

Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution.

Pierre Carrega

▶ **To cite this version:**

Pierre Carrega. Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution.. Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution., Sep 2008, Montpellier, France. pp 11-23. hal-00470225

HAL Id: hal-00470225
https://hal.science/hal-00470225

Submitted on 5 Apr 2010

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Le risque d'incendies de forêt en région méditerranéenne : compréhension et évolution.

Pierre CARREGA
Université de Nice / UMR Espace/CNRS
98 Bd Herriot 06204 Nice cedex 3
France
carrega@unice.fr

Résumé : Le risque d'incendie de forêt est une notion composite complexe, obéissant à des pas de temps très différents (de la minute à la décennie) , et dans lequel les facteurs météorologiques jouent un rôle essentiel dans l'éclosion et dans la propagation. Un feu catastrophique nécessite l'association d'un aléa favorable (mise à feu par temps chaud, sec et venteux, et avec une végétation déshydratée), d'une susceptibilité très forte (végétation inflammable, dense et multi-stratifiée, pentes topographiques…), et d'une vulnérabilité importante (enjeux exposés et difficultés de lutte). L'évolution future semble beaucoup plus dépendante de l'activité humaine que du changement climatique.

Mots-clés : incendie, climat, susceptibilité, risque.

Les régions de climat méditerranéen connaissent de nombreux incendies depuis la préhistoire, comme l'ont montré divers travaux archéologiques. Fortement humanisée et donc transformée, en terme d'occupation du sol, la bordure méditerranéenne est soumise à une sécheresse estivale, parfois très prononcée et durable, juste pendant la période où les plantes ont le plus besoin d'eau. Phénomène moins connu, les hivers, parfois assez peu arrosés en montagne, sont aussi la période où se déclenchent des incendies, particulièrement à la fin de la saison, quand l'herbe a gelé, ce qui l'a déshydraté, et favorise les départs de feu. Dans les régions où la montagne touche la mer, comme les Alpes-Maritimes, par exemple, il est fréquent que la fin d'hiver connaisse davantage d'éclosions d'incendies que l'été ; mais les incendies catastrophiques, brûlant d'énormes superficies et provoquant des ravages sont, par contre, un phénomène exclusivement estival.

La très grande variabilité interannuelle et surtout le rythme saisonnier marqué qui caractérisent aussi bien le nombre de départs de feux que les superficies brûlées, suggèrent que les feux de forêt sont sous la dépendance non exclusive de phénomènes fonctionnant à des échelles de temps très courtes : en un lieu donné, un feu pourra démarrer facilement un jour et ne pourra qu'avorter le lendemain ! (fig. 1 et 2). Ces échelles temporelles courtes sont, soit liées à l'homme (la plupart des mises à feu), soit liées aux mécanismes physiques qui font le climat. Mais il est également vrai qu'à conditions météorologiques favorables similaires, nombre de feux s'éteignent spontanément, faute de carburant, alors que d'autres génèrent de véritables catastrophes.

Quelle que soit sa cause initiale, une fois produite (c'est « l'éclosion »), la flamme va donner - ou non- naissance à un feu dont le devenir (la « propagation ») est particulièrement lié, d'une part à la couverture végétale qui constituera le « fuel », le carburant, et d'autre part, aux conditions météorologiques qui vont influencer, sinon commander la combustion, et jouer le rôle de comburant.

La notion de risque, pour les incendies de forêts, comme pour les autres risques, naturels ou non, est ambigüe, au sens où elle décrit à la fois la probabilité d'un évènement, c'est-à-dire l'aléa, et les conséquences de cet évènement, liées à l'homme et à son emprise sur le milieu, donc à sa vulnérabilité. C'est d'ailleurs la définition officiellement retenue par l'UNESCO depuis les

années soixante dix, définition malheureusement appauvrissante dans la mesure où elle est source de confusions, particulièrement pour ce qui concerne les facteurs « naturels » qui agissent sur le feu.

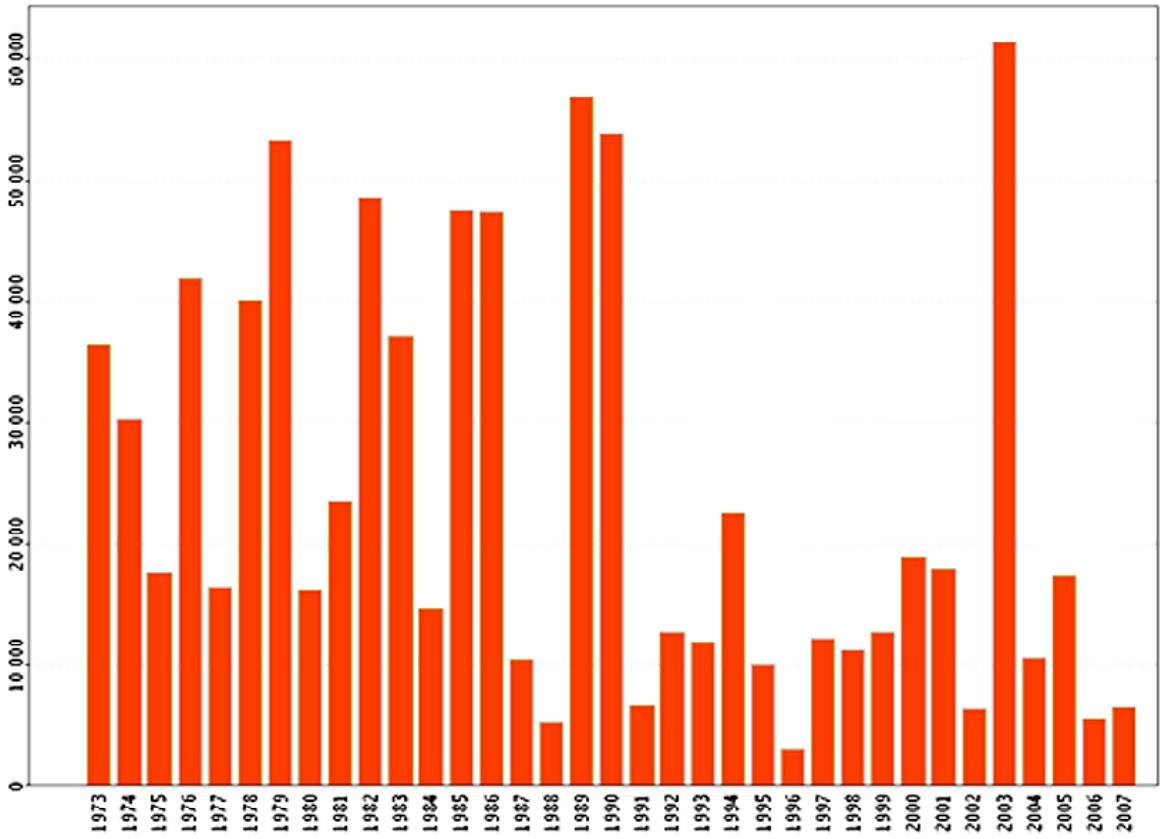


Figure 1. Nombre total annuel des incendies de forêts ayant affecté les 15 départements du Sud-Est de la France (proches de la Méditerranée) de 1973 à 2007. Source : Prométhée.

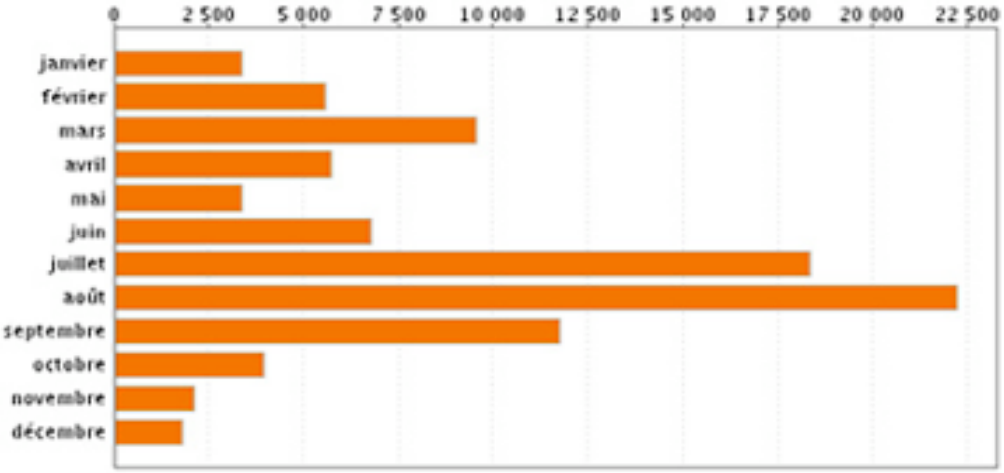


Figure 2. Nombre mensuel total d'incendies de forêts ayant affecté les 15 départements du Sud-Est de la France de 1973 à 2007. Source : Prométhée.

Délibérément, la vulnérabilité ne sera pas traitée dans ces lignes, mais la notion de risque sera discutée et enrichie en termes de composantes. Dans un second temps, allant ensuite dans le sens contraire du déroulement d'un feu, nous remonterons à sa source, en insistant sur les combinaisons qui produisent des feux si différents. Enfin l'évolution actuelle et future du risque d'incendie de forêt sera évoquée.

1. Les composantes des risques « naturels » en général, et du risque de feu de forêt en particulier.

1.1. Trois composantes, et non deux pour les risques naturels !

Le simple suivi du déroulement d'un évènement « naturel » dangereux montre aisément que séparer ses composantes en deux parties, aléa et vulnérabilité, peut le priver de lisibilité. L'exemple d'une crue est particulièrement démonstratif : considérer qu'elle représente l'aléa (comme l'estiment généralement les victimes ou les assureurs) revient à agglomérer des phénomènes parfois totalement séparés et indépendants les uns des autres, donc à ne pas pouvoir démêler les agents qui ont combiné leurs effets pour aboutir à la montée des eaux. Reconsidérons la question :

- Dans une crue « flash » méditerranéenne en particulier, l'aléa n'est pas la crue, mais bien l'orage qui va générer une forte intensité de pluie (et sans lequel il n'y aurait aucune crue).

- Une deuxième composante, essentielle, va maintenant intervenir, on peut l'appeler « susceptibilité ». Elle est, pour un épisode pluvieux donné, le potentiel du milieu biophysique, plus ou moins influencé par l'homme, à produire ou non une crue, par l'intervention de la pente, de la perméabilité de la roche et du sol, de la couverture végétale, par le tracé plus ou moins hiérarchisé du réseau hydrographique, bref, par tout ce qui va agir sur le trajet de l'eau une fois celle-ci parvenue à la surface. Certes, l'homme peut avoir agi sur certains de ces caractères (en particulier la couverture végétale), mais outre que l'artificialisation est, à ce stade, bien inférieure à ce qu'elle est dans la composante « vulnérabilité », le débat ne consiste pas à opposer l'homme à la nature, mais à identifier les étapes d'un processus.

En résumé, la quantité d'eau précipitée dépendra donc du positionnement de la cellule orageuse par rapport au bassin - versant (centrée sur un seul ? à cheval sur deux ?) et de l'intensité de la pluie ; et la montée des eaux dépendra du coefficient de ruissellement, lui-même commandé par la susceptibilité évoquée ci-dessus, et par le passé pluviométrique récent (les sols sont-ils saturés ?), etc. A ce stade, en un même endroit, il est évident qu'une même précipitation n'engendrera pas les mêmes crues, ou que deux crues presque similaires peuvent avoir à leur origine deux aléas différents, du fait du rôle de la susceptibilité qui transforme en ruissellement violent (la crue « flash ») les gouttes tombées du ciel (l'aléa).

- La troisième composante est bien sûr constituée par la vulnérabilité, qui regroupe ce qui procède des activités humaines, et de leur fragilité face au type d'évènement : densité, enjeux (vies humaines, richesses), prévention (par exemple les digues, etc), moyens de lutte pendant la crue, résiliance, etc. Elle est entièrement caractérisée par l'artificialisation. Une même crue n'ayant pas les mêmes effets destructeurs selon qu'il y a ou non à détruire…

Le tableau I est une synthèse non exhaustive des trois composantes énoncées ci-dessus, appliquées à des manifestations d'origine différente, dans lesquelles les processus naturels sont déterminants, au minimum parce qu'ils constituent le déclencheur, l'aléa.

Tableau I Manifestations d'un « excès naturel » et composantes du risque induit. La spécificité des atteintes à l'homme n'est pas mentionnée.

Manifestation	Aléa	Susceptibilité	Effets – Vulnérabilité *
Tremblement de terre	séisme	type de terrain, résistance (géologie)	effondrement des constructions - structures
Tsunami	séisme	position, profil littoral	effondrements, dégâts et destructions par eau
Crue	forte pluie	imperméabilité du sol occupation du sol, pente…	effondrements, dégâts et destructions par eau
Glissement terrain	forte pluie	pente, nature roche, végétation	ensevelissements, destructions
Incendie	éclosion du feu	type de végétation, pente (propagation)	végétation diverse et forêt, maisons brûlées
Cinématique de l'air, objets volants	Vent très fort	forme du relief, effets Venturi, frein végétation	Destruction totale ou partielle de constructions

* La spécificité des atteintes à l'intégrité humaine (décès, blessures, traumatismes) n'est pas indiquée ici.

Pour un incendie de forêt, l'aléa est la flamme de départ, quelle que soit son origine, alliée à des conditions météorologiques autorisant son développement, et sur lesquelles nous reviendrons. L'échelle de temps qui gouverne l'aléa est pour l'essentiel très courte : quelques minutes, quelques heures, car le « temps » météorologique change vite.

La susceptibilité regroupe les caractères qui vont commander la propagation du feu (pour des conditions météorologiques données), et son pas de temps est beaucoup plus long que pour l'aléa : il se compte en mois pour la phénologie, et en années pour la morphologie générale de la végétation. Les paramètres importants sont en particulier la biomasse, caractérisée par sa densité, sa stratification verticale (l'herbe communique le feu aux arbustes qui, à leur tour, le transmettent aux arbres), ses essences plus ou moins inflammables ; et l'orientation ainsi que la valeur de la pente face au feu. Traditionnellement, tous ces caractères sont inclus dans l'aléa, par exemple dans la conception des Plans de Préventions du Risque Incendie de Forêt (PPRIF) en France, où le terme « aléa » est constitué de la combustibilité de la végétation et de la biomasse, de la pente du terrain, de la position dans le versant, et de l'exposition, tous facteurs, qui on le sait, varient sur un long pas de temps.

Enfin, la vulnérabilité concerne tous les efforts faits (ou non) sur le long terme pour l'instruction des populations ou des sauveteurs, la lutte immédiate contre les flammes (moyens aériens et terrestres), la présence humaine plus ou moins dense et la richesse des biens, etc. C'est volontairement que cette composante ne sera pas développée ci-dessous.

1.2. La composante « susceptibilité » du risque d'incendie de forêt.

On devine que pour une situation météorologique donnée, et en particulier la vitesse du vent, la propagation des flammes sera fort variable, en fonction de la susceptibilité du terrain pour ce faire. Un certain nombre de travaux ont depuis longtemps porté sur la susceptibilité, ou plutôt sur des parties précises de cette dernière, aboutissant généralement à des cartographies du « risque de

feu ». Ces études consistent le plus souvent en une description du couvert végétal, en terme de formation, de groupements, d'essences, ou encore de combustibilité et d'inflammabilité, caractères qui changent lentement dans le temps et sont tout désignés pour étayer les propositions ou décisions d'aménagement (fig. 3).

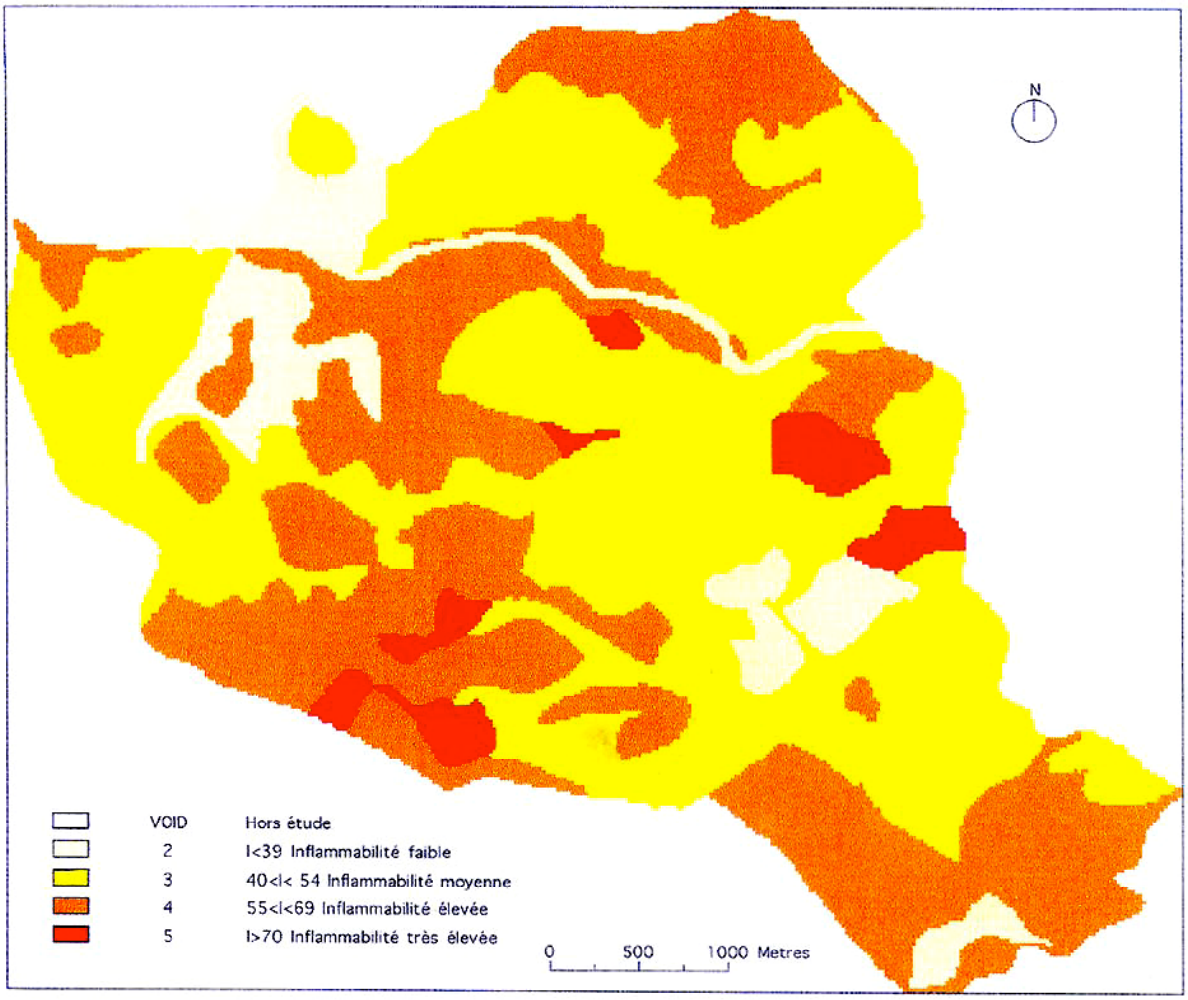


Figure 3. Carte de l'indice d'inflammabilité (hors facteurs météorologiques) sur la commune de Valbonne (06). Méthode Alexandrian (1982). Source : R. BLANCHI, 1996.

Réclamées plus ou moins explicitement par les aménageurs, les forestiers ou les pompiers, des combinaisons plus subtiles sont ensuite apparues à partir des années 80 et surtout 90, sous formes d'indices de propagation potentielle ou de susceptibilité, même s'ils ne portent pas explicitement un tel nom (fig. 4).

Le devenir d'une éclosion d'incendie est donc très variable en fonction de la capacité qu'aura le milieu à propager les flammes, donc de sa susceptibilité, et selon le contexte précis en aval de l'éclosion, il y aura une infinité de possibilités, depuis le non - événement jusqu'à l'incendie catastrophique, le « mégafire ».

La susceptibilité obéit à un pas de temps beaucoup plus long que l'aléa puisqu'elle concerne des données qui changent lentement s'il n'y a pas de perturbation (végétation) ou même pas du tout, à l'échelle humaine (pente du relief). En dehors des efforts humains pour l'éteindre, la propagation d'un incendie de forêt dépendra donc de la susceptibilité, mais aussi de phénomènes

changeant beaucoup plus vite, parfois en quelques dizaines de minutes : les conditions météorologiques, et en particulier le vent, relevant de l'aléa.

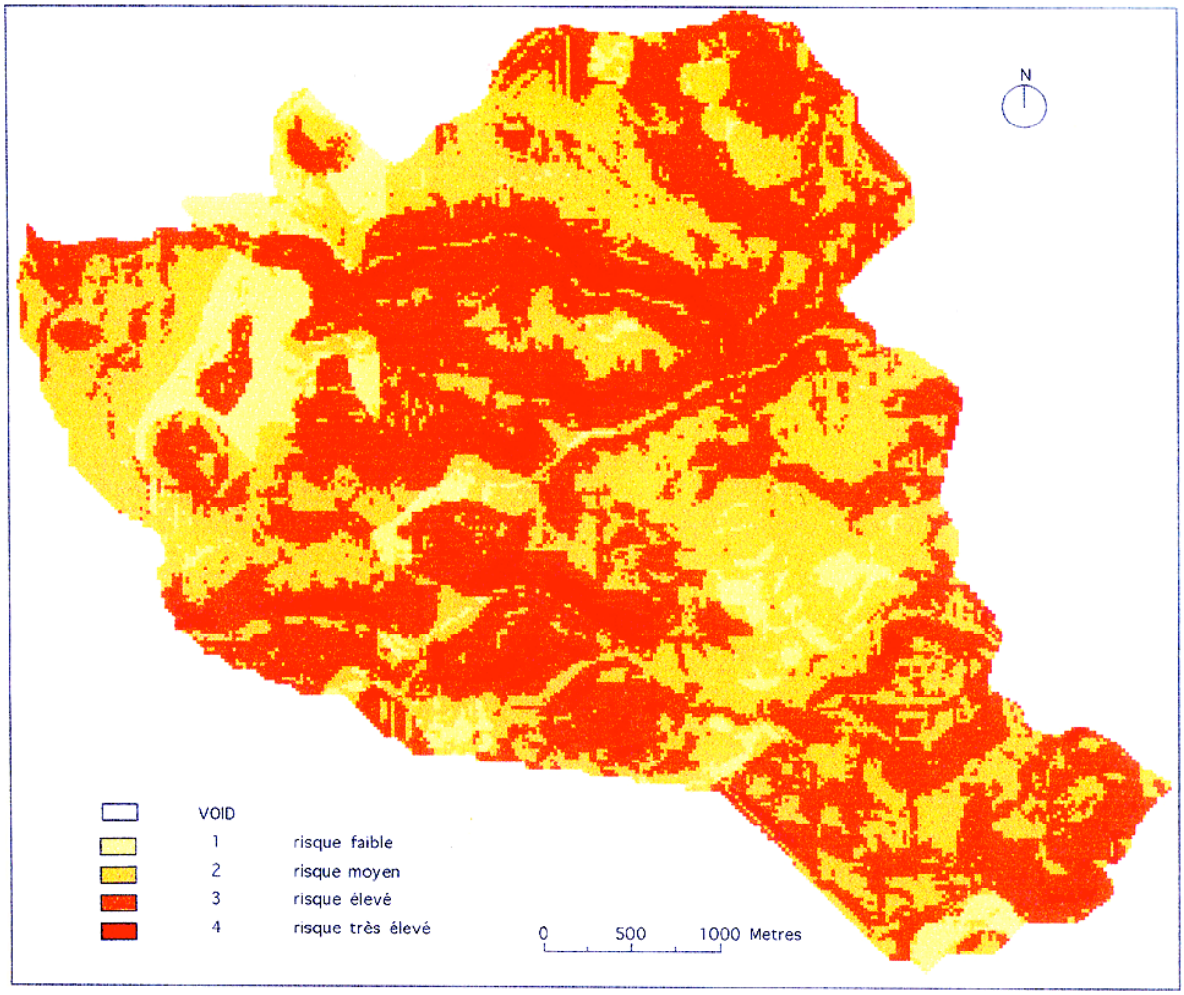


Figure 4. Carte du risque de propagation (hors facteurs météorologiques) sur la commune de Valbonne (06). Méthode Chuvieco. Source : R. BLANCHI, 1996.

2. La composante « aléa » du feu de forêt : une combinaison.

2.1. La mise à feu

La cause des incendies est très inégalement connue selon les pays, et en fait, selon les efforts consentis pour se donner les moyens d'investigation nécessaires. La France, par rapport à l'Espagne, par exemple, se fait malheureusement remarquer par la grande proportion (environ 50%) de feux d'origine officiellement inconnue, mais il semble bien qu'en règle générale, la très grande majorité des incendies soit due à une intervention humaine. Corrélativement, la foudre est dans l'ensemble peu responsable, contrairement par exemple, aux Montagnes Rocheuses et au Canada continental, éloignés de l'océan, parce que les orages sont le plus souvent accompagnés ou suivis de précipitations, du fait de la phénoménale source de vapeur d'eau qu'est la mer Méditerranée. En montagne méditerranéenne toutefois, à la limite du domaine, il peut néanmoins arriver que des feux soient à l'origine déclenchés par la foudre même s'il pleuvait, dans les milieux où l'humus est épais et où le feu a pu y couver, avant d'éclore en surface avec le retour du soleil et du vent, comme cela se produit dans les Landes.

Sans qu'il soit possible de modéliser de manière déterministe les comportements humains (négligence, pyromanie, etc), l'approche statistique montre clairement une corrélation entre nombre d'éclosions et proximité d'une route ou d'habitations (fig. 5). Ce constat indéniable s'explique par l'occurrence fréquente de mises à feu par imprudence ou volonté, là où se trouvent les hommes. Les jets de mégots, barbecues ou écobuages mal éteints sont ainsi à eux seuls une source très importante de départs de feu, le nombre suppléant la faible probabilité de succès du feu, en particulier pour les mégots en bordure de route…

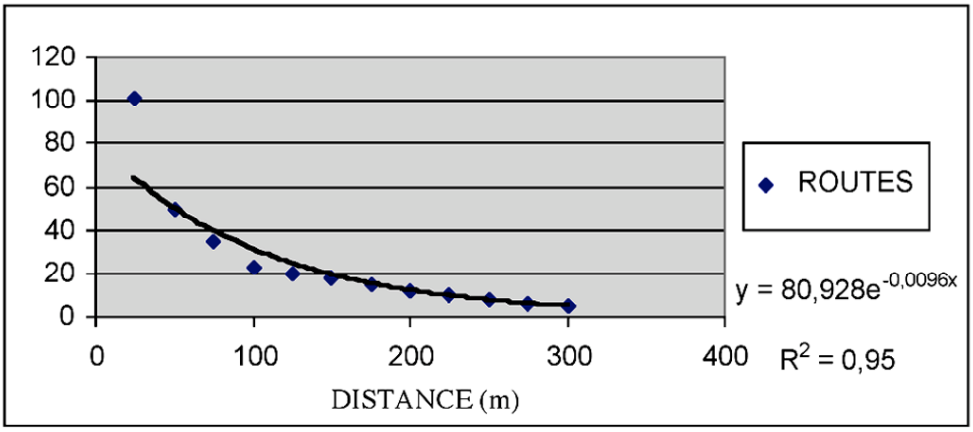


Fig. 5. Relation entre le nombre de départs de feux (ordonnée) et la distance à la route (par pas de 25 m) dans les Alpes-Maritimes de 1991 à 2003. Source : J.G. ROBIN, 2006.

Ce caractère explique par exemple pourquoi les indices d'éclosion non météorologiques incorporent le réseau routier, comme celui de Chuvieco (1989), par exemple (fig 6). Les approches de ce type ou celles simplement fondées sur l'historique des feux permettent de définir les endroits qui, chroniquement, sont plus « sensibles » que d'autres, mais, bien que très utiles pour la prévention, ils ne sont qu'un potentiel atemporel incapable de distinguer l'évolution du danger d'un jour à l'autre. C'est ici qu'intervient l'autre pan de l'aléa : les conditions météorologiques.

2.2. La météorologie

Il est bien établi que la combustion est individuellement favorisée par plusieurs variables dont la combinaison peut devenir « explosive » : température et rayonnement solaire élevés, faible hygrométrie, vent fort et régulier, toutes variables qui peuvent évoluer très vite en cours de journée, et qui en général tendent vers l'inverse à la tombée de la nuit. D'où la figure7 montrant que la plupart des feux se déclarent entre 11h et 19h.

On estime, condition nécessaire mais non suffisante, qu'un autre facteur pèse lourdement sur les chances d'éclosion d'un feu : c'est la teneur en eau du combustible. S'il s'agit de la litière ou de bois mort, la relation (négative) sera forte avec l'humidité relative de l'air et l'absence de pluie dans les 3 ou 4 jours précédents. C'est par contre plus subtil pour les plantes vivantes qui puisent leur eau dans les réserves du sol, et la mesure de cette variable est difficile, qui change lentement dans le temps, en fonction de l'évapotranspiration, en l'absence de pluie.

La télédétection s'y applique (fig. 8) avec un succès mitigé en cherchant une relation entre activité chlorophyllienne et teneur en eau qui ne sont généralement pas bien corrélées, sans oublier que la nébulosité empêche un suivi continu ; mais la puissance de recouvrement spatial de cette technique est un atout indéniable (Eufirelab, 2005).

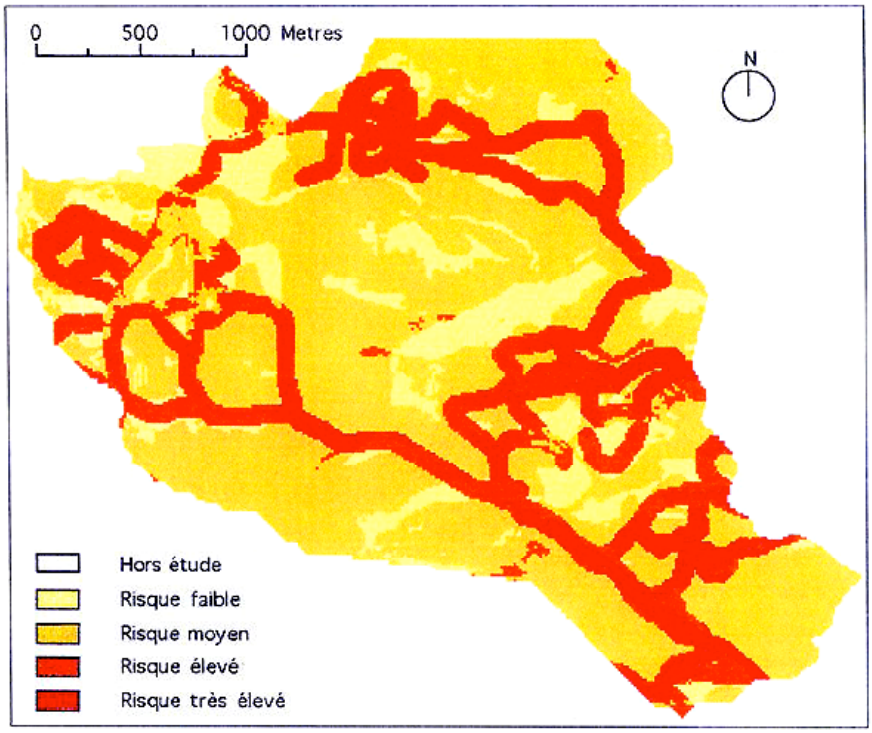


Figure 6. Spatialisation de l'indice d'éclosion de CHUVIECO (hors facteurs météorologiques) sur la commune de Valbonne (Alpes-Maritimes). Source : R. BLANCHI, 1996.

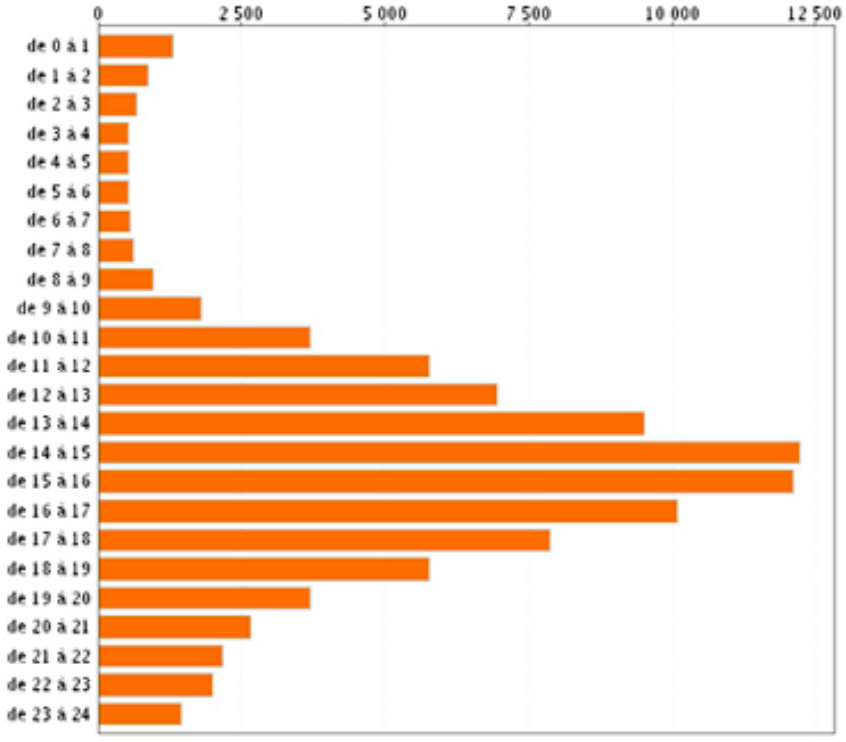


Figure 7. Heures de départ des feux dans le Sud-Est de la France, de 1973 à 2007. Source : Prométhée.

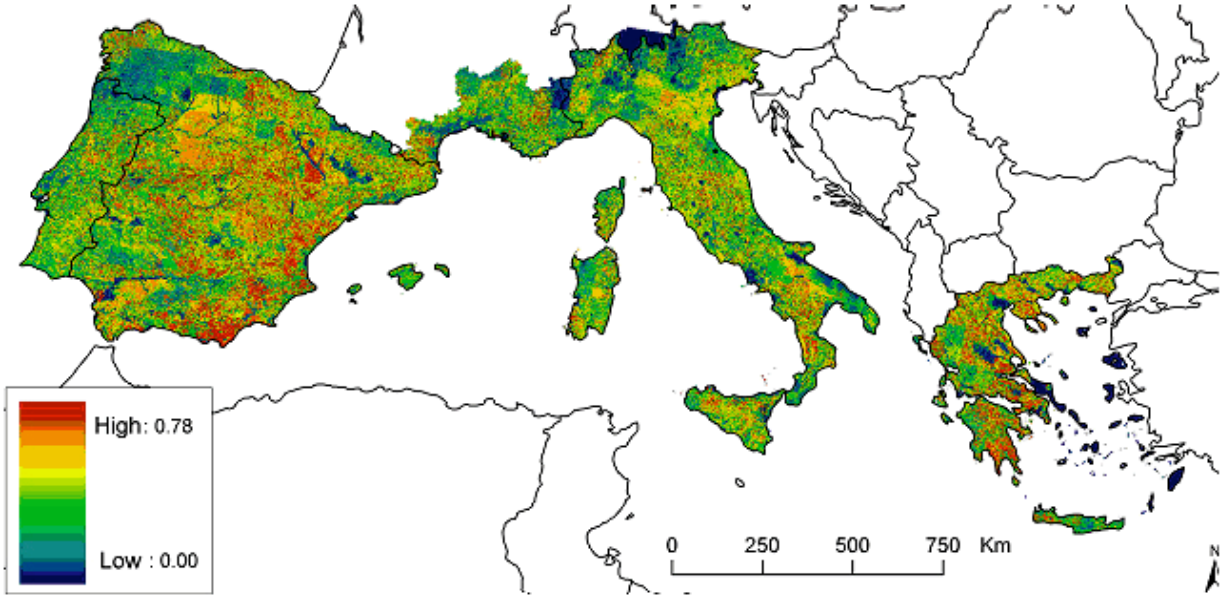


Figure 8. Probabilité d'éclosion à partir de la teneur en humidité des plantes, le 10 août 2004. Source Eufirelab.

C'est pourquoi l'estimation de la réserve utile en eau du sol comme traceur du stress hydrique des plantes continue à être majoritairement utilisée opérationnellement : le sol est traité comme un réservoir qui se remplit par les précipitations et se vide par évapotranspiration, tout ceci à une échelle spatiale assez grossière. La relation entre réserve et teneur en eau des plantes est assez forte en saison végétative, mais diminue à la fin de l'été pour devenir sans grand intérêt l'hiver, quand la végétation est en dormance. L'évolution du taux de remplissage de cette réserve se fait lentement en l'absence de pluies, par décroissance ayant l'allure d'une exponentielle décroissante (sans atteindre zéro). Raffinement apparu dans les années 80 (Carrega, 1987), d'autres réserves plus superficielles peuvent être suivies, à plus faible rétention d'eau : par exemple celle de la litière, ou des herbacées, etc, ce qui permet de mieux traduire la déshydratation de telle ou telle strate végétale (Indice canadien). Un sol desséché en surface est plus propice à l'éclosion, alors que si la déshydratation est uniquement profonde (grâce à des pluies récentes peu abondantes dont seuls les horizons superficiels ont profité), c'est la propagation qui sera facilitée, par l'important stress hydrique des arbres et arbustes.

Le succès d'une éclosion est toujours le résultat d'une combinaison de facteurs allant dans le même sens et constituant des types de temps qu'on pourrait appeler « favorables au feu », et que réussissent parfaitement bien à élaborer certaines circulations atmosphériques. Un sol et de l'air chauds et secs, avec un fort rayonnement solaire, et du vent ? C'est généralement du Foehn. Qu'il s'agisse d'un Foehn avec précipitations au vent (avec perte d'eau provoquant un réchauffement à la descente, sous le vent, plus intense que n'a été le refroidissement à la montée), ou d'un Foehn sec au vent, lié à irruption d'air d'altitude (Carrega, 2002), l'effet sur le risque d'incendie est aussi fort dans les deux cas. En Provence, tous les gros feux catastrophiques qui se terminent faute de combustible malgré les efforts humains, sont liés à cette situation, ou au Mistral.

Il est vrai que les variables météorologiques n'agissent pas que sur l'éclosion, le vent en particulier, est très impliqué dans la propagation : une fois l'éclosion réalisée (un excès de vent

pouvant même la gêner), un renforcement du vent apporte davantage d'oxygène. Mais aussi, en allongeant mécaniquement la longueur de la flamme qu'il couche, il va accentuer l'effet de « panneau radiant » et l'advection turbulente d'air brûlant dans la végétation non encore brûlée, ce qui va accroître le préchauffage de cette dernière ainsi que la perte de son eau. Or tout gramme d'eau (issu de la sève) déjà évaporé économisera 537 calories qui serviront à accroître la chaleur libérée par la combustion, bel exemple de rétroaction positive.

2.3. Les indices de risque météorologique et les combinaisons

Toute mobilisation d'hommes et de matériel ayant un coût, il est souhaitable d'obtenir la meilleure adéquation spatio-temporelle, entre les moyens et le risque « réel » de feu de forêt. Cela signifie être capable de tenir compte à la fois de la susceptibilité (s'installer en pré-alerte en forêt), et de la vulnérabilité (près des lieux à enjeux), contexte spatial ; et des conditions météorologiques du moment, sachant que le risque change vite dans le temps, contexte temporel.

Les indices variant quotidiennement ou même heure par heure cherchent à répondre à ce « cahier des charges » soit sur le seul plan météorologique, à échelle spatiale assez grossière, excepté certains travaux pionniers (fig. 9), soit encore mieux, en tenant compte également de la susceptibilité, comme le fait la méthode canadienne de l'Indice Forêt-Météo (IFM).

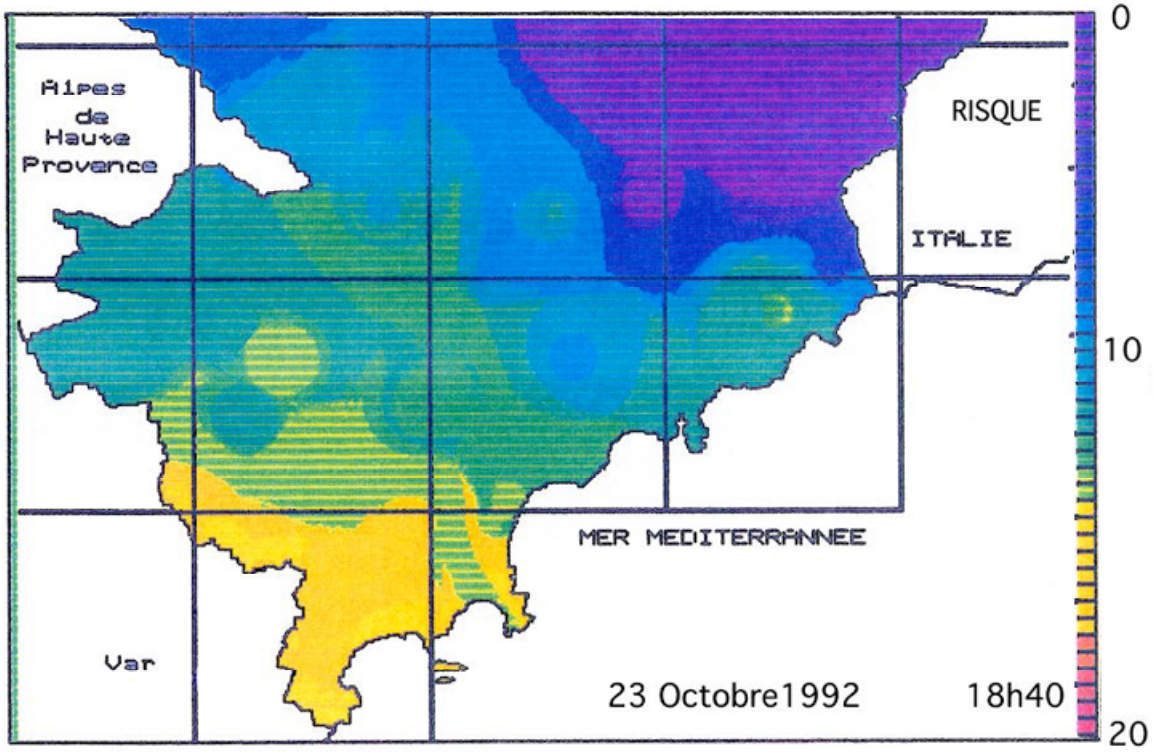


Figure 9 Carte du risque météo d'incendie de forêt (indice Carrega I85/90) calculé à fine échelle spatiale (pixel 200m) utilisé opérationnellement de 1990 à 2000 par le Service de Défense Incendie et de Secours (SDIS) des Alpes-Maritimes (exemple du 23 octobre à 18h40).

3. Evolution du risque

3.1. Des conditions météorologiques plus favorables au feu dans le futur ?

L'époque actuelle se veut assez volontiers catastrophiste, et curieusement, parfois réductrice et simpliste dans le domaine du « global change ». Le risque de feu de forêt n'a, bien entendu, pas

dérogé à la règle, et des Cassandre annoncent de ci de là, pour le futur, un accroissement obligatoire du risque météo d'incendies de forêt, arguant que, comme la chaleur et la sécheresse de l'été 2003 seront de plus en plus communes dans le futur, les feux seront également plus nombreux et plus dévastateurs … C'est face à de telles déclarations que le découpage du processus de feu en trois composantes prend tout son intérêt. Il s'agit d'abord de vérifier que les variables météorologiques iront dans un sens favorable au feu : c'est probable pour deux d'entre elles, la température et la diminution des précipitations à certains moments encore mal définis, à l'échelle régionale. Or diverses études ont montré que le facteur météorologique principal de la propagation des feux demeure la vitesse du vent, et rien ne dit que la fréquence des vents forts, en particulier Mistral ou Foehn, s'élèvera dans le futur. Aucune tendance de ce type n'apparaît dans le passé récent, et les modèles couplés, en accroissant les températures polaires boréales tendraient plutôt à diminuer les gradients de pression…. Pas de raisons particulières donc, de voir le vent devenir plus fréquent et plus rapide, et par conséquent, de considérer que l'aléa météorologique sera nécessairement en augmentation en région méditerranéenne.

3.2 L'importance des politiques d'aménagement pour le futur : susceptibilité et vulnérabilité.

Du fait de la relation forte entre présence humaine et éclosions, il est clair que les politiques d'aménagement vont continuer à jouer un rôle capital. Le cas le plus emblématique est évidemment celui du « mitage » de la forêt par des maisons généralement construites dans la seconde moitié du XXeme siècle. Diminuant la susceptibilité puisqu'elles sont a priori moins combustibles que la forêt, ces habitations sont cependant, statistiquement, à la fois facteur de départ de feu (accroissant l'aléa), et facteur de vulnérabilité, puisqu'elles constituent un enjeu important, et de plus, détournent les moyens de lutte contre le feu de forêt. La figure 10 illustre ces changements majeurs intervenus en seulement 30 ans (et bien supérieurs en 50 ans) sur la Côte d'Azur : accroissement synchrone de la superficie forestière, du nombre d'habitations en forêt, et des problèmes associés. La priorité d'intervention des pompiers est en effet codifiée dans l'ordre suivant : vies humaines, richesses matérielles (maisons), forêt. La présence de maisons en forêt condamne donc cette dernière à brûler davantage, tant que leur densité ne suffit pas à enrayer la propagation, et donc que la susceptibilité demeure élevée.

En France, on cherche à réduire les éclosions en réduisant l'accès au combustible, structurellement d'une part, par la politique des PPR (arrêt des constructions en forêt), et conjoncturellement d'autre part, avec les arrêtés municipaux ou préfectoraux (routes forestières interdites en cas de risque « météo » élevé). Cette intervention, bénéfique pour l'aléa, va en revanche se traduire, en dehors des mesures de réduction localisée de la susceptibilité que constitue le débroussaillement obligatoire, par un accroissement général de la susceptibilité. Faute d'une agriculture ou d'une occupation de l'espace aboutissant à d'importantes coupures de combustible, l'on tend vers un aménagement dichotomique, forêt – non forêt. Par définition, les forêts vides d'habitat seront moins vulnérables, mais l'accumulation croissante de biomasse accroît la susceptibilité, et les condamne à des destructions à faible occurrence, mais massives.

Conclusion

Si, clairement, le risque d'incendie de forêt ne relève pas que de la météorologie, cette dernière est la principale composante capable de rendre compte à une échelle de temps assez courte (inférieure à quelques mois ou semaines), de la variabilité temporelle des feux. Elle est surtout la seule à pouvoir engendrer, pour un lieu donné, de telles inégalités dans le comportement et les conséquences, d'un jour à l'autre, sinon d'une heure à l'autre.

Bien que les variables météorologiques soient relativement aisées à mesurer, les indices météo sont paradoxalement parmi les moins validés aujourd'hui, car, faute de mieux, les différents tests de comparaison entre valeur d'indice météo et « gravité » des feux réels ont porté jusqu'à présent sur le nombre d'éclosions et les superficies brûlées par chaque feu (Viegas et al., 1999). Pourtant, ces deux variables ne décrivent pas correctement l'objectif d'un indice météo qui est, toutes choses étant égales par ailleurs, de prévoir « l'intensité » du feu, et d'annoncer sa difficulté d'extinction. Or, pour des conditions météorologiques données, l'allumage est surtout aléatoire, et la superficie dépend de la susceptibilité et de la vulnérabilité…

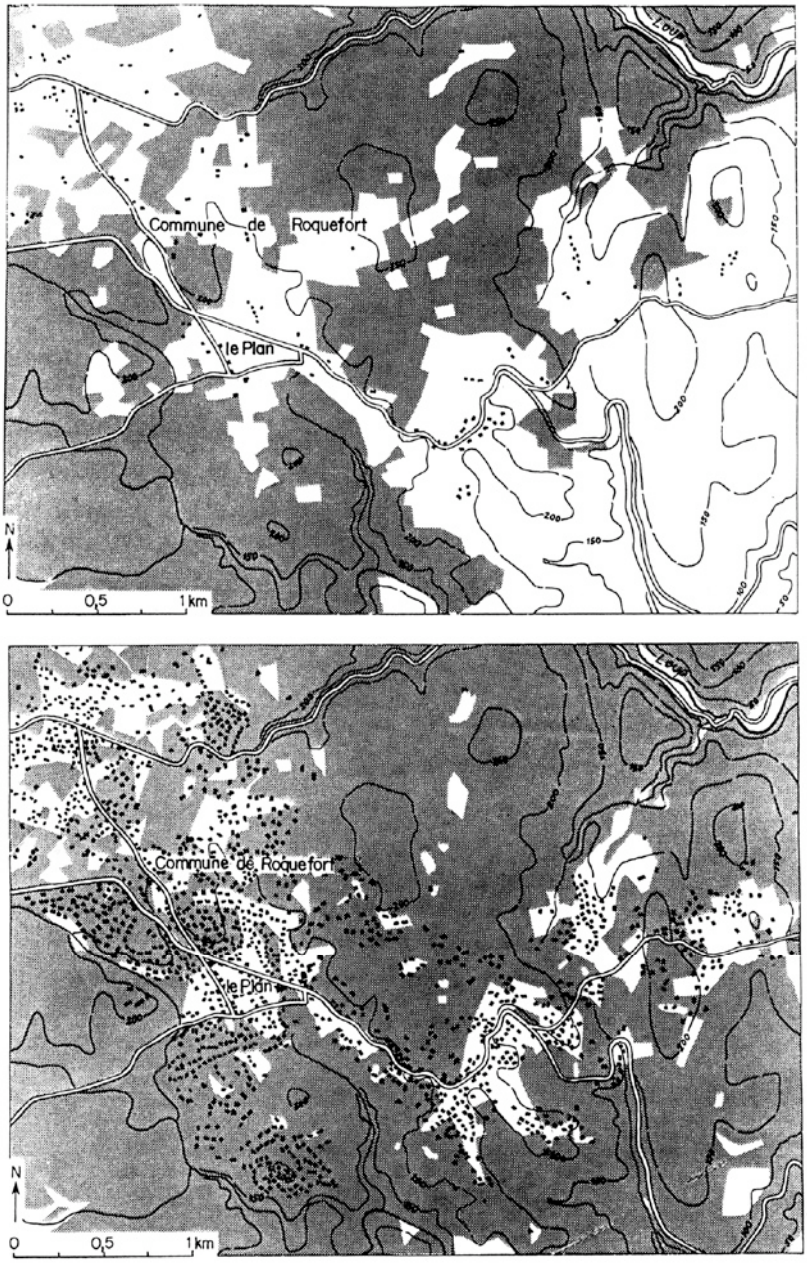


Figure 10. Les transformations du paysage entre 1931 et 1981 à Roquefort les Pins (Alpes-Maritimes). Noter l'extension de la forêt (en gris) et de l'habitat dispersé (en noir).

La vitesse de propagation, l'énergie libérée, la hauteur des flammes… sont de meilleurs estimateurs, mais il est également vrai que ces variables ne peuvent être mesurées qu'au sein

d'expériences sur le terrain, en grandeur nature, dont la difficulté et la lourdeur d'organisation sont indéniables.

Bibliographie :

ALEXANDRIAN D., 1982 : Estimation de l'inflammabilité et de la combustibilité de la vegetation. *CEMAGREF*, **BI n° 228**, pp. 31-39

ALEXANDRIAN D., GOUIRAN M.,1990 : Les causes d'incendies, levons le voile. *Revue forestière française*. n° sp. 1990, pp. 33-41

BLANCHI R., 1996 : Impacts des aménagements sur le risque d'incendie de forêt. Proposition d'une méthode d'évaluation appliquée à la commune de Valbonne. *Mémoire de DEA*, Univ. Nice, 89 p.

CARREGA P., 1991 : "A Meteorological Index of Forest Fire Hazard in Mediterranean France". *The International Journal of Wildland Fire* **1(2**), 1991, Roslyn, Wa (U.S.A.), pp. 79-86.

CARREGA P., 1992 : *"Topoclimatologie et habitat* ". Thèse Doctorat d'Etat, ronéo, Nice, 475 p. + annexes.

Publiée en 1994 dans la *Revue d'Analyse Spatiale*, Nice, n° 35 et 36. 408 p.

CARREGA P., NAPOLI A., 2002 : "Climat, Fœhns et incendies de forêts". *Publications de l'Association Internationale de Climatologie*, Vol. 14., pp. 35-43.

CARREGA P. 2005 : « Le risque d'incendie en forêt méditerranéenne semi-urbanisée : le feu de Cagnes–sur-mer (31 août 2003) ». *L'Espace géographique*. 2005-4. pp.305-314

CARREGA P., FOX D., 2006 : **"**Detailed measurements of natural and fire generated winds in the field. First conclusions of experiments conducted in Alpes-maritimes (France) 2004-2006." *Vth International Forest Fire Conference*. Coimbra (Portugal). Novembre 2006. Forest Fire Research & Wildlanf Fire Safety. Cd Rom. Millpress, Rotterdam.

CARREGA P. , JERONIMO N., 2007 : Risque météorologique d'incendie de forêt et méthodes de spatialisation pour une cartographie à fine échelle. *Actes du XXeme colloque international de l'AIC*. Tunis , sept. 2007. pp. 168-173.

CARREGA P. 2007 : *Information Géographique et Climatologie*, Hermès- Lavoisier, 2007, 240 pages.

CHUVIECO E., CONGALTON R.G., 1989 : Application of remote sensing and GIS to forest fire hazard mapping. *Rem. Sens. Environ*., **29**, pp. 147-159

DELHON C., BERGER J. F., 2007 : Incendies et vegetations pyrophiles sur le littoral de la Côte d'Azur depuis 9000 ans. *Actes du colloque "feux de vegetation actuels et passés*", Besançon, 28-29 janvier 2007, Univ. Franche – Comté.

PAULET J.P., 1991 : Les causes des incendies de forêt en Provence-Côte d'Azur : le cas des Alpes-Maritimes. *Rev. d'Anal. Spat. Quant. et Appliq*. , Nice, pp. 27-37

PPRIF Vence, 2002. Préfecture des Alpes-Maritimes

ROBIN J.G., CARREGA P., FOX D., 2006 : Modelling fire ignition in the Alpes-Maritimes Department, France. A comparison. *Vth International Forest Fire Conference*. Coimbra (Portugal). Novembre 2006. Forest Fire Research & Wildlanf Fire Safety. Cd Rom. Millpress, Rotterdam.

ROTHERMEL R. C., CATCHPOLE E. A. , 1993 : Fire behaviour experiments in mixed fuel complexes. *The International Journal of Wildland Fire* **3(1),** 1993, Roslyn, Wa (U.S.A.), pp. 45-57.

VIEGAS D.X., SOL B., BOVIO G., NOSENZO A., FERREIRA A., 1999 : Comparative study of various methods of fire danger evaluation in southern Europe. *International Journal of Wildland Fire* **9(4),** 1999, pp. 235-246.

http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/fr/background/bi_FWI_summary_f.php

www.eufirelab.org

www.promethee.com