exploitées comme une localisation avec ces caractéristiques territoriales par le logiciel R. Que $P(\text{value}) < 0,001$ pour **LONG** ou non significatif pour **LAT** ne veut sans doute pas dire grand-chose.

Le modèle 1 donne de nombreuses variables explicatives significatives notamment **LONG**. Ce modèle va être modifié en enlevant ces variables non significatives, ce qui a pour but de l'affiner.

```
>mod2<-
lm(NBINC~POP1962+TEVO+POP1962*TEVO+SURFCOMHA+SURFINCHA+SURFINCHA*SURFCOMHA+SURFINCHA/SURFCOMHA)
>summary(mod2)
Call:
lm(formula = NBINC ~ POP1962 + TEVO + POP1962 * TEVO + SURFCOMHA + SURFINCHA + SURFINCHA * SURFCOMHA + SURFINCHA/SURFCOMHA)

Coefficients:
              Estimate Std. Error t value Pr(>|t|)
(Intercept)    9.781e+00  2.312e+00   4.231 3.43e-05 ***
POP1962         3.105e-04  5.659e-04   0.549  0.5838
TEVO            2.827e-03  1.262e-02   0.224  0.8230
SURFCOMHA       2.031e-03  9.320e-04   2.179  0.0304 *
SURFINCHA      -2.777e-03  2.569e-03  -1.081  0.2809
POP1962:TEVO   -4.448e-06  1.221e-05  -0.364  0.7159
SURFCOMHA:SURFINCHA 9.382e-06  1.164e-06   8.057 5.02e-14 ***

>anova(mod2)
Response: NBINC
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
POP1962	1	913	913.1	2.6244	0.10667
TEVO	1	961	961.2	2.7627	0.09791 .
SURFCOMHA	1	15920	15919.6	45.7555	1.204e-10 ***
SURFINCHA	1	14353	14352.8	41.2525	8.208e-10 ***
POP1962:TEVO	1	119	119.4	0.3432	0.55860
SURFCOMHA:SURFINCHA	1	22583	22583.3	64.9083	5.022e-14 ***
Residuals	219	76196	347.9		

Des valeurs de variables significatives du premier modèle changent et deviennent non significatives. Nous pouvons trouver un **TEVO** non significatif et donc par voie de conséquence, **POP1962*TEVO** non significatif également.

L'ordre dans lequel nous plaçons les variables dans la formule et leur présence influence fortement sur le résultat. Il s'agit donc de réfléchir sur la table de données obtenues et de ne pas trop enlever de variables. C'est par rapport au résultat final qu'on modifie ou non le modèle. Ce nouveau résultat semble moins représentatif que le modèle précédent, par rapport à **TEVO** notamment. Nous allons donc rester sur le modèle 1 en conservant les variables **LAT** et **LONG** dans le mod1 qui ne sera plus retouché.

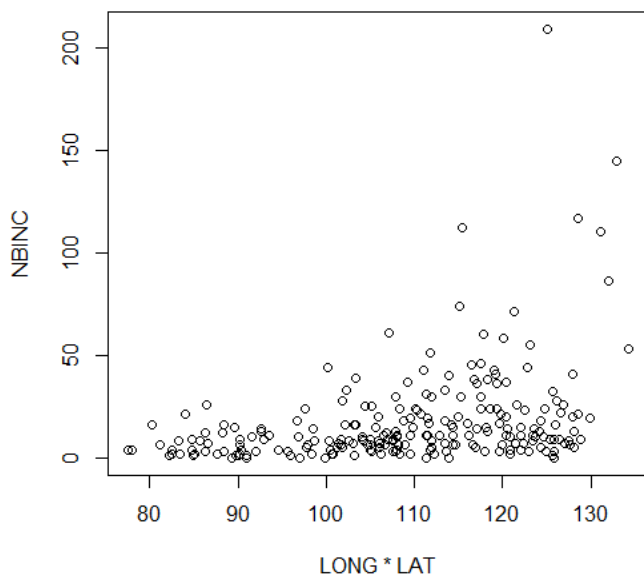


Figure 5 : Nuage de points NBINC/LONG*LAT

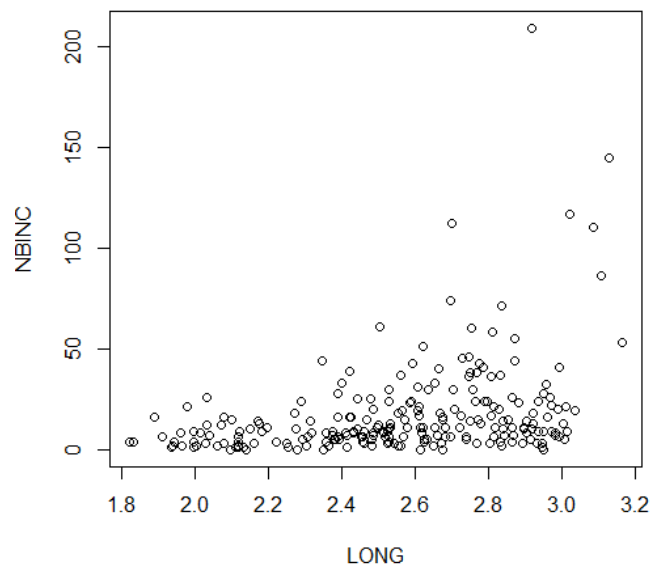


Figure 6 : Nuage de points NBINC/LONG

Les variables **NBINC** et **LONG** sont fortement corrélées. Une tendance possible sur ce nuage de points est que plus la valeur de la longitude augmente, plus le nombre d'incendie augmente. Les communes ayant un nombre d'incendies élevées seraient situées sur la même longitude et le nombre d'incendie va en augmentant en s'approchant de cette longitude.

LAT n'étant pas du tout significatif, c'est la variable **LONG** qui fait se corrélérer **LONG*LAT** avec **NBINC**. **LONG*LAT** correspond aux valeurs numériques de la localisation exacte des communes. La tendance est donc la même qu'avec **LONG**.

3. Influence de la population de 1962 et du taux d'évolution.

POP1962 n'est pas corrélée avec **NBINC** ce qui paraît logique par rapport à ces deux variables qui n'ont rien en commun. **POP1962** étant fixée sur une année, tandis que **NBINC** cumule les incendies sur chaque commune depuis 40 ans, c'est-à-dire depuis 1973, les données précédentes n'étant pas exploitables.

```
>anova(mod1)
Response: NBINC
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
POP1962	1	106	106.0	0.3799	0.538322
TEVO	1	7333	7332.6	26.2775	6.557e-07 ***
POP1962:TEVO	1	2673	2673.0	9.5791	0.002228 **

Nous pouvons donc supposer que la taille de la population en 1962, plus ou moins importante selon les communes, n'a pas de lien avec le nombre d'incendie. Le fait d'avoir une petite commune rurale ou bien une commune en périphérie de ville de plus de 5 000 habitants n'aurait pas d'influence sur la création d'incendie.

Au contraire, **TEVO** représente le taux d'évolution de la population depuis 1962 en pourcentage. Ainsi, **POP1962*TEVO** est la population actuelle dans chaque commune. C'est l'évolution de la population et non la population même qui est en rapport avec **NBINC**.

TEVO est très significatif par rapport à **NBINC**, sa $P(\text{value}) = 6,56 \cdot 10^{-7} < 0,001$. Taux d'évolution de 300% par exemple : une commune passe de 500 habitants en 1962 à 2 000 habitants actuellement, le calcul est $500 + 500 \times 300\% = 2\,000$ habitants.

POP1962*TEVO est significatif par rapport à **NBINC** mais l'est moins que **TEVO**, variable unique.

Le graphe **NBINC** par rapport à **POP1962*TEVO** est peu représentatif. Nous allons donc essayer d'analyser le graphe **NBINC** par rapport à **TEVO**.

Il est difficile d'en dégager une tendance. Si ce n'est que c'est en majorité les communes qui ont relativement peu évolué démographiquement, qui sont touchées par les incendies.

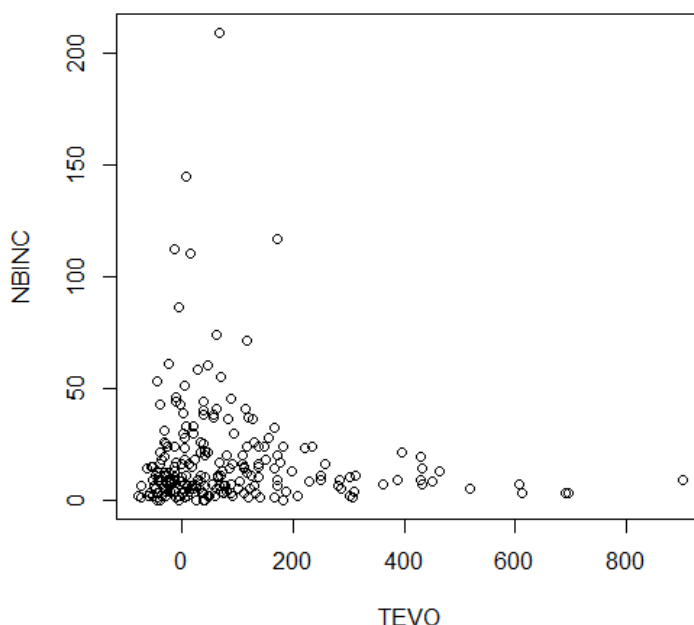


Figure 7 : Nuage de points NBINC/TEVO

Cependant, puisque la variable **TEVO** est très significative sur l'Anova, cela peut signifier que l'évolution de la population a une influence sur le nombre d'incendie.

Hypothèse : l'augmentation de la population impliquerait une augmentation du nombre d'incendie.

Ainsi le nombre d'incendie fluctuerait en fonction de l'augmentation ou de la diminution de la population.

4. Influence de la superficie communale

SURFCOMHA a une P(value) < 0,001 donc la surface de la commune a un lien avec le nombre d'incendie.

```
>anova(mod1)
```

Analysis of Variance Table

Response: NBINC

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
SURFCOMHA	1	20231	20231.2	72.5012	2.841e-15 ***
Residuals	216	60274	279.0		

Plus une commune a une surface importante, plus elle peut être exposée aux incendies. Cette surface peut aussi vouloir dire si elle est importante que la commune est une commune rurale ou montagnarde pouvant posséder des versants de montagne ou simplement de grandes étendues boisées, susceptible d'être vulnérable aux incendies. Cette variable est donc en lien direct avec la variable à expliquer : **NBINC**.

Il est relativement difficile d'en dégager une tendance claire. Nous pouvons néanmoins dire que lorsque la surface de la commune augmente le nombre d'incendie a également tendance à augmenter. Ce qui peut paraître cohérent.

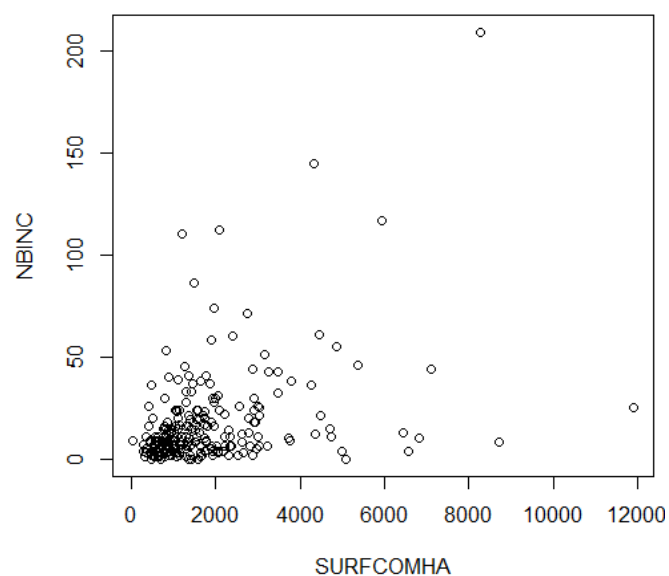


Figure 8: Nuage de point NBINC/SURFCOMHA

5. Influence de la surface incendiée par commune

Nous pouvons remarquer que la variable explicative **SURFINCHA** qui correspond à la surface incendiée en hectare est très significative.

Sur ce graphe, il y a une majorité de communes ayant un faible nombre d'incendie qui concernent une surface réduite.

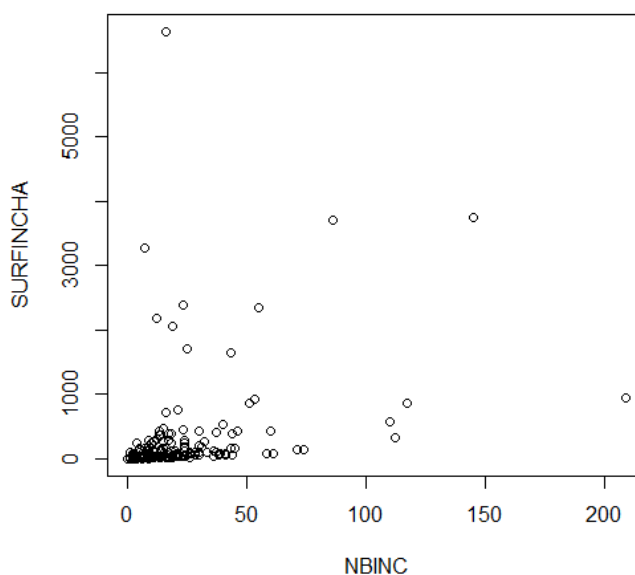


Figure 9 : Nuage de points SURFINCHA/NBINC

```
>anova(mod1)
Response: NBINC
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
SURFINCHA	1	7718	7717.7	27.6574	3.476e-07 ***
Residuals	216	60274	279.0		

Nous pouvons effectivement penser que plus la surface incendiée est grande, plus le nombre d'incendie est grand, cela se cumule. De nombreux incendies impliquent une surface incendiée importante. Il peut y avoir quelques exceptions notamment lors d'un incendie extraordinaire qui n'a pas été maîtrisé. Ainsi, on aura un nombre d'incendie faible (1 par exemple) et une surface d'incendie très élevée parce qu'il se sera fortement étendu à cause de circonstances propices (chaleur, dessèchement de la végétation, temps d'intervention des pompiers).

6. Influence de la surface communale corrélée à la surface incendiée par commune

SURFCOMHA*SURFINCHA est très significatif car $P(\text{value}) < 0,001$. La corrélation de la surface par commune avec la surface incendiée (hectare) peut représenter le taux de surface incendiée par rapport à la surface de la commune. Le nombre d'incendie a un rapport direct avec ce taux.

```
>anova(mod1)
Response: NBINC
```

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
SURFCOMHA:SURFINCHA	1	13135	13134.9	47.0709	7.117e-11 ***
Residuals	216	60274	279.0		

Si le nombre d'incendie augmente ou diminue par rapport au taux de surface incendiée par commune, cela peut vouloir dire que les communes touchées par les incendies avec un grand nombre d'incendie et ainsi une surface incendiée importante le sont régulièrement. Ce sont des communes particulièrement vulnérables à ce type de risque naturel.

Hypothèse : Les communes avec un nombre d'incendie et une surface incendiée importants sont des communes très vulnérables aux feux de forêts.

7. Précision du modèle logarithmique

Il peut être intéressant de voir ce que peut donner un modèle logarithmique. Le modèle 3 avec un logarithme donne les résultats suivant :

```
>mod3<-
lm(log(NBINC+1)~LONG+LAT+LONG*LAT+POP1962+TEVO+POP1962*TEVO+SURFCOMHA+S
URFINCHA+SURFINCHA*SURFCOMHA+SURFINCHA/SURFCOMHA)
>summary(mod3)
Call:
lm(formula = log(NBINC + 1) ~ LONG + LAT + LONG * LAT + POP1962 +
    TEVO + POP1962 * TEVO + SURFCOMHA + SURFINCHA + SURFINCHA *
    SURFCOMHA + SURFINCHA/SURFCOMHA)

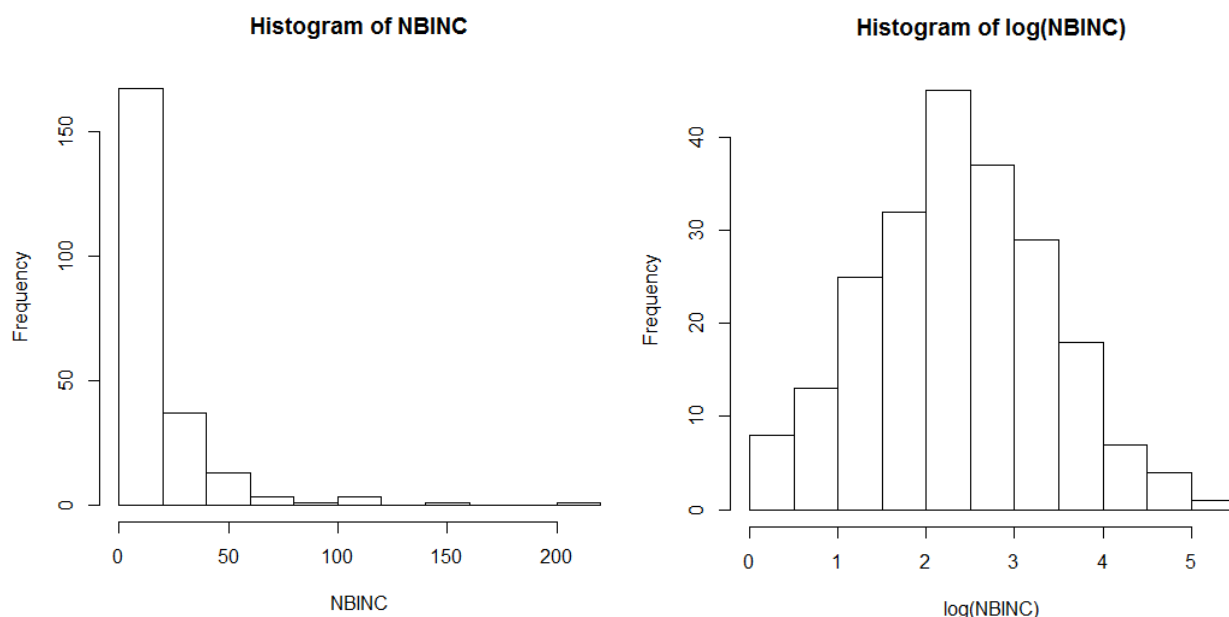
Coefficients:
                Estimate Std. Error t value Pr(> t )
(Intercept)      3.131e+02  2.185e+02   1.433   0.1533
LONG             -1.423e+02  8.405e+01  -1.693   0.0919 .
LAT              -7.401e+00  5.137e+00  -1.441   0.1511
POP1962           4.082e-05  2.499e-05   1.634   0.1038
TEVO             -3.842e-04  5.685e-04  -0.676   0.4998
SURFCOMHA         1.910e-04  4.133e-05   4.622 6.55e-06 ***
SURFINCHA         1.877e-04  1.110e-04   1.691   0.0923 .
LONG:LAT          3.378e+00  1.976e+00   1.710   0.0888 .
POP1962:TEVO     -1.245e-06  5.549e-07  -2.244   0.0259 *
SURFCOMHA:SURFINCHA 6.062e-08  5.181e-08   1.170   0.2432

>anova(mod3)
Response: log(NBINC + 1)

              Df SumSq Mean Sq F value    Pr(>F)
LONG           1  38.431  38.431  59.4952 4.454e-13 ***
LAT            1   3.440   3.440   5.3256 0.0219605 *
POP1962        1   0.326   0.326   0.5045 0.4782857
TEVO           1  11.550  11.550  17.8805 3.473e-05 ***
SURFCOMHA      1  25.021  25.021  38.7356 2.489e-09 ***
SURFINCHA      1   8.851   8.851  13.7028 0.0002718 ***
LONG:LAT       1   1.291   1.291   1.9986 0.1588886
POP1962:TEVO   1   3.628   3.628   5.6171 0.0186664 *
SURFCOMHA:SURFINCHA 1   0.884   0.884   1.3692 0.2432345
Residuals     216 139.526   0.646
```

Les variables explicatives "**POP1962:TEVO**" et "**SURFCOMHA:SURFINCHA**" ne sont plus significatives avec ce nouveau modèle utilisant le logarithme.

Cette méthode logarithmique enrichit les résultats. En effet, elle permet de se rendre compte de ce qui est important c'est-à-dire la surface de la commune (incendiée ou non) et le taux d'évolution de la population. Certaines variables auraient donc plus d'influence que d'autres sur la probabilité d'apparition d'un feu de forêt.



L'histogramme de **NBINC** montre clairement que la majorité des communes sont touchées par un faible nombre d'incendie. Cependant, il y en a quelques-unes comptabilisant un grand nombre d'incendies sur la période de 40 ans. Elles font partie des communes les plus vulnérables aux feux de forêt, accaparant la majorité des incendies du département.

Le Logarithme ne prend pas en compte les valeurs exceptionnelles. On a donc une tendance plus précise. Ainsi, $\text{Log}(\text{NBINC})$ est sous la forme d'une loi normale. Tout le nuage se regroupe autour du même point $\text{Log}(\text{NBINC}) = 2$ excepté quelques valeurs extrêmes. Donc $\text{Exp}(\text{Log}(\text{NBINC})) = \exp(2)$ d'où $\text{NBINC} = e^2 = 7,4$.

7,4 représente le nombre d'incendie moyen des 226 communes sur 40 ans.

IV. Discussions

Dans cette partie, nous allons essayer de justifier ou bien, au contraire d'infirmer les hypothèses précédemment formulées dans la partie Résultats. Les sujets développés concernent forcément des communes pouvant être touchées par un feu de forêt, présentant un risque incendie sur son territoire.

1. Hypothèse 1

L'augmentation de la population impliquerait une augmentation du nombre d'incendie.

Ainsi, le nombre d'incendie et implicitement le risque d'incendie fluctuerait en fonction de l'évolution de la population, c'est-à-dire selon son augmentation ou bien sa diminution.

Dans son ouvrage *L'épreuve du feu*, R. Pécout¹² affirme qu'au cours des vingt dernières années, la pression moyenne du feu a tendance à augmenter. Il explique notamment que ce phénomène est généralement attribué à la déprise agricole. En effet, celle-ci entraîne l'extension et la connexion entre eux des massifs combustibles à cause de la reforestation. Cette déprise agricole peut être une conséquence d'une modification de la population, notamment dans ce cas, une diminution. Ainsi, un facteur, à l'origine social entraîne des conséquences environnementales qui ont un impact direct sur le risque incendie dans ces régions méditerranéennes.

D'après *la forêt méditerranéenne face aux incendies* de Jean-Paul Hétier¹³, l'éclosion de feux de forêt s'avère en fait étroitement liée à la démographie et à l'évolution technologique. Nous avons effectivement remarqué que la majorité des causes d'éclosion d'un feu de forêt est due à l'homme (plus de 96% d'après la base de données Prométhée). Il existe également une liaison entre la localisation des foyers d'éclosion des incendies, les lieux habités et les routes. Des modifications démographiques pour les communes du département vulnérables aux incendies de forêt provoquent des changements sur le risque incendie. Parmi ces nombreuses causes humaines, d'après *la forêt méditerranéenne face aux incendies* de Jean-Paul Hétier, l'élargissement des chemins, la pénétration des véhicules (de loisir ou de travail) multiplient les risques d'incendie. De plus, les accidents ou les imprudences dus à des machines au travail (étincelles de tronçonneuses, de tracteurs, d'engins de chantier, de trains...) représentent une part importante des surfaces brûlées. Une cause indirecte qui est moins considérée est le reboisement. En effet, il y a eu de nombreuses plantations de résineux pour des raisons de moindre coût et pour plus de rapidité de résultats. Sur certains terrains très

¹² Roland PECOUT, *L'épreuve du feu*, Terrain [En ligne], 19 | octobre 1992, mis en ligne le 22 avril 2005, consulté le 07 mai 2014. URL : <http://terrain.revues.org/3050> ; DOI : [10.4000/terrain.3050](https://doi.org/10.4000/terrain.3050)

¹³ Jean-Paul HETIER, *La Forêt méditerranéenne face aux incendies*, Aménagement et nature numéro 115, http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/49352/AetN_1994_115_55.pdf?sequence=1

appauvris, c'est également la seule façon de reconstituer une ambiance forestière au départ. Or, les pinèdes sont beaucoup plus vulnérables au feu que les taillis de chênes-verts. Par conséquent, de par son implantation récente ou au contraire un délaissement de l'entretien du milieu, ou des erreurs passées (reboisement exclusif en résineux), la présence humaine a des effets manifestes sur le risque incendie.

Pour illustrer l'hypothèse, nous allons évoquer l'exemple du département du Var d'après *Forêts et pression démographique en Basse Provence* de J.-P. Paulet¹⁴. Le Var a 75% de forêts sur son territoire. Il a également eu une croissance démographique forte (82 000 habitants supplémentaires entre 1990 et 1999) et lié à cette croissance, un fort développement du logement (de 1990 à 1999, 77 000 logements nouveaux). Néanmoins, parmi ces logements, les résidences secondaires sont en progression constante et représente 27% du parc total de logements (contre 9% en moyenne française). Ce pourcentage reste à relativiser selon les secteurs puisque la pression touristique peut amener à une prédominance nette des résidences secondaires sur les résidences principales.

Plusieurs facteurs sont à prendre en compte pour le Var. Ils concernent aussi les Pyrénées Orientales puisque ce sont deux départements méditerranéens. Cependant, c'est à échelle réduite pour le site d'étude, ne faisant pas partie de l'agglomération marseillaise, beaucoup plus importante que celle de Perpignan. Ceux-ci sont notamment une consommation de terrain accélérée par l'urbanisation et un mitage du territoire, exposée au risque d'incendie de forêt. Ce sont des éléments susceptibles d'aggraver le risque et les enjeux d'un feu de forêt. En effet, le problème est que dans les documents d'urbanisme, il existe des possibilités importantes d'étendre l'habitat diffus dans les zones forestières. Il s'agit donc de mieux maîtriser l'urbanisation. Cela peut se faire par des règles plus restrictives concernant la délivrance des permis de construire ou encore par l'élaboration de Plans de prévention des risques d'incendie de forêt (PPRIF).

Il existe une relation prouvée entre la densité de population et la proportion de forêt sur la commune. La densité de 200 habitants par km² est décisive. En effet, au-dessus, une augmentation de la densité n'a plus qu'une incidence très faible sur la proportion de forêt, tout se passe comme si, une fois franchi ce cap, la proportion d'espaces classés en forêts tend vers 0 et ne dépasse jamais 10% du territoire communal. Théoriquement, on peut dire qu'une forte densité signifie donc un faible pourcentage de forêt. Or, le pourcentage de forêt sur une commune a une forte incidence sur le risque d'incendie. La forêt correspond au combustible. Dans des conditions de vulnérabilité aux feux de forêt, son importance est proportionnelle au risque.

Lorsque l'on remplace la densité par la population brute, il y a un coefficient de corrélation de $r=-0,99$ entre le pourcentage de forêts et le volume de la population communale en 1975. Par conséquent, plus la population s'accroît, plus la part de forêt dans le total communal décroît.

Dans le département du Var, présentant certaines caractéristiques similaires aux Pyrénées Orientales, pour les communes de moins de 2000 habitants, le pourcentage moyen de forêt est de 65% tandis que pour celle d'environ 2000 habitants, le pourcentage moyen est de 47%. On peut donc dire qu'il y a trois types de communes : celles à très fort pourcentage de forêt et à faible population,

¹⁴ PAULET J.-P. *Forêts et pression démographique en Basse Provence*. In: Méditerranée, Troisième série, Tome 45, 2-1982. pp. 31-40. doi : 10.3406/medit.1982.3397
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_1982_num_45_2_3397

celles qui ne possèdent qu'un très faible pourcentage de forêt et une forte population et entre ces deux extrêmes une zone de transition. Chacun de ses types présente des éléments susceptibles d'augmenter le risque incendie. L'une possède un territoire essentiellement forestier qui, avec la déprise agricole, tend à continuer à se boiser, ce qui est un facteur d'augmentation de la vulnérabilité de ces communes. L'autre type, représentant des communes peut-être plus proche du littoral, a une urbanisation qui se développe. Celle-ci peut être plutôt diffuse et favorise donc la présence humaine, cause potentielle d'éclosion de feu. En effet, d'après *Incendie et structure spatiale d'un territoire (...) de C. Napoléonea (...)*¹⁵, l'étalement spatial des villes entraîne une concurrence d'usage du sol où les dynamiques anthropique et naturelle entrent en conflit. Ainsi, les contacts urbanisation et espaces naturels se multiplient et peuvent notamment provoquer des départs de feux.

Enfin, d'après *la répartition des incendies dans le département de la Gironde* de C. Nicot¹⁶, il est noté que certaines communes en une dizaine d'années ont été le siège d'un nombre total d'incendies supérieur à 100. Il s'agit dans la plupart des cas de collectivités comportant un important tissu urbanisé. L'hypothèse suivante est une évidence pour C. Nicot : à une augmentation du nombre des individus dans un espace déterminé correspond une augmentation des risques.

L'hypothèse 1 est : « le risque d'incendie fluctuerait en fonction de l'évolution de la population. »

Nous avons donc pu voir que la population humaine qu'elle augmente ou diminue, a une influence notable sur le risque incendie. En effet, lorsque la démographie d'une commune croît, les causes d'éclosion de feu augmentent aussi dues au nombre croissant de contacts de la population avec le milieu inflammable. Au contraire, un dépeuplement de la commune provoquerait une diminution de l'entretien et un abandon progressif des terres, ce qui amène une avancée de la forêt et donc une augmentation du combustible.

¹⁵ Claude NAPOLEONEA, Marielle JAPPIOTA, Estelle DUMASAB, Thierry TATONI, *Incendie et structure spatiale d'un territoire : connaître le lien entre la dynamique anthropique et naturelle pour favoriser une régulation du risque à moyen terme*

<http://set-revue.fr/sites/default/files/archives/2003/AX2003-PUB00011909.pdf>

¹⁶ Christian NICOT, *La répartition des incendies dans le département de la Gironde*, ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, 1974

<http://hdl.handle.net/2042/20897> | DOI : 10.4267/2042/20897

2. Hypothèse 2

Plus une commune a une surface importante, plus elle peut être exposée aux incendies.

Si elle est importante, cette surface peut aussi vouloir dire que la commune est une commune rurale ou montagnarde pouvant posséder des versants de montagne ou simplement de grandes étendues boisées, susceptible d'être vulnérable aux incendies.

En France, de manière générale, les communes actuelles correspondent dans leur étendue cadastrale avec les anciennes paroisses d'après la loi du 14 décembre 1789 qui créa 44 000 communes, correspondant aux paroisses de l'ancien régime. D'après *la commune rurale française* de A. Meynier¹⁷, des traits communs caractérisent la zone des grandes communes, qu'elles soient aquitaines, auvergnates ou pyrénéennes. Ceux-ci sont notamment l'instabilité de la circonscription, la possibilité de morcellement et de regroupement, l'indépendance relative de la paroisse et de la commune. Ce sont des facteurs difficilement mesurables. Nous allons donc nous concentrer sur le facteur géographique, le département étant composé d'un territoire montagneux important.

D'après *Forêts et pression démographique en Basse Provence* de J.-P. Paulet¹⁸, il existe une bonne corrélation positive entre la superficie de la commune et le pourcentage de forêt : l'un n'est pas la «cause» de l'autre mais il est à noter que les grandes communes sont en général peu peuplées et situées à l'intérieur.

Il est difficile d'affirmer la présence de règle pour la taille des communes en France métropolitaine, néanmoins de grandes lignes peuvent se détacher. Ainsi, la trame des grandes communes correspond le plus souvent à des territoires pauvres comme les régions de haute montagne. Dans ces régions, la bonne terre est rare et dispersée, ce sont des régions de sols pauvres ou moins bien mis en valeur, qui justifie que l'étendue nécessaire pour faire vivre un groupe humain est forcément plus vaste. On peut donc nommer les Alpes et les Pyrénées, les Landes, la Sologne et la Provence intérieure. Cependant, il reste délicat de généraliser.

D'après *Tailles et formes des communes françaises* de A. Perpillou¹⁹, les pays de grandes communes se groupent notamment dans les Pyrénées bien que plus particulièrement dans les Pyrénées Centrales. Après examen de la carte, il existe également des grandes lignes pour la forme des communes. Certaines sont allongées. Dans les pays de montagnes, et donc dans le département des Pyrénées Orientales, les communes s'allongent le long des versants, pour profiter de l'étagement

¹⁷ MEYNIER André. *La commune rurale française*. In: Annales de Géographie. 1945, t. 54, n°295. pp. 161-179.doi : 10.3406/geo.1945.12786
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_0003-4010_1945_num_54_295_12786

¹⁸ PAULET J.-P. *Forêts et pression démographique en Basse Provence*. In: Méditerranée, Troisième série, Tome 45, 2-1982. pp. 31-40.doi : 10.3406/medit.1982.3397
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_1982_num_45_2_3397

¹⁹ PERPILLOU A. II. *Tailles et formes des communes françaises*. In: Annales. Économies, Sociétés, Civilisations. 13e année, N. 3,1958. pp. 451-456.doi : 10.3406/ahess.1958.3367
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess_0395-2649_1958_num_13_3_3367

climatique de la forêt, des pâturages. Elles peuvent donc avoir théoriquement une taille plus élevée que des communes de plaine avec une population importante.

Par conséquent le fait que la variable surface communale soit corrélée avec le nombre d'incendie peut indiquer que plus la surface de la commune est grande, plus l'incendie est fréquent sur cette commune. De manière générale, les communes possédant une taille importante sont majoritairement situées sur un territoire montagneux et posséderait des versants de montagne. Ces versants, non urbanisés, la population se concentrant près du hameau, comporte un fort taux de forêt et rendent donc cette commune vulnérable au risque feu de forêt. Or une commune de montagne, peut être soumise au phénomène de déprise agricole et de dépeuplement. L'hypothèse 2, lorsqu'elle est couplée avec l'hypothèse 1, indique que la surface de la commune est en relation avec le type de commune et donc son taux de population.

3. Hypothèse 3

Plus la surface incendiée est grande, plus le nombre d'incendie est grand. De nombreux incendies impliquent une surface incendiée importante.

Il peut y avoir quelques exceptions notamment lors d'un incendie extraordinaire qui n'a pas été maîtrisé. Ainsi, on aura un nombre d'incendie faible (1) et une surface d'incendie très élevée parce qu'il se sera fortement étendu à cause de circonstances propices (chaleur, dessèchement de la végétation, temps d'intervention des pompiers).

D'après *la forêt méditerranéenne face aux incendies* de J-P Hétier²⁰, il existe une nette évolution des types d'incendies. En effet, en France, les grands feux, c'est-à-dire ceux qui brûlent plus de 500 ha, représentent une part importante des surfaces brûlées (ils sont passés de 35 à 65 % en vingt ans). Cette tendance peut s'expliquer. Actuellement, en situation de risque faible jusqu'à sévère, la plupart des incendies sont maintenant stoppés. Ils concernent alors de faibles surfaces. Lors d'une période de risque très sévère, les conditions météorologiques sont idéales (période sèche, vent violent) et il y a une augmentation de la quantité et de la continuité du combustible végétal qui est due à la déprise agricole mais peut-être aussi aux succès de la lutte des années précédentes contre les incendies ordinaires. En effet, paradoxalement, ce succès offre aux grands incendies des possibilités d'extension qu'ils n'avaient jamais connues jusqu'à présent. Les surfaces brûlées le sont donc de plus en plus par ces grands incendies-catastrophes.

²⁰ Jean-Paul HETIER, *La Forêt méditerranéenne face aux incendies*, Aménagement et nature numéro 115, http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/49352/AetN_1994_115_55.pdf?sequence=1

L'intérêt d'une cartographie des feux de forêt de F. Esnault²¹ fait une analyse statistique du massif des Calanques. Celui-ci est intensément soumis au phénomène du feu. Effectivement, entre 1960 et 1990, 9 756 ha ont été brûlés. Dans les faits, 3% seulement de tous les feux enregistrés ont provoqué 85% de la surface totale brûlée.

Par conséquent, on peut dire que l'hypothèse 3 qui est plus la surface incendiée est grande, plus le nombre d'incendie est grand, ne se justifie pas dans les faits. En effet, une grande surface incendiée implique au contraire un faible nombre d'incendie. C'est manifestement quelques incendies exceptionnels qui brûlent de grandes surfaces. Au contraire, la majorité des incendies sont stoppés rapidement et induisent donc de faibles surfaces brûlées.

L'hypothèse peut être reformulée de la sorte :

Plus la surface incendiée est grande, plus le nombre d'incendie est faible.

Un léger bémol est à souligner. Il est évident, lorsqu'on cumule les valeurs numériques des surfaces incendiées et des nombres d'incendie par commune, que ces deux valeurs augmentent ensemble. En effet, de nombreux incendies, s'ils sont référencés induisent forcément une surface incendiée croissante. Cependant, ce n'est pas proportionnel, puisqu'on retrouve les petits incendies, les plus nombreux qui ont des surfaces incendiées faibles et quelques incendies-catastrophes qui cumulent la majorité de la surface incendiée.

4. Hypothèse 4

Les communes avec un nombre d'incendie et une surface incendiée importants sont des communes très vulnérables aux feux de forêts.

Si le nombre d'incendie augmente ou diminue par rapport au taux de surface incendiée par commune, cela peut vouloir dire que les communes touchées par les incendies avec un grand nombre d'incendie et ainsi une surface incendiée importante le sont régulièrement et sont des communes particulièrement vulnérables à ce type de risque naturel.

Cette hypothèse paraît cohérente. En effet, une commune qui est fortement touchée par les incendies sur une période de 50 ans, est logiquement vulnérable à ce risque. Ce sont des communes présentant sans doute des conditions idéales à l'éclosion d'un potentiel feu de forêt c'est-à-dire la présence d'une forêt importante éventuellement caractérisée par de nombreux interfaces habitat/forêt voire agriculture/forêt.

²¹ François ESNAULT, *L'intérêt d'une cartographie des feux de forêt*, forêt méditerranéenne t. XVI, n° 2, avril 1995

<https://www.google.com/drive/host/0B0PLtJhTxnkZDAzOGQxY2EtOTIzOS00ZjlkLWJhYmMtYWYzY2QwYmQ2ZjFi/Documents/Observatoire%20r%C3%A9gional%20de%20la%20For%C3%AAt%20M%C3%A9diterran%C3%A9enne/For%C3%AAt%20M%C3%A9diterran%C3%A9enne/1262%20Forest%20159.pdf>

Conclusion

Plusieurs hypothèses ont été développées par rapport aux facteurs influençant la probabilité d'apparition des feux de forêt dans le département des Pyrénées Orientales. L'évolution des incendies de forêt dans ce département a ainsi permis de mettre en valeur les paramètres qui influent sur ces feux de forêt.

L'hypothèse 1 traitant de l'influence de l'évolution de la population sur le risque d'incendie a été vérifiée par le biais d'articles scientifiques sur ce sujet. Une augmentation de la population communale ou au contraire un dépeuplement a effectivement un impact sur le changement du milieu naturel et donc sur l'apparition des incendies.

L'hypothèse 2 évoque l'exposition d'une commune en fonction de sa surface. Les communes possédant une superficie importante ont effectivement de fortes probabilités d'être des communes montagnardes possédant donc un espace boisé conséquent. Cette situation peut expliquer l'influence de la surface communale sur le nombre d'incendie.

L'hypothèse 3, quant à elle a été finalement infirmée, une surface incendiée importante implique un faible nombre d'incendie. C'est effectivement quelques incendies exceptionnels qui brûlent de grandes surfaces.

L'hypothèse 4 indique que les communes avec un nombre d'incendie et une surface incendiée importants sont des communes très vulnérables aux feux de forêts. Elle se justifie donc naturellement.

Il pourrait être intéressant d'extraire d'autres types de données plus centrées sur le territoire et la géographie de certaines zones. Cependant, cela devrait se faire à une autre échelle. La difficulté majeure est de réussir à récupérer des données exploitables. Un travail important de terrain pour les récolter serait alors envisageables. Celles-ci consisteraient à en déterminer la localisation exacte.

Ce type de projet n'a cependant pas le même objectif que ce travail de recherche qui vise à trouver des hypothèses sur le risque incendie à partir de statistiques et non à réaliser un diagnostic de terrain.

Glossaire

ONF : Office national des forêts

DFCI : Défense de la forêt contre l'incendie

DDSC : Direction de la défense et de la sécurité civile

CODIS : Centre opérationnel d'incendie et de secours

CFM : Conservatoire de la forêt méditerranéenne

DRAF : Direction régionale de l'agriculture et de la Forêt

CODISC : Centre opérationnel de la direction de la sécurité civile

ASDFCI : Association syndicale pour la défense de la forêt contre l'incendie

COFM : Conseil d'orientation de la forêt méditerranéenne

ENTENTE : Entente Interdépartementale pour la protection de la forêt et de l'environnement

DPFM : Délégation pour la protection de la forêt méditerranéenne.

PIDAF : Plan intercommunal de débroussaillage et d'aménagement forestier

PPR : Plan de prévention des risques

PPFCI : Plan de protection de la forêt contre l'incendie

SDIS : Service départemental d'incendie et de secours

DDAF : Direction départementale de l'agriculture et de la forêt

CCFF : Comité communal feux de forêt

Bibliographie

Plans :

- Département des Pyrénées Orientales, *Plan Départemental de Protection des Forêts contre les Incendies*, Mai 2006.

Rapports :

- Statistique agricole annuelle Pyrénées Orientales Année 2013.

Articles / Ouvrages :

- Andrée DARGONE, René DARS, *Les risques naturels* septembre 2001, 127 pages.
- T.T. KOZLOWSKI / C. E. AHLGREN *Fire and ecosystems*, 1974, 541 pages.
- *La prévention des risques naturels*, Rapport d'évaluation, Septembre 1997, 702 pages.
- Joël CHATAIN, *Aspects démographiques et urbanisation dans le Var, Evaluation et Gestion du risque*, Décembre 2004.
- PAULET J.-P. *Forêts et pression démographique en Basse Provence*. In: Méditerranée, Troisième série, Tome 45, 2-1982. pp. 31-40.doi : 10.3406/medit.1982.3397
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/medit_0025-8296_1982_num_45_2_3397
- <http://terrain.revues.org/3050>
- Roland PECOUT, *L'épreuve du feu*, Terrain [En ligne], 19 | octobre 1992, mis en ligne le 22 avril 2005, consulté le 07 mai 2014. URL : <http://terrain.revues.org/3050> ; DOI : [10.4000/terrain.3050](http://dx.doi.org/10.4000/terrain.3050)
- Jean-Paul HETIER, *La Forêt méditerranéenne face aux incendies*, Aménagement et nature numéro 115,
http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/49352/AetN_1994_115_55.pdf?sequence=1
- Claude NAPOLEONEA, Marielle JAPPIOTA, Estelle DUMASAB, Thierry TATONI, *Incendie et structure spatiale d'un territoire : connaître le lien entre la dynamique anthropique et naturelle pour favoriser une régulation du risque à moyen terme*
<http://set-revue.fr/sites/default/files/archives/2003/AX2003-PUB00011909.pdf>
- Christian NICOT, *La répartition des incendies dans le département de la Gironde*, ENGREF, Ecole nationale du génie rural, des eaux et des forêts, Nancy, 1974
<http://hdl.handle.net/2042/20897> | DOI : [10.4267/2042/20897](https://doi.org/10.4267/2042/20897)
- François ESNAULT, *L'intérêt d'une cartographie des feux de forêt*, forêt méditerranéenne t. XVI, n° 2, avril 1 995
<https://www.googledrive.com/host/0B0PLtJjhTxnkZDAzOGQxY2EtOTIzOS00ZjlkLWJhYmMtYWYzY2QwYmQ2ZjFi/Documents/Observatoire%20r%C3%A9gional%20de%20la%20For%C3%AAt%20M%C3%A9diterran%C3%A9enne/For%C3%AAt%20M%C3%A9diterran%C3%A9enne/1262%20Forest%20159.pdf>
- PERPILLOU A. II. *Tailles et formes des communes françaises*. In: Annales. Économies, Sociétés, Civilisations. 13e année, N. 3,1958. pp. 451-456.doi : 10.3406/ahess.1958.3367

http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/ahess_0395-2649_1958_num_13_3_3367

- MEYNIER André. *La commune rurale française*. In: Annales de Géographie. 1945, t. 54, n°295. pp. 161-179.doi : 10.3406/geo.1945.12786
http://www.persee.fr/web/revues/home/prescript/article/geo_0003-4010_1945_num_54_295_12786

Webographie

- Portail de prévention des risques majeurs : www.prim.net
- Secrétariat général de la défense et de la sécurité nationale : www.sgdsn.gouv.fr/site_rubrique106.html
- Site minimrisk : www.minimrisk.fr/gestion_de_crise.htm
- Site de Prométhée : <http://www.promethee.com/>
- Site du gouvernement français : <http://www.risques.gouv.fr/risques-naturels/feux-de-forets>
- Site Risque incendie : <http://www.risque-incendie.com/risque/politique.php>
<http://www.risque-incendie.com/salamandra/#>
- Site de la DPFM : <http://www.dpfm.fr/>
- Site de l'IGN : http://inventaire-forestier.ign.fr/spip/IMG/pdf/RES-DEP-2012/RS_0812_DEP_66.pdf
- Site de la DRAAF : <http://draaf.languedoc-roussillon.agriculture.gouv.fr/Territoires>
- Site de l'Insee : <http://www.insee.fr/fr/methodes/nomenclatures/cog/>
http://www.statistiques-locales.insee.fr/FICHES/DL/DEP/DL_DEP66.pdf
- Site de Techno Science <http://www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=5937>
- <http://pwg.gsfc.nasa.gov/stargaze/Flatlong.htm>
- Site Futura Sciences : <http://www.futura-sciences.com>
- Site Observatoire national de la Santé : <http://www.orsnpdc.org/donnees/popdef.pdf>
- Site de Bordas Editions : http://ses.editions-bordas.fr/eleve/webfm_send/91
- Site DUCLERT : <http://www.duclert.org>
- Module "Analyse et Gestion des risques" :
http://www.uved.fr/fileadmin/user_upload/modules_introductifs/module3/risques/1.1/html/2_2_1.htm

Logiciel R:

- Site de l'université de Rennes : http://perso.univ-rennes1.fr/denis.poinsot/Statistiques_%20pour_statophobes/R%20pour%20les%20statophobes.pdf

Directeur de recherche :
Boulay Raphaël

Ramond Lucas
Projet de Fin d'Etudes
DA5
2013-2014

LES FEUX DE FORÊT DANS LES PYRÉNÉES ORIENTALES

Analyse des facteurs démographiques et géographiques

Résumé :

Les Pyrénées Orientales font partie des zones soumises au risque d'incendie. Ce travail de recherche porte sur l'analyse de facteurs démographiques et géographiques en relation avec les feux de forêt dans le département. Il permet de contribuer à l'apport d'informations sur le risque incendie. L'un des objectifs est de s'interroger sur ce risque incendie au sein de ce département en soulevant des questions sur les conditions d'apparition d'un feu de forêt dans les Pyrénées Orientales mais également à une échelle nationale.

Les données utilisées, correspondent à une période de 40 ans et sont notamment le nombre d'incendie par commune, la surface incendiée, la surface communale... Suite à une analyse de ces données grâce à un logiciel de statistique, des tendances sont mises en valeur et permettent d'énoncer des hypothèses telles que l'influence de la pression humaine sur le taux d'incendie.

Une hypothèse traite de l'influence de l'évolution de la population sur le risque d'incendie. Une augmentation de la population communale ou au contraire un dépeuplement a effectivement un impact sur le changement du milieu naturel et donc sur l'apparition des incendies. Une autre hypothèse évoque l'exposition au risque d'une commune en fonction de sa surface.

L'intérêt de montrer l'influence de ces différents facteurs sur la probabilité d'apparition des feux de forêt réside dans la gestion intelligente de ces facteurs sur le terrain qui permettra peut-être de limiter ces catastrophes.

Mots Clés : Variables, Statistiques, Risque d'incendie, Vulnérabilité, Dépeuplement, Superficie, forêt