

INCENDIES ET INFLUENCES ENVIRONNEMENTALES SUR LEUR PROPAGATION



1.	Introduction.....	3
2.	Présentation des données.....	5
	2.1 Les incendies.....	5
	2.2 Les sols et forêts.....	6
	2.3 Météorologie.....	6
3.	Description statistique des incendies.....	8
	3.1 Les Départements et Régions d’Outre-Mer.....	8
	3.2 Axe temporel des feux en métropole.....	9
	3.3 Étude spatiale en France métropolitaine.....	12
4.	Structures des données et statistique inférentielle....	16
	4.1 Méthode d’élaboration des groupes.....	16
	4.2 Profil géologique des clusters.....	18
5.	Conclusion et conséquences de cette étude.....	21
	Sources de données et bibliographie.....	22

1. Introduction

Les plus graves conséquences des incendies sont dans la pollution étendue et multi-sphérique qu'ils engendrent. Leur étude est insuffisante et trop ancienne pour être exploitée. Combattre un mal commence par la compréhension de son mécanisme. Et c'est dans la contribution de cette besoin que se présente ce rapport.

Plusieurs programmes gouvernementaux et départementaux sont mis en place pour prévenir les feux de forêts. Ces stratégies reposent sur des études de 2004 et leurs actions sont principalement axées autour de « la diminution du nombre d'éclosions de feux de forêt et des superficies brûlées, la prévention des risques de ces incendies sur les personnes, les biens, les activités économiques et sociales et les milieux naturels et la limitation de leurs conséquences »¹. Pour le publique, les incendies restent une question de destruction de bois, de pertes financières, de risques pour les habitations ou d'impacts psychologiques sur les habitants. Bien que difficilement quantifiable, les effets les plus sévères résident dans les pollutions multiples et multi-sphériques qu'ils engendrent.

Alors même que les considérations environnementales fond enfin parties des préoccupations prioritaires des gouvernements, l'impact écologique des incendies n'est pas ou peu pris en compte. Le manque de connaissances sur le sujet explique en partie ce problème mais elles ne sont pas inexistantes pour autant et leurs mentions restent absentes dans la plupart des rapports officiels des organismes ou services publiques²³.

Ces conséquences moins flagrantes sont polyvalentes. En terme d'espace, la dégradation atteint toutes les sphères de l'air au sol en passant par la biosphère dont l'eau. Mais surtout, la corruption environnementale touche tous les domaines car si la plus évidente et majoritaire reste l'émanation de gaz comme le CO₂, le rejet d'organochlorés, de métaux lourds ou d'éléments radioactifs est une réalité⁴. De plus, elle est aussi risque d'inondation et d'assèchement des cours d'eau et leurs fréquences trop rapprochées dégradent la biodiversité

1 Extrait de l'article L133-2 du Code forestier

2 The European Forest Fire Information System (EFFIS), rapport 2001 "Forest Fires in Europe", introduction, p. 6-7 et article 2.4 "France", p. 10

3 The magazine of the National Fire Protection Association, Podcast "The Wildfire Crisis", retranscription: "Greetings from the 202 Wildfire Season", J. Roman, A. Verzoni et S. Sutherland, 01 Nov. 2020, paragraphe

végétale et animale.

Bien comprendre l'étendue de ces retombées ou pouvoir mettre en place des tactiques pertinentes de lutte sans porter atteinte à l'intégrité des milieux naturels, toute démarche commence par une meilleure compréhension des mécanismes incendiaires. Dans cette optique, ce rapport étudie les effets des paramètres géologiques sur la taille des brasiers.

L'embrasement d'un espace dépend de plusieurs variables dont les valeurs ne sont pas toutes accessibles avec précision. Pour cette étude, nous retenons les paramètres décrits par le Ministère de la Transition écologique et de la Cohésions des territoires, à savoir les compositions écologiques et géologiques du milieu ainsi que les conditions météorologiques⁵. Ce choix pose donc l'hypothèse d'une réaction humaine et des moyens logistiques utilisés équivalents d'une intervention à une autre.

A l'aide des données, nous cherchons à comprendre le rapport entre les attributs de la zone enflammée et la propagation des incendies.

La première partie présente en détail les critères sélectionnés et leurs intérêts. Dans la deuxième section, nous exposons les informations statistiques directement accessibles. Ensuite, nous abordons les caractéristiques des incendies dans le troisième mouvement et établissons une classification selon leur profil. Et enfin, nous tentons de comprendre l'impact environnemental sur la taille des brasiers.

4 Article sur les émissions à 'échelle mondiale des incendies: <https://atmosphere.copernicus.eu/copernicus-reveals-summer-2020s-arctic-wildfires-set-new-emission-records>

5 Dossier de presse "Feux de forêt: les prévenir et s'en protéger", juin 2020, art. "Les impacts des feux de forêts", p13: https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/2020.06.19-DP_Feux_foret_campagne_2020.pdf

2. Présentation des données

Les informations exploitées sont de trois natures distinctes. Elles concernent les incendies, la météo et les attributs géologiques des milieux. Toutes les données ont été regroupées en utilisant leur position géographique et ont été restreintes à la France métropolitaine. Les plus anciennes remontent à 2006 et sont suffisamment importantes pour permettre une étude statistique pertinente.

2.1 Les incendies

Les interventions sont enregistrées par les utilisateurs de l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN) et hébergées dans la base de données sur les incendies de forêt (BDIFF). Chaque entrée permet d'accéder à l'année, au lieu et à la date de l'événement. Les types de surfaces calcinées par les flammes sont également renseignées selon les définitions de l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques⁶.

La collecte d'incendies a commencé en 2006, nous avons donc accès à un historique de 16 ans. L'étude statistique se concentre sur les 15 premières années pour comprendre et construire le modèle de prévision et nous utilisons les données de 2022 pour tester le prototype de prédiction.

Le code INSEE⁷ et la position géographique récupérée dans la banque de données de l'IGN permettent d'identifier précisément la commune incendiée: les renseignements couvrent la métropole et les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM). Il faut également noter que des changements intra et inter-départementaux ont lieu durant ces dernières décennies donc il a fallu avoir recours aux anciennes nomenclatures de ces communes pour pouvoir lier l'ensemble des données. L'heure indiquée est la minute et locale.

Les différences établies parmi les surfaces sont d'ordre technique et non écologique, c'est pourquoi nous avons choisi d'en regrouper certaines afin de mettre en exergue les dissemblances naturelles.

Les principaux groupes résultant sont les espaces forestiers, les domaines non boisés et les

⁶ <https://www.insee.fr/fr/metadonnees/definition/c1083>

⁷ Code alphanumérique régissant la nomenclature des communes françaises élaborée par l'Institut National de la Statistique et des Études Économiques (INSEE)

domaines non boisés artificiels. En tant qu'exploitation, les sylvicultures sont exclues.

L'intervention est retenue pour une surface minimale de 1m².

2.2 Les sols et forêts

Des campagnes d'observation des milieux menées par l'IGN constituent une base de connaissance technique très complète sur les sols et forêts du territoire français. Il fournit un pré-traitement qui synthétisent plusieurs informations sur les caractéristiques des sols par la création d'indice des sols. En plus des essences et de la roche, nous avons choisi d'exploiter ces indicateurs métiers pour caractériser les aspects géologiques des surfaces embrasés.

Chaque relevé est géographiquement identifié par un identifiant unique du point inventaire (IDP). La mise à disposition d'un catalogue de correspondance entre IDP et positions géographiques permet de faire le lien avec les communes et par extension, les incendies. Par la suite, il s'est avéré que les données ne concernaient pas les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM). Mais sachant que les feux de ces territoires représentent moins de 3% de l'ensemble des brasiers en France, nous avons décidé de les exclure des deux dernières parties de ce travail.

Mis à part la Seine-et-Marne (77), nous faisons également remarquer que les départements d'Île-de-France sont regroupés sous le 75 conformément au pratique de l'IGN.

Les analyses sont très denses et exhaustives. C'est le cas par exemple des arbres dont les observations prennent en compte toutes les essences présentes au point inventaire. Nous avons procédé à des restrictions en ne retenant que celles ayant la concentration plus élevée par parcelle IDP.

2.3 Météorologie

Les mesures météorologiques ne sont pas issues des communes mais des stations de référence réparties sur le sol français. De plus, l'acquisition des relevés est faite par intervalles de 3h aussi est-il possible qu'il y ait des variations entre les informations employées et la météo réelle de la

commune. A moins de phénomènes particuliers, nous considérons ces différences suffisamment faibles pour ne pas avoir d'influence significative sur un brasier.

Il est à retenir que sont uniquement pris en compte les situations climatiques au moment des alertes et non leur évolution au cours de l'intervention.

3. Description statistique des incendies

L'étude des incendies des territoires d'outre-mer fond ressortir des incohérences dans les caractéristiques des brasiers et illustrent les instabilités socio-économiques des DROM durant la dernière décennie.

En métropole, le rythme des brasiers se base sur une activité cyclique de 5 ans. Chaque cycle est composé de deux pics d'activité intense dont l'un est toujours accompagné par des ravages de grandes envergures. Dans cette logique, 2022 s'annonce comme la seconde frénésie du dernier cycle avec d'importants dégâts territoriaux.

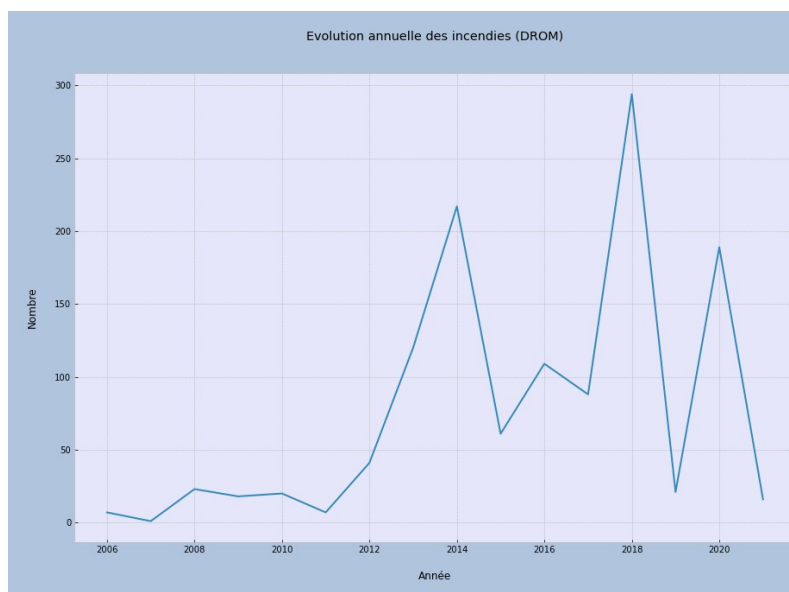
Les activités botaniques humaines sont de sérieux facteurs de conflagration.

Les interventions sont moins concentrées et se répandent à d'autres départements. En parallèle, la dégradation des terrains s'amenuise mais les dévastations d'envergure exceptionnelle sont en augmentation.

3.1 Les Départements et Régions d'Outre-Mer (DROM)

Contrairement à la métropole, les taux d'humidité des DROM sont peu propices à l'apparition naturelle d'une combustion. Ce contraste justifie cette analyse isolée.

Fig. 1: Nombre d'alerte sur 15 ans

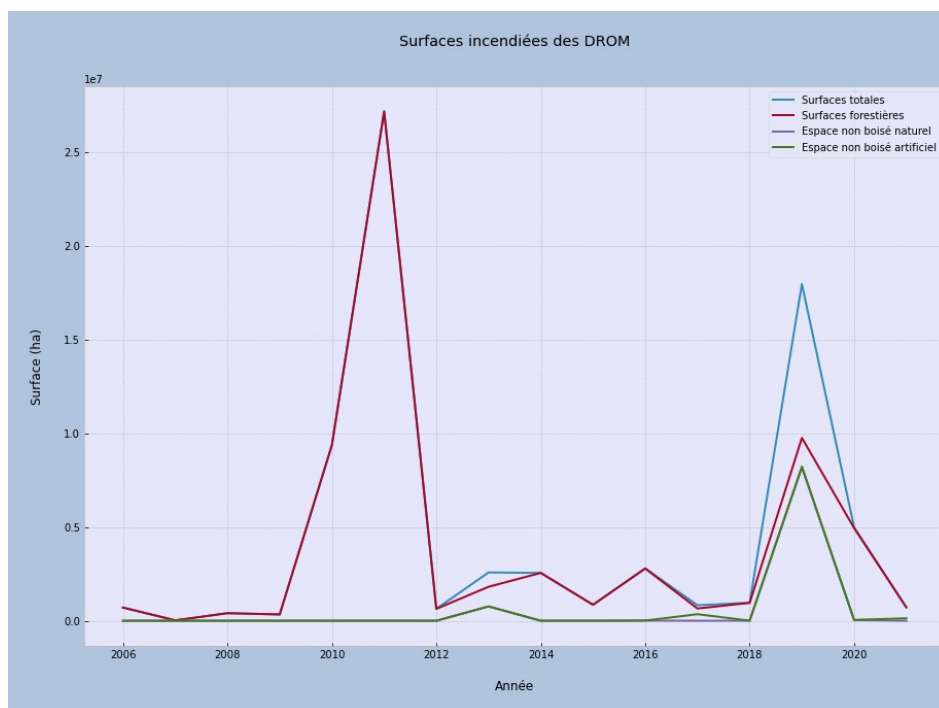


Les 15 ans d'évolution peuvent être séparés en deux phases dont la démarcation se situe en 2011. La moyenne annuelle de 13 embrasements est passée à 116 alertes soit une hausse

spectaculaire de plus de 800%.

Nous rappelons que 2011 fait suite aux conséquences de la crise des subprimes de 2008-2009. De plus, l'économie des DROM repose pour la majorité sur un modèle de croissance colonial, autrement dit, les activités dépendent presque exclusivement de la consommation. Ces troubles socio-économiques post-subprimes et l'augmentation rapide des incendies renforcent l'hypothèse d'une croissance de la criminalité.

Fig.2: Surfaces brûlées concernée par les incendies



2011 et 2019 sont deux périodes ressortant du graphe de la figure 2. La dernière concerne de façon inhabituellement élevée, tous les types de surfaces.

Les pics de fortes activités ne sont pas en adéquations avec l'amplitude des alertes. Le nombre d'intervention est important voire très élevé mais l'étendue des dommages est excessivement restreinte. Que ce soit grâce à l'efficacité des interventions ou aux conditions favorables du milieu, la gravité d'un incendie est majoritairement faible dans les DROM.

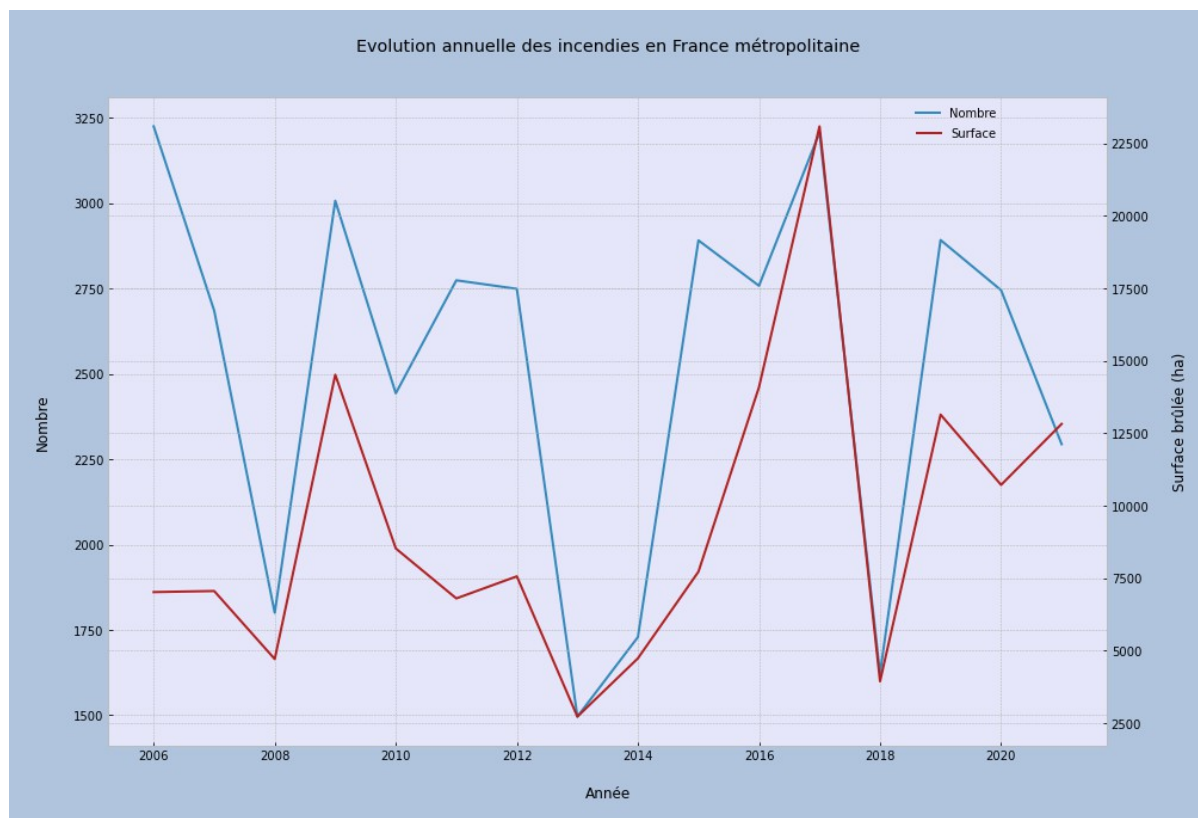
Les démesures de 2011 et 2019 créditent encore la théorie de l'acte criminel.

3.2 Axe temporel des feux en métropole

16 années d'incendie représentent plus de 40 000 alertes et près de 0.27% du territoire calciné.

Ce sont également plus de 430 incendies de moins de 2m² déclarés. Ces feux ayant été enregistré signifie qu'il y ait bien eu intervention avec une maîtrise rapide de la situation. Or la probabilité que ces combustions aient été causées par des phénomènes naturelles en présence ou à proximité d'humains est très faible. Et parce qu'un acteur criminel ou accidenté ne signale pas son méfait, ces chiffres donnent un aperçu de la capacité des départs accidentels.

Fig. 3: 16 ans d'intervention en métropole



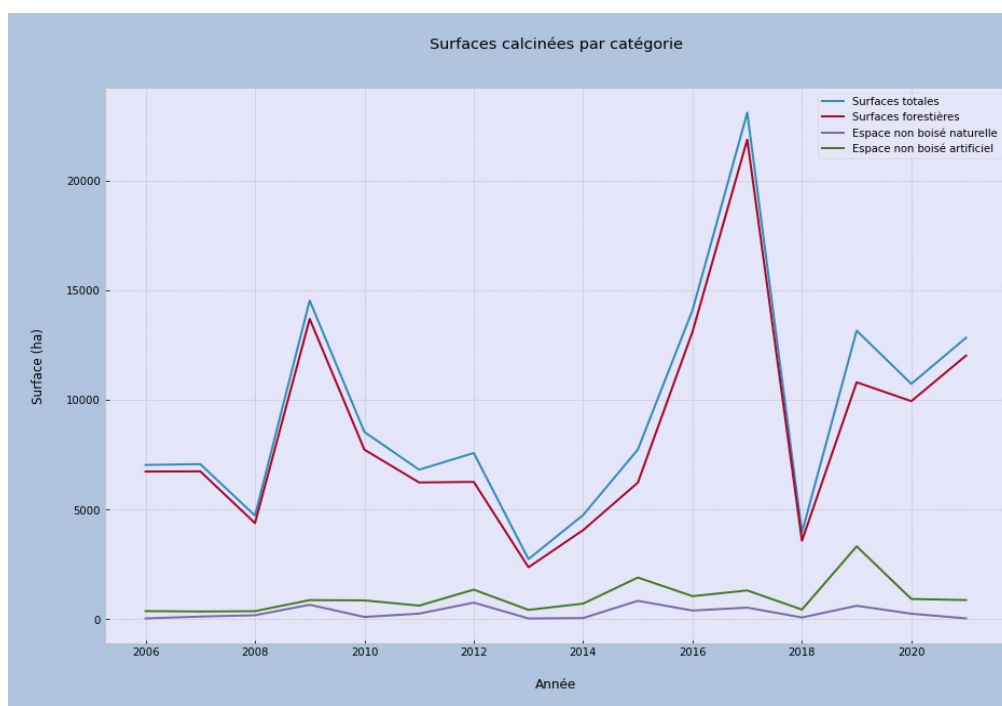
L'observation de la figure 3 met en évidence un caractère cyclique marqué avec un différentiel entre les valeurs minimales et maximales de près de 60%. Un cycle s'étend sur environ 5 ans et se compose deux phases frénétiques au profil distinct entre-coupé d'une accalmie:

- phase alpha: cette période est plus courte mais aussi plus active en terme d'opération et provoque des ravages de grandes ampleurs, c'est le cas de 2009;
- phase bêta: cette frénésie est deux fois plus longue mais environ 15 à 20% moins violente que la précédente. L'étendue des terres calcinées est également bien inférieure en valeur absolue et relative, sur la figure 3, 2011 est la phase bêta du cycle de 2009;
- phase inter-cyclique: c'est année de pseudo-trêve séparant les deux premières, elle représente une baisse d'incendie de 20%, en reprenant la précédente illustration, 2010 en est un exemple;

En suivant la logique de la série temporelle, 2021 est l'inter-cycle et 2022, la deuxième période de frénésie du dernier cycle. Plus particulièrement, il s'agit de sa phase alpha, par conséquent, en plus d'une croissance des alertes, nous devons également nous attendre à une destruction environnementale d'ampleur considérable. Et considérant la proportion de surfaces détruites et le total des interventions, 2006 est la phase bêta du premier cycle présenté de ces données.

Chaque cycle de combustions carbonise en moyenne, 0.08% du territoire métropolitain.

Fig. 4: Surfaces métropolitaines brûlées



L'observation des fluctuations des différents types de domaine montre sans équivoque les forêts comme combustible majoritaire.

Depuis 2009, les deux autres catégories de terrains occupent une part de plus en plus importante dans le bilan de dégâts territoriales. En les rapportant à la surface de la France métropolitaine, les 15 années d'embrasement des espaces non boisés naturels et artificielles représentent respectivement 3 et 10.3% des terres calcinées. Les surfaces non naturelles présentent un risque de destruction trois fois plus élevé, autrement dit, l'activité botanique humaine est un facteur de développement incendiaire.

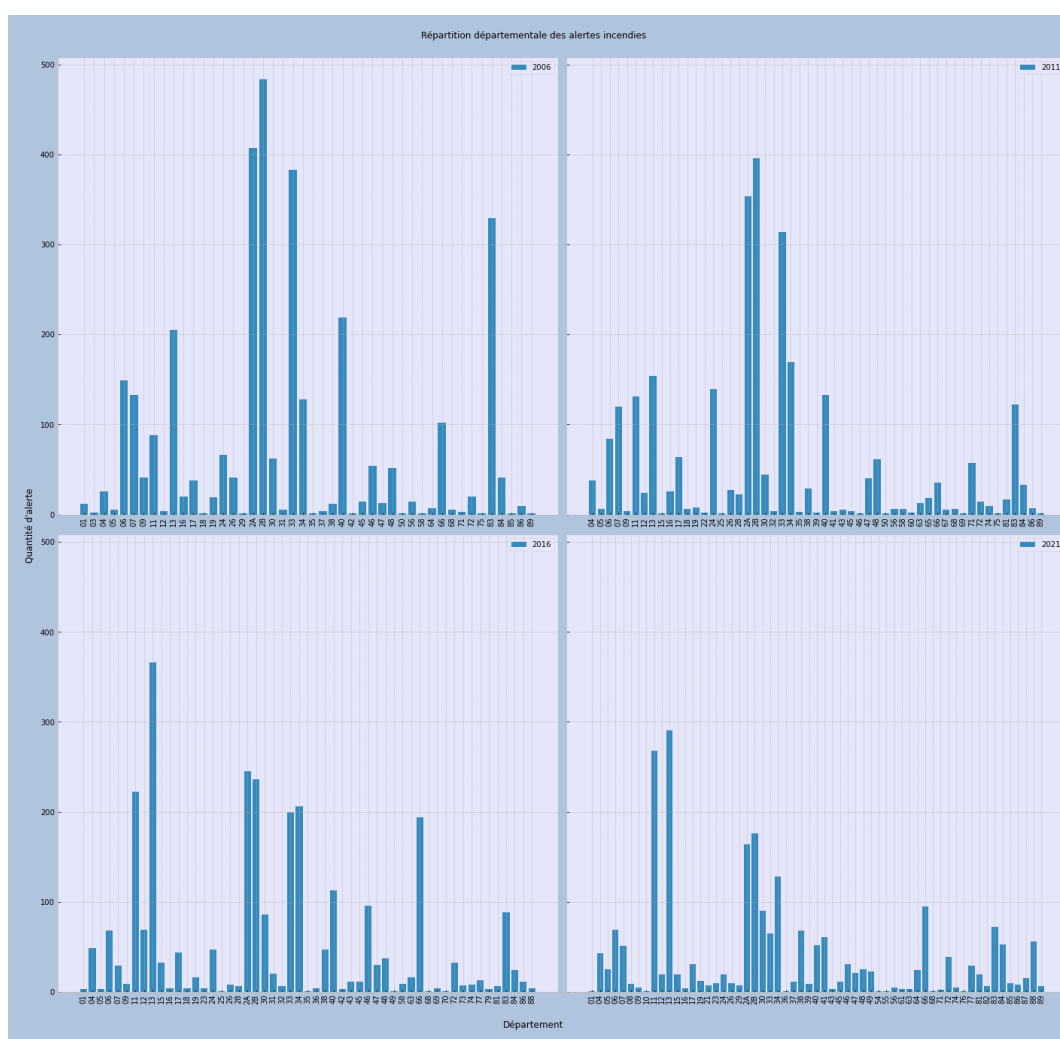
Un incendie est qualifié de "Grand Feu" (GF) si sa superficie dépasse les 1 000 ha. Sur la période de cette étude, plus de 99% des alertes concernent des étendues inférieures à 800 ha.

Néanmoins, des événements d'une ampleur exceptionnelle peuvent s'étendre sur plusieurs milliers d'hectares. On se souvient des plus récents avec les ravages de 2020 en Corse ou encore du gigantesque incendie de 2021 dans le Var de presque 7 000 ha.

3.3 Étude spatiale en métropole

Nous avons choisi 5 années espacées de 4 à 5 ans pour étudier l'évolution de la répartition des feux au sein des départements.

Fig. 5: Répartition départementale de feu



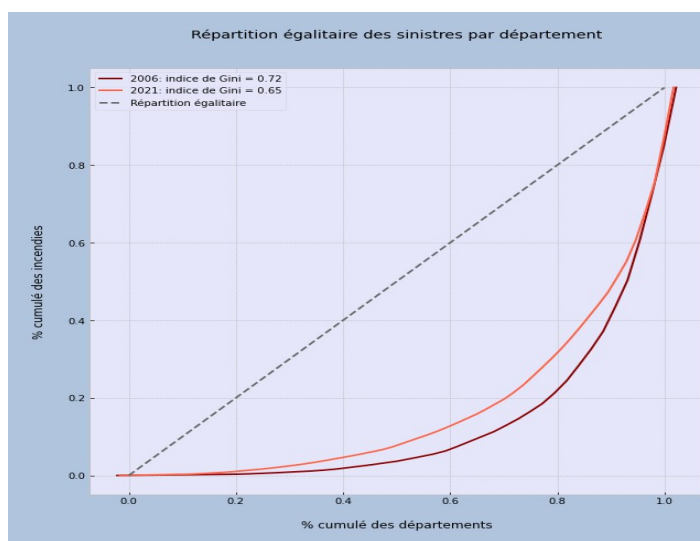
Parmi les départements les plus à risque en terme d'effectif, nous avons l'Aude (11), les Bouches-du-Rhône (13), la Corse (2A-B), la Gironde (33), l'Hérault (34), les Pyrénées-Orientales (66) et le Var (83).

Due à la politique de prévention des incendies, la fréquence des combustions tend à diminuer avec les années mais en contre-partie, leurs présences s'étendent à des départements n'étant, à

l'origine, pas concernés. Un des cas les plus spectaculaires de cette tendance baissière est la Corse. Durant les 15 dernières années, le nombre des alertes à diminuer de 500 à moins de 200 interventions annuelles mais il persiste des cas isolés subissant une hausse des brasiers. Les Bouches-du-Rhône font parties de cette catégorie. Cette réaction antagoniste aux politiques de lutte montre les difficultés croissantes à venir dans la gestion des feux.

La courbe de Lorenz de la figure 6 permet de prendre la mesure de ces observations en mettant en évidence ce changement de comportement.

Fig. 6: Courbe de Lorenz

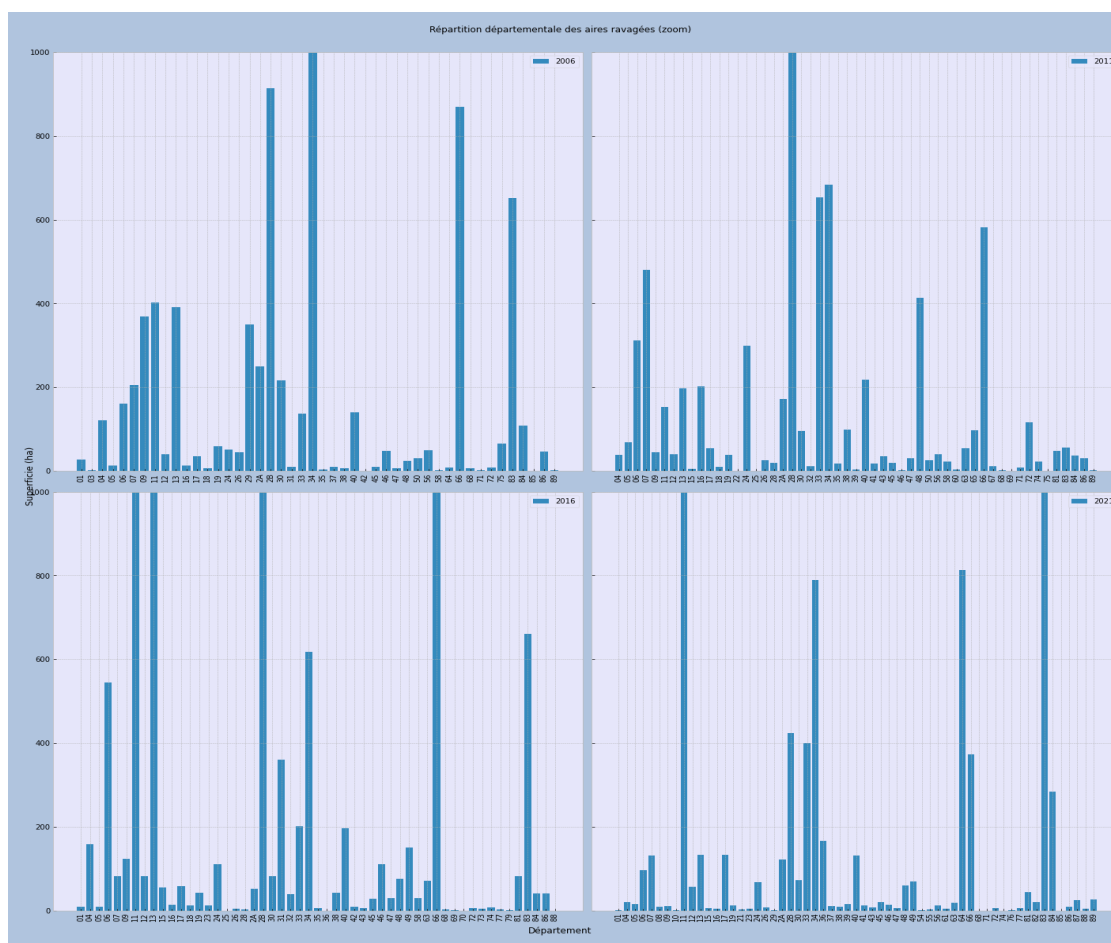


Ce graphe représente le degré de répartition des feux au sein des départements français. Plus une courbe de Lorenz est proche de la droite passant par l'origine, plus la distribution des événements est jugée équi-répartie sur l'espace territorial. La proximité croissante de la représentation de 2021 avec le tracé égalitaire prouve que de plus en plus de départements sont concernés.

Cet examen est quantifié par l'indice de Gini. En tendant vers 0, une situation tend vers un état d'équité or en 15 ans, ce paramètre a déjà perdu 11 points pour atteindre les 65%. En 2006, 80% des départements concentraient un peu moins de 20% des alertes mais en 2021, cette concentration est montée à 30%. Dans l'autre cas extrême, cela veut également dire que 20% des territoires départementales représentent 70% des incendies.

A présent, nous considérons le dispatching des aires calcinées sur le sol national.

Fig. 7: Évolution des surfaces brûlées par département



De la figure 7, nous pouvons extraire deux informations.

Premièrement, en considérant les conditions climatiques de plus en plus favorables aux déclenchements des brasiers, la diminution flagrante des superficies sinistrées par département indique une amélioration des moyens en mise œuvre pour maîtriser un embrasement. En second, nous pouvons noter une croissance significative des incendies de plus de 1 000 ha pour les départements les plus à risque.

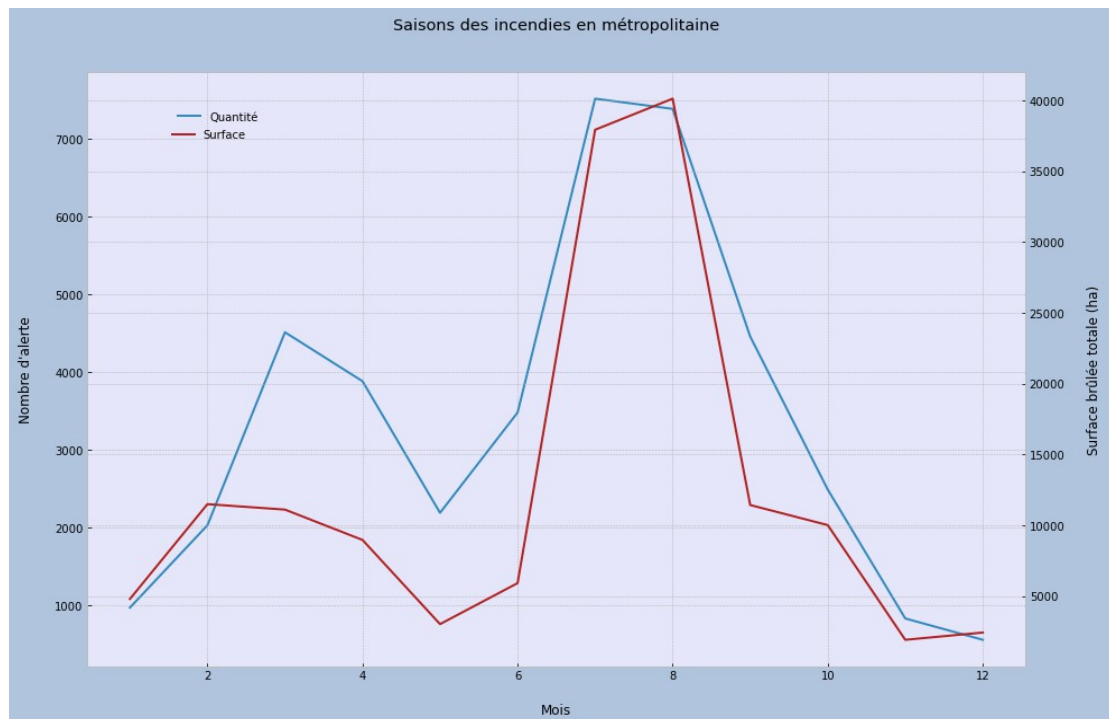
En se référant à la sortie de la cellule 178 du notebook ci-joint, les départements peuvent être répartis en trois groupes selon l'amplitude des superficies.

Le premier dont la variation des terres embrasées est au minimum égales à 1 000 ha. Nous y retrouvons l'Aude (11), les Bouches-du-Rhône (13), la Haute-Corse (2B), la Gironde (33) et l'Hérault (34). Nous y incluons également l'Ariège (09) dont les superficies atteintes sont très proches de 1 000 ha et ne présentent pas de outliers. Dans la deuxième partie sont rassemblés les départements dont les fluctuations des domaines carbonisés sont de l'ordre de plusieurs centaines d'hectares. C'est le cas par exemple, du Var (83) ou des Landes (40). Enfin, la dernière catégorie réunit les départements dont les aires des incendies varient de quelques dizaines

d'hectares. Les Hautes-Alpes (05) ou encore le Tarn (81) en sont des profils types.

Maintenant, nous rapportons l'ensemble des informations sur un an et obtenons le graphique de la figure 8.

Fig. 8: Les saisons incendiaires



Nous pouvons confirmer l'existence de deux saisons bien distinctes: au printemps et en été/automne.

La période printanière dure environ 3 mois. L'embrasement des espaces est borné aux alentours des 1 000 ha. La décroissance du nombre des alertes coïncide avec la reprise annuelle de la végétation.

La deuxième période est la plus à risque. Les caractéristiques en nombre et en durée de l'intervalle estival sont au minimum, doublées. Les ravages sont 4 fois plus importants et se poursuivent très tard dans la saison automnale. Cette saison s'étend ainsi sur presque la moitié d'une année. La hausse et le déclin des combustions correspondent respectivement aux activités estivales de la société et à la baisse des températures.

Nous venons d'exposer les extractions à froid des données sur les incendies. Maintenant, nous nous penchons sur leur structure afin de comprendre le degré d'influence des paramètres environnementaux sur la tailles des brasiers.

4. Structures des données et statistique inférentielle

Les feux d'origine naturelle ne représentent que 2.4% des incendies. La seule corrélation géologique ayant pu être soulevée avec les brasiers de forte superficie est celle de la carbonatation du sol. La mise en évidence des caractéristiques du terrain peut néanmoins trouvé un intérêt dans l'étude de la pollution engendrée par la combustion.

Il s'avère que deux des clusters ont une participation exclusive aux phases alpha et bêta des cycles d'ignition

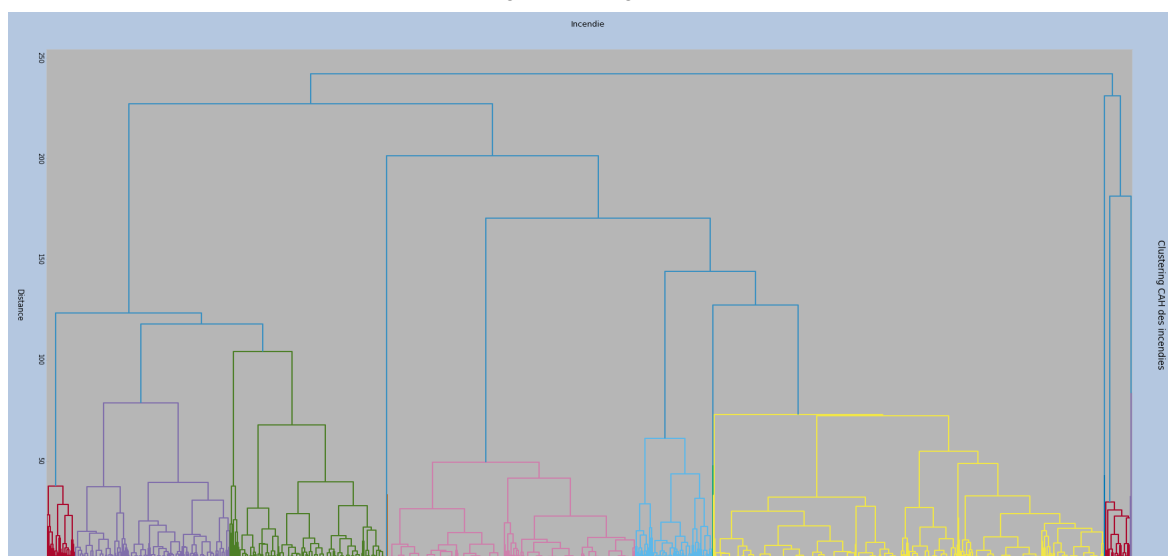
4.1 Méthode d'élaboration des groupes

Le risque de surenchère pouvant gonfler certaines informations, nous avons recherché les éléments corrélés et écarté un facteur de chaque couplet. Ce fut le cas notamment de la plus évidente: les espaces forestiers représentant plus de 99% des surfaces brûlées.

Ensuite, pour grouper les interventions par similarité, nous avons appliqué une méthode de classification hiérarchique descendante utilisant l'algorithme de Ward, autrement dit, nous sommes parties de l'ensemble des événements et les avons séparés au fur et à mesure en maximisant la variance entre les groupes et diminuant celle au sein d'un cluster. Cette ramification s'est poursuivie jusqu'à pouvoir mettre en avant les principaux profils de chaque groupe sans chercher à sur-individualiser.

La figure 9 présente l'arbre de décision ainsi obtenu en ayant un aperçu globale de la répartition et la taille des amas.

Fig. 9: Dendrogramme



Ensuite, afin de faciliter la compréhension et la perception des structures, nous avons synthétisé les données quantitatives en procédant à une analyse des composantes principales (ACP). Dans la figure 10 se trouve les expressions de l'ensemble de ces nouvelles variables synthétiques "F" utilisées pour l'étude des profils.

Fig. 10: les composantes principales (CP)

	inertie	surf_brulee	surf_nB_nat	surf_nB_artf	delta24_p	vit_vent	humidite	tempSol	pluie24	phenoSpe4
f1	1.791052	0.434381	0.579564	0.683074	-0.029185	0.048840	-0.068456	0.022381	-0.006506	0.019039
f2	1.467565	-0.038618	0.088132	0.050194	-0.046424	-0.640003	0.470497	0.211352	0.172803	-0.529684
f3	1.103804	-0.062151	0.101676	0.041827	0.526809	-0.145362	0.389862	-0.697577	-0.107236	0.187848
f4	1.047109	0.016543	-0.001777	0.001039	0.324219	0.194963	0.168291	0.235195	0.842089	0.252666
f5	0.957572	0.158097	-0.113970	-0.009807	0.739816	-0.003621	-0.418646	0.199393	-0.131240	-0.427005
f6	0.908243	0.807039	-0.534154	-0.040336	-0.107488	-0.031568	0.178738	-0.127678	0.027824	0.012923

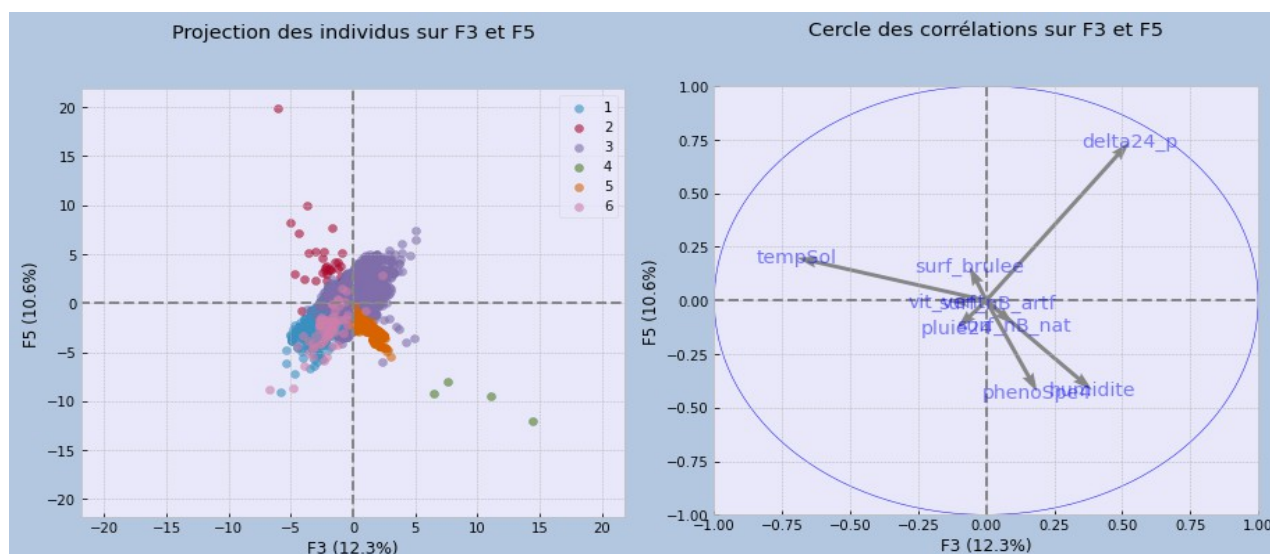
La première colonne "inertie" mesure la capacité de la composante principale à capter la représentation des brasiers dans l'espace formé par les variables initiales. Par conséquent, elle donne une appréciation sur sa qualité. Les colonnes suivantes sont les expressions des composantes en fonction des paramètres étudiés. En valeur absolue, plus ces coefficients sont élevés, plus la proportion de la variable pèse dans la composition de la CP.

La valeur élevée d'un coefficient permet de comprendre la nature d'une composante. Ceux de la CP f6 nous permet de la définir comme caractérisant l'aspect surfacique d'un incendie et f1 indique le type de terrain calciné. De même que les CP 2 à 5 dirigent de façon différente les aspects météorologique d'un événement et f4 est liée aux manifestations ponctuelles du climat comme la pluie et les phénomènes spéciaux.

Nous faisons remarquer qu'un coefficient négatif est une marque de corrélation négative c'est à dire que les deux grandeurs évoluent dans des sens opposés.

Une fois les composantes principales définies, elles sont employées deux à deux pour former des plans dans lesquels nous projetons les clusters en considérant les caractéristiques des feux d'un côté (Fig. 11 à gauche) et les attributs des combustions de l'autre (Fig. 11 à droite). Les figures suivantes donnent un exemple de ces perspectives dans le plan formé par les composantes principales 3 et 5.

Fig. 11: Représentation dans le plan F3/f5

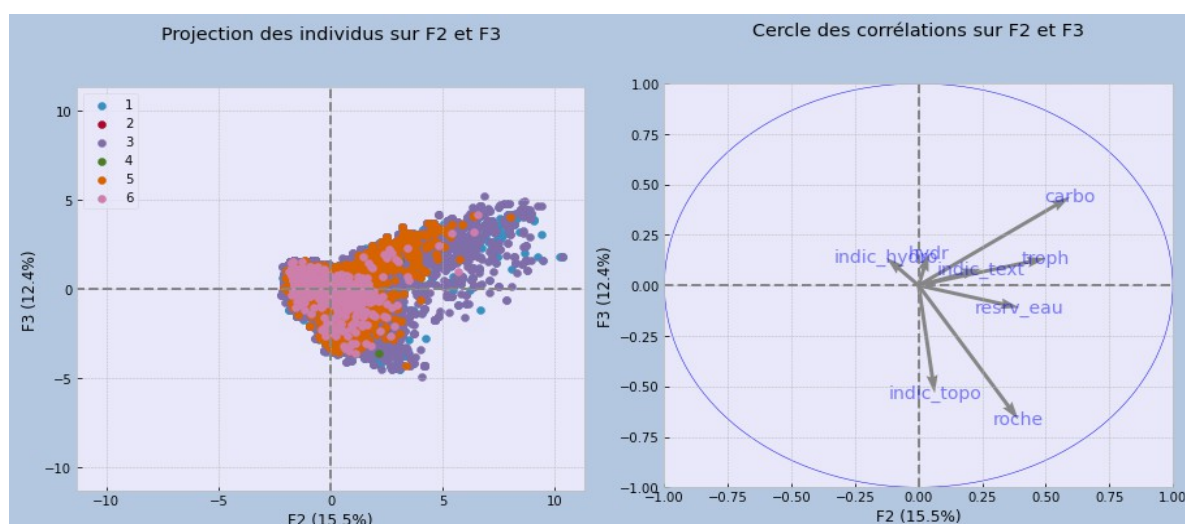


La confrontation de ces deux figures détermine les types de profil de chaque famille. Dans cet exemple, les Verts sont attirés par l'humidité, le groupe 5 en orange est dans la direction des phénomènes spéciaux. Un des caractères dominants du cluster 3 est la pression (delta24_p) tandis que le cluster est influencé à la fois par la température au sol (tempSol) et la pression. Concernant les autres variables, la taille de leur projection indique une représentation de mauvaise qualité et ne peuvent donc pas être exploitée, sur ce plan .

4.2 Profil géologique des clusters

En réitérant le procédé et la comparaison précédents avec cette fois-ci, les paramètres géologiques, nous déterminons les aspects environnementaux principaux de chaque groupe.

Fig. 12: Représentation dans le plan « géologique » F2/F3



La figure 12 est un extrait de ces résultats pour les CP “géologiques” F2 et F3. Dans ce plan, les incendies du cluster 3 ont un comportement binaire puisqu’une partie est influencée par la roche et l’autre par la carbonatation mais l’analyse successive sur les autres plans permet de révéler les dominances propres à chaque ensemble.

Voici les déductions des deux examens:

- Cluster C1:

- Nombre d’intervention: 12607;
- Composition hétérogène dont seul la faible superficie ressort;
- Profil: milieu de pente faible ou nulle, peu ensoleillé, sol drainant sableux ou limoneux peu profond et très caillouteux avec peu de rétention d’eau, affleurement supérieur à 65%, sol sec à très sec tout au long de l’année;

- Cluster C2:

- Nombre d’intervention: 33;
- Regroupe les feux ayant les propagations les plus importantes;
- Profil: sol carbonaté;

- Cluster C3:

- Nombre d’intervention: 26630;
- Profil: terrain de pente nulle à légère ombragé ou faiblement ensoleillé, sol peu profond très caillouteux, sec en permanence ou en zone humide asséchée en été drainant, sableux ou limoneux superficiellement et composé de calcaire ou de granite;

- Cluster C4:

- Nombre d’intervention: 4;
- Deuxième cluster par la taille;
- Profil: domaine en pente légère avec ensoleillement, composé de roche métamorphique et calcaire à effervescence variable sous acide chlorhydrique, sol carbonaté;

- Cluster C5:

- Nombre d’intervention: 966;
- Combustion d’origine naturelle;

- Profil: superficie en pente en en vallée avec collecte d'eau, affleurement rocheux de 35 à 80%, sol en limon ou argile très sec en permanence ou asséché en été, roche de calcaire consolidée ou non et métamorphique;

- Cluster C6:

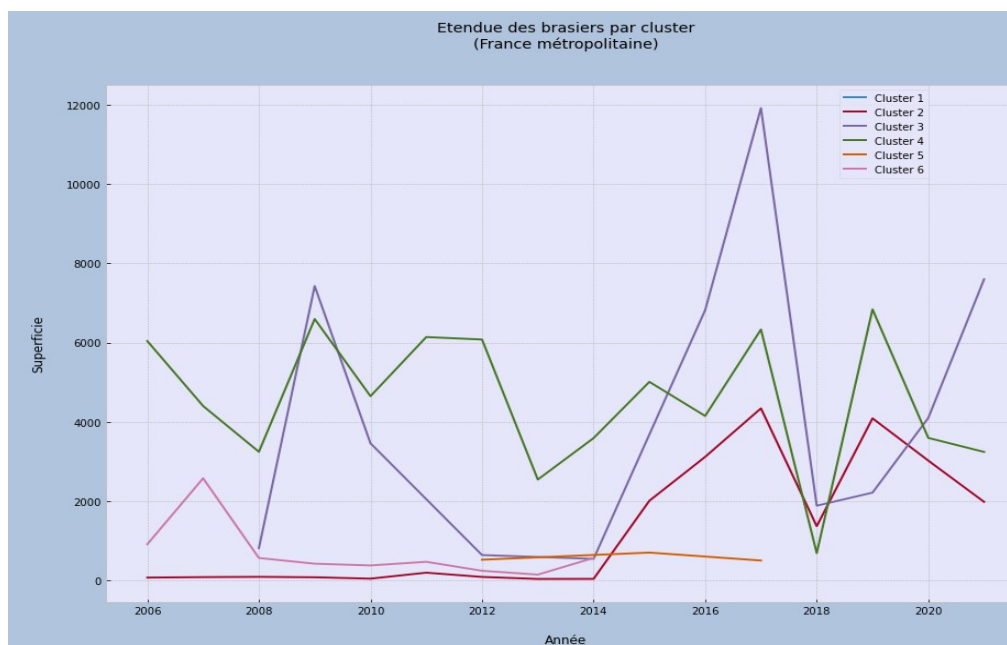
- Nombre d'intervention: 77;

- Cluster réunissant les embrasements les plus restreintes en terme de surface;

- Profil: aire faiblement pentue avec ruissellement, sol drainant sableux ou limoneux peu profond et très caillouteux, affleurement supérieur à 65%, des zones humides permanentes ou possiblement asséchées en été, roche sableuse non consolidée, granitique ou de silice.

La seule caractéristique pertinente pouvant influencée la propagation d'un embrasement est la carbonatation du sol mais il ressort de ce clustering des propriétés en relation direct avec les cycles des incendies introduits à la figure 3. Le graphique de la figure 13 donne l'évolution du nombre des alertes en fonction des groupes.

Fig. 13: Lien entre clustering et cycle de frénésie



En confrontant l'évolution des surfaces concernées par les différents avec la répartition globale des alertes marquons que les brasiers du troisième profil sont ceux qui génèrent les phases alpha des cycles incendiaires. Quant au cluster 4, concernant uniquement les petites surfaces, il "nourrit" le nombre des alertes des deux phases.

5. Conclusion et conséquences de cette étude

La destruction des vies, humaines et surtout animales, des milieux, des habitations et l'étendue pour l'instant incommensurable mais certaines de la pollution engendrées par les feux... C'est un peu cher payé pour un barbecue ou une envie de cigarette.

Le rythme des incendies suit un schéma déterministe. Cette régularité permet de prévoir dans une certaine mesure les activités d'embrasement et peuvent aider à mieux organiser les équipes d'intervention et la mise en œuvre de la logistique.

Le fait que les actions phytobiologiques humaines soient des facteurs de propagation des combustions soutient les politiques des acteurs du développement durable dans le respect de la diversité et des caractéristiques innées des milieux naturels. Dans ce cadre, l'influence prépondérante des sols carbonatés dans la superficie des embrasements pourrait ouvrir la voie à des moyens écologiques pour restreindre l'étendue des terres calcinées. Mais le risque de perturber l'équilibre cardé environnementale en travaillant sur la composition des terres n'est pas négligeable et encore moins anodin.

Finalement, la meilleure intervention passe par la prévention dans la détection mais surtout dans la sensibilisation de la population particulièrement quand nous savons que moins de 3% des incendies sont en corrélation avec des phénomènes météorologiques spéciaux susceptibles de déclencher une conflagration.

La destruction des vies humaines mais surtout animales, des milieux des habitations et l'étendue pour l'instant incommensurable mais certaines de la pollution engendrées par les feux... C'est un peu cher payé pour un barbecue ou une envie de cigarette.

Sources de données et bibliographie

Les informations exploitées lors de cette étude ont été recueillies dans les banques de données suivantes:

- "IGN - Inventaire forestier national français, Données brutes, Campagnes annuelles 2005 et suivantes, <https://inventaire-forestier.ign.fr/dataIFN/>, site consulté le 01/08/2022"

- Archives météorologiques publiques de Météo France:

https://donneespubliques.meteofrance.fr/?fond=produit&id_produit=90&id_rubrique=32

- Données géographiques des communes françaises:

<https://geoservices.ign.fr/adminexpress#telechargement>

- Base de Données sur les Incendies de forêt:

bdiff.agriculture.gouv.fr/incendies

- Page de garde: photographie de Franck Desprez, de Communication Sdis77

<https://www.tl2b.com/2020/08/bleau-les-impressionnantes-images-de.html>