

Évaluation et cartographie du risque d'incendie de forêt Vers une application sur le massif des Maures (sud-est de la France), à l'échelle des PPR.

Marielle Jappiot

Le risque d'incendie de forêt est particulièrement présent sur tout le pourtour du bassin méditerranéen. En France, plus de 4 millions d'hectares d'espaces naturels sont exposés au risque d'incendie. 40 à 60 000 hectares partent en fumée chaque été.

La prévention du risque d'incendie de forêt reste l'un des objectifs prioritaires des collectivités locales, de l'État et de l'Union européenne en région méditerranéenne.

Cette prévention peut prendre divers aspects selon les objectifs visés :

– la surveillance et l'alerte : par la mobilisation des moyens de surveillance et d'intervention de manière à optimiser leur positionnement à temps et au bon endroit,

– la protection : par le bon positionnement des ouvrages pour la lutte,

– une occupation raisonnée de l'espace : par un aménagement rationnel du territoire et l'intégration de la connaissance du risque de manière réglementaire dans les POS par les Plans de prévention des risques (PPR). Ces PPR s'inscrivent dans la suite logique des différentes lois et règlements déjà existants en matière de Défense des forêts contre les incendies (encadré 1).

Un bilan a été fait récemment par enquête départementale (rapport MISE : Mission d'inspection spécialisée de l'environnement) sur les conditions d'élaboration des documents de prise en compte des risques naturels dans l'aménagement (Bourrellet, 1997). À l'heure actuelle, le risque

Encadré 1

Quelques lois et règlements en matière de DFCI

1966-68 : Création de périmètres de protection et de reconstitution forestière,

1980 : Débroussaillage (PIDAF),

1985 : Gestion, valorisation, protection de la forêt,

1987 : Organisation de la sécurité civile, Prévention des risques majeurs,

1991-92 : Plans de zones sensibles aux incendies de forêt (PZSIF),

1992 : Obligations de débroussaillage, travaux et entretiens d'utilité publique,

1995 : Plans de prévention des risques (PPR).

d'incendie de forêt est rarement pris en compte, malgré sa gravité dans de nombreux départements. Plusieurs PZSIF (Plan des zones sensibles aux incendies de forêt) ont été élaborés mais, à ce jour, aucun n'a été approuvé. Cependant, il existe de nombreux documents, non réglementaires, qui analysent le risque d'incendie (encadré 2) : ce sont les schémas départementaux de DFCI ou de coupures vertes, les PIDAF (Plans intercommunaux de débroussaillage et d'aménagement forestier), les PIG (Programmes d'intérêt général). Aucun n'est intégré au niveau des POS.

Contexte scientifique

Actuellement, la diversité des objectifs de prévention du risque d'incendie de forêt se traduit en pratique par diverses façons d'appréhender le

Marielle Jappiot
Cemagref
UER Agriculture et
Forêt méditerranéennes
Le Tholonet
BP 31
13612 Aix-en-Provence Cedex 1

Encadré 2

Spécificités du risque d'incendie

L'origine des incendies est anthropique dans la plupart des cas (on ne recense que 2 % de sources naturelles : la foudre).

La forêt est vecteur et victime du feu

– le bassin de risque est l'ensemble des 4,5 M ha d'espaces naturels sensibles méditerranéens,

– le risque dépend de la biomasse combustible susceptible d'alimenter l'incendie, et donc en particulier de la date du dernier sinistre,

– après les vies et les installations humaines, le patrimoine forestier vulnérable doit être protégé.

Les services de lutte peuvent intervenir à tout moment sur le phénomène, ce qui influe sur les contours finaux des zones incendiées.

risque d'incendie de forêt. Il existe en effet des méthodes variées d'évaluation et de cartographie du risque, en relation en particulier avec les échelles de travail.

L'équipe Protection des forêts contre les incendies du Cemagref d'Aix-en-Provence a développé une méthode d'évaluation spatiale de l'aléa incendie de forêt sur l'ensemble du massif des Maures (Mariel et Jappiot, 1997). Cette étude a été demandée par le SIVOM « Pays des Maures et Golfe de Saint-Tropez », pour effectuer un zonage du risque à l'échelle du massif des Maures, qui s'étend de Hyères à Fréjus, sur 135 000 ha.

L'objectif était d'établir une cartographie des zones d'égale sensibilité au feu sur ce massif (135 000 ha), en distinguant les aléas d'éclosion et de propagation du feu et les vulnérabilités du massif. La vulnérabilité a été approchée sur l'ensemble du massif, en inventariant de manière non exhaustive les différentes sensibilités du massif : sites inscrits, sites classés, arbres et peuplements remarquables, ... Cette notion ne sera pas développée ici.

Les résultats de cette étude correspondent à une échelle d'utilisation du 1/50 000^{ème} avec une précision de 250 m.

Cette étude a soulevé de nombreuses questions méthodologiques sur la caractérisation de l'aléa feu de forêt et sur la combinaison aléa/vulnérabilité : quelle est la pertinence d'une séparation entre éclosion et propagation, comment caractériser chaque facteur contribuant à l'aléa, comment

le décomposer en classes, comment traduire sa contribution à l'aléa, comment constituer un indice global ?

Le passage à une évaluation et une cartographie plus précises pose la question des modalités d'application de cette méthode à l'échelle des PPR.

Démarche scientifique

L'évaluation de l'aléa feu de forêt à l'échelle du massif, a été réalisée en deux temps par l'évaluation séparée de l'aléa d'éclosion et de l'aléa de propagation. Cette approche est satisfaisante à l'échelle d'un massif, avec une précision de 250 mètres, car elle permet un premier zonage en niveaux de risque des surfaces sensibles. Elle met en évidence les points rouges du massif pour l'éclosion des feux et attire l'attention sur les zones favorables à une propagation rapide d'un feu quand celui-ci s'est déclaré.

À une échelle plus fine, l'analyse de l'aléa doit être abordée de manière différente.

D'une part, d'un point de vue théorique, le calcul des deux indices d'éclosion et de propagation utilise la végétation : l'inflammabilité pour l'éclosion, la combustibilité pour la propagation. Cependant, ces deux notions sont très liées : la combustibilité et l'inflammabilité dépendent en effet de la composition en essences des peuplements.

D'autre part, du point de vue pratique des services de lutte, c'est la maîtrise du feu à son départ qui est importante. Il est donc nécessaire de connaître le niveau de l'aléa de propagation d'un feu à l'endroit où il a éclos, pour prévenir les débordements en conditions difficiles.

L'analyse de l'aléa implique alors une approche analytique qui suive le déroulement du feu : point de départ, propagation initiale et propagation libre s'il n'a pu être arrêté. Une quatrième étape devrait permettre d'évaluer l'intervention des moyens de secours.

Dans le cadre de cette étude, nous développerons les trois premières étapes pour définir l'aléa feu de forêt. Il s'agit de qualifier et de cartographier :

- les zones potentielles de départ de feu,
- les zones potentielles de propagation initiale du feu,

– les zones potentielles de propagation libre.

Cette approche relève de la démarche typologique puisque l'objectif est de donner une clé de détermination permettant de définir en tout lieu, par un système arborescent, le niveau de l'aléa feu de forêt en fonction des conditions du milieu.

La démarche scientifique est basée sur l'utilisation de l'outil SIG.

Elle suit les étapes suivantes :

- choix des facteurs contribuant à l'aléa, cartographie et intégration dans le SIG,
- combinaison de certains facteurs : l'exemple de l'exposition au vent,
- définition de seuils et exemple cartographique,
- clé de détermination des niveaux d'aléa,
- application cartographique.

■ **Choix des facteurs contribuant à l'aléa, cartographie et intégration dans le SIG**

Pour déterminer les différents types de zones définies précédemment, on s'attache à définir les activités humaines susceptibles d'être à l'origine d'un incendie de forêt ainsi que la biomasse combustible. On cartographie l'exposition aux vents permettant au feu naissant de se propager rapidement, ainsi que les positions intermédiaires et les positions abritées. On cartographie également les zones de propagation rapide des feux (figure 1).

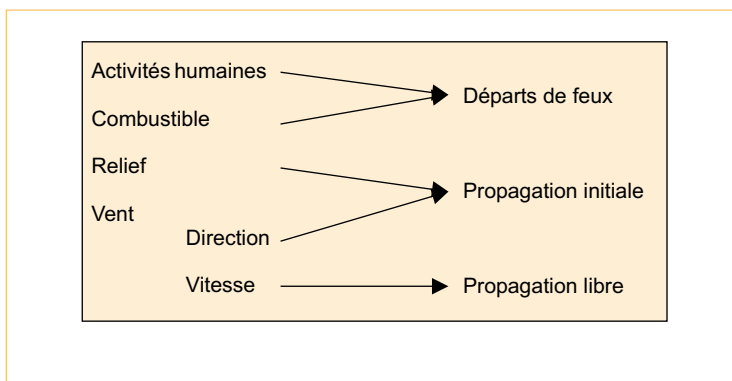
Ces données existent dans la base constituée à l'échelle du massif des Maures et seront reprises en partie. Cependant le changement d'échelle envisagé nécessite quelques corrections, voire des modifications importantes des couches d'information.

Nous détaillons ici les nouvelles bases ainsi que les modifications apportées.

Les activités humaines

Les principaux facteurs retenus pour décrire les zones de départs de feux sont les suivants :

- le réseau routier,
- les lignes EDF,
- les voies SNCF,



▲ Figure 1.– Détermination des facteurs contribuant à l'aléa feu de forêt.

- les zones d'interface habitat-forêt,
- les lieux de fréquentation humaine.

Ils ont été choisis à partir des résultats de l'analyse des données Prométhée sur les feux du passé. Il apparaît en effet que la majorité des départs de feux est liée à l'activité humaine.

Au niveau du massif, les trois premiers facteurs sont extraits de la base de données BD-Carto de l'IGN au 1/50 000^{ème}.

Les lieux de fréquentation du massif sont des éléments ponctuels issus de la carte des points sensibles du Service départemental d'incendie et de secours du Var, établie pour l'ensemble du département. Différents thèmes sont indiqués et localisés : Industries, Télécom, EDF-GDF, Équipements, Animaux, Environnement, Tourisme, Agriculture, Enseignement, Eaux, Sports, Santé, Culture.

L'habitat a été cartographié à partir du fond IGN au 1/50 000^{ème}.

Lors du passage à une grande échelle, cette base doit être complétée : par exemple le réseau routier de la BD-Carto ne donne ni les routes communales ni les pistes DFCI.

La précision de la saisie doit être parfois améliorée : les points sensibles tels que les campings sont cartographiés sous forme de points. Cela est acceptable pour du 1/25 000^{ème} mais les contours exacts doivent être saisis dès que l'on passe au 1/10 000^{ème}.

La végétation

Les données de l'étude de typologie des stations forestières sont utilisées (Ladier et Ripert, 1996). On définit ainsi 15 grands types de combustibles sur le massif des Maures : ces types résultent de la combinaison de la structure (taux de recouvrement dans les différentes strates de hauteur) et de la composition en essences pour la strate arborée et le maquis.

Les combinaisons de ces différentes caractéristiques de la végétation donnent une grande variété de situations qui ont été regroupées en 4 classes.

Le relief

L'effet du relief sur la propagation d'un feu se traduit par :

- une action directe de la pente qui modifie l'inclinaison relative du front de flamme par rapport au sol, ce qui favorise l'efficacité des transferts thermiques par rayonnement entre le front de flamme et la végétation encore intacte lors d'une propagation ascendante.
- une action indirecte de l'exposition soit par rapport à la végétation (opposition versants chauds et versants frais) soit par rapport au vent (combinaison exposition/direction du vent).

On a utilisé ici le Modèle numérique de terrain de l'IGN, avec un pas de 50 mètres : il donne l'altitude, la pente et l'exposition tous les 50 m. Il présente certaines disparités entre département ; en effet, la précision en altitude varie entre 1 m en plaine et 20 m en montagne. Cependant, son intérêt majeur est sa disponibilité sur l'ensemble de la région PACA.

Le vent

Comme la pente, le vent modifie l'inclinaison relative du front de flamme et favorise généralement la combustion par renouvellement de l'oxygène.

Pour modéliser l'écoulement du flux de vent sur le relief, une simulation en veine hydraulique a été réalisée par le Centre de recherches de la météorologie nationale à Toulouse.

Une maquette au 1/10 000^{ème} a été constituée à partir du MNT. Les mesures ont été effectuées à 3 mm de la maquette, ce qui correspond à 30 mètres au-dessus du sol.

Les données de vitesse et de direction sont four-

nies sur une grille à maille régulière de 500 m de côté, pour une direction générale du vent donnée (ici 300° correspondant au mistral et 90° correspondant au vent d'est).

■ *Combinaison de certains facteurs : l'exemple de l'exposition au vent*

Il s'agit ici de déterminer et de cartographier les zones où un feu naissant est susceptible de prendre de l'ampleur s'il se développe sur un relief exposé au vent (figure 2).

On définit un indice traduisant l'angle d'incidence du vent sur le relief.

Cet indice résulte de la combinaison vectorielle de deux vecteurs normés :

- un premier vecteur représente le relief par la pente et l'exposition. C'est un vecteur normé, perpendiculaire au pixel,
- un deuxième vecteur représente la direction du vent, celui-ci étant modélisé dans un plan horizontal. Ce vecteur est également normé : on ne fait pas varier la vitesse du vent à ce niveau. Celle-ci interviendra dans la définition des zones potentielles de propagation libre.

Le résultat des calculs donne une longueur L pour le vecteur résultat, longueur qui dépend de :

- la pente θ_N
- l'exposition par rapport au nord α_N
- la direction du vent α_V

La formule calculée est la suivante, pour L :

$$\sqrt{2 + 2 \sin \theta_N \cos(\alpha_N - \alpha_V)}$$

L'indice de combinaison vectorielle varie de 0,759 à 1,807 sur l'ensemble du massif des Maures.

■ *Définition de seuils et exemple cartographique*

Il s'agit alors de définir trois classes pour cet indice global. Pour ce faire, on procède par tests successifs, en notant les valeurs des pixels dans deux cas par rapport :

- à l'exposition :

On relève les valeurs dans les trois cas suivants : secteur au vent, secteur intermédiaire et secteur sous le vent. (cf. figure ci-contre ►)

– à la pente :

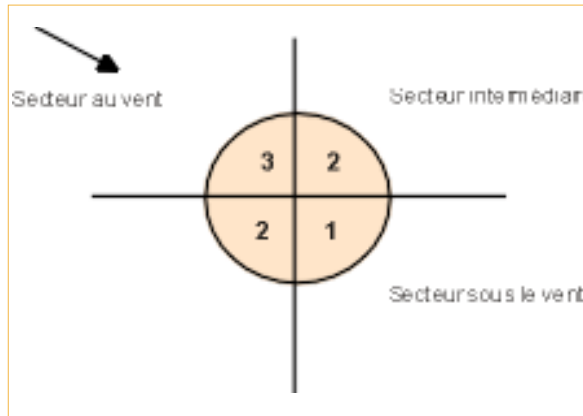
On relève les valeurs au-dessous et au-dessus d'un seuil déterminé à la fois à dire d'expert et à partir de la bibliographie (Burgan et Rothermel 1984, Van Wagner 1987, Lambert 1977, Sol 1991, Alexandrian 1990).

En effet, l'expérience des professionnels de la lutte indique qu'à partir d'une pente de 10°, il devient difficile de maintenir un feu quand le vent est de face.

Il existe des expériences de simulation de la propagation du feu en fonction de la pente, en particulier sur le banc d'essai de l'INRA (Dupuy, 1995 ; Dupuy, 1997) : pour deux essences, Pin d'Alep et Pin maritime. Il apparaît que la vitesse de propagation augmente de façon parabolique avec la pente. L'augmentation de la vitesse devient significative à partir de 10°.

Cette limite de 10° correspond à l'individualisation des reliefs principaux ainsi que des croupes et des plateaux sur l'ensemble du massif.

Deux seuils apparaissent ainsi clairement pour l'indice de combinaison vectorielle :



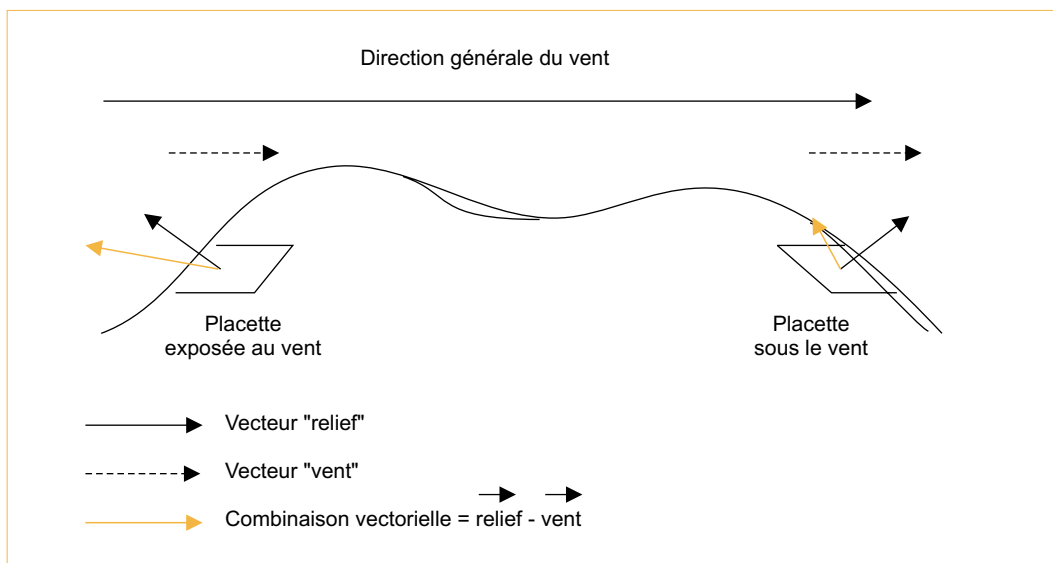
– au-dessus de 1,5 : la situation est très favorable à la propagation d'un feu naissant.

– de 1,5 à 1,3 : ce sont des situations intermédiaires ou soit l'exposition est favorable mais la pente est faible, soit la pente est plus forte mais l'exposition moins favorable, sur les côtés d'un massif, à des endroits où le feu se propage « en écharpe ».

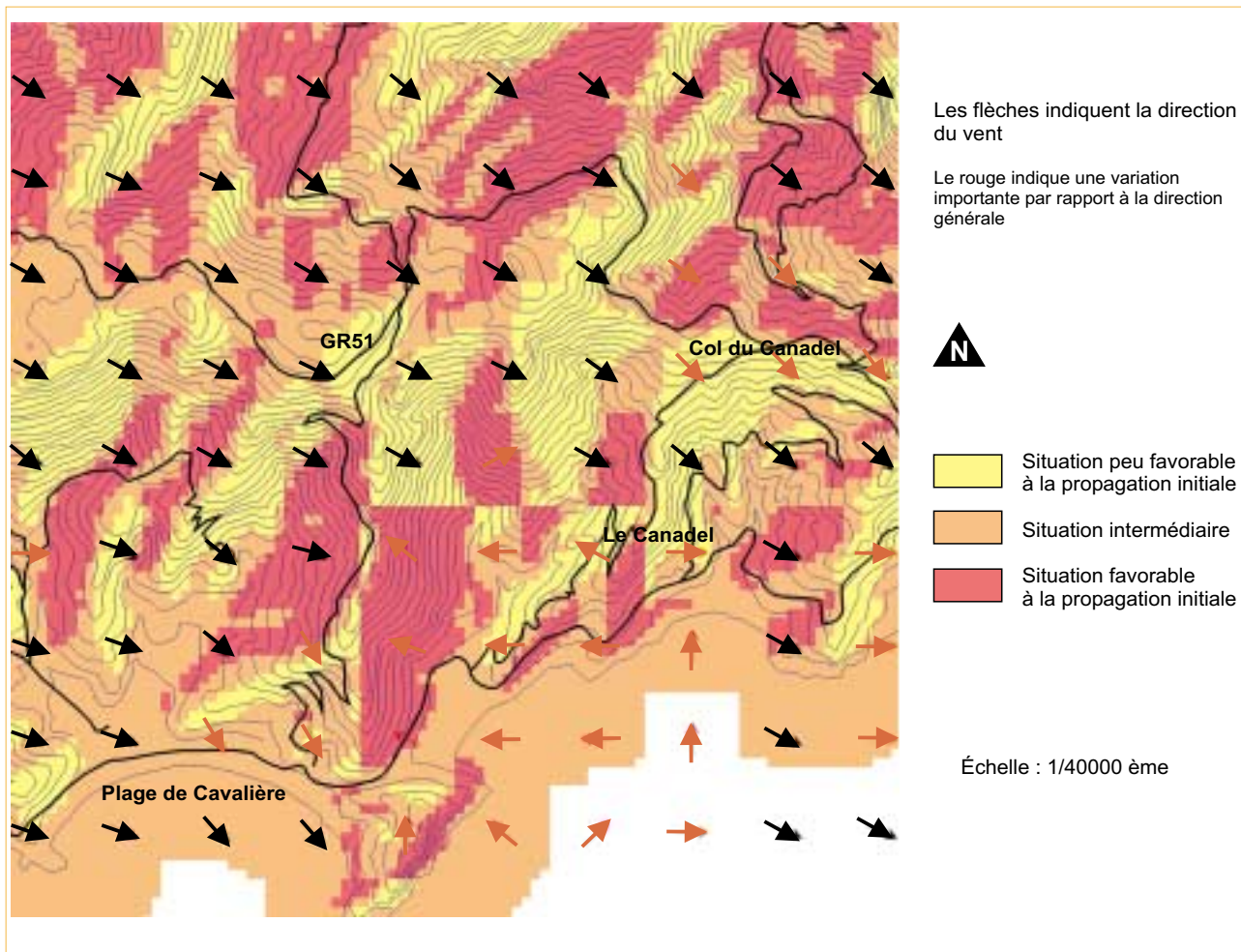
– au-dessous de 1,3 : la situation n'est pas favorable à la propagation initiale d'un feu.

La proportion de ces trois classes est la suivante sur le massif des Maures :

Situation peu favorable : 16 %,



◀ Figure 2.– Combinaison vectorielle entre le relief et la direction du vent.



▲ Figure 3.– Situation de chaque point du relief par rapport au vent (mistral).

Situation intermédiaire : 65 %,
 Situation très favorable : 19 %.

La figure 3 donne un exemple cartographique dans la région du Cap Nègre, au sud du col de Canadel, où l'on observe un changement de la direction du vent au niveau de la péninsule de Pramousquier, pour une direction générale de 300°.

■ **Clé de détermination des niveaux d'aléa**

La démarche d'analyse de l'aléa est basée sur les différents paramètres qui y participent ainsi que sur les différentes étapes de déroulement d'un incendie : mise à feu, feu naissant, feu en propagation plus ou moins libre. Ces divers points permettent d'élaborer une clé de détermination des

niveaux de l'aléa feu de forêt.

La clé est donnée dans la figure 4.

Cette clé n'est pas appliquée pixel par pixel pour la cartographie de l'aléa, car dans ce cas, elle ne permettrait que la représentation spatiale de l'aléa de départ de feu.

Elle peut être utilisée de manière cartographique pour définir trois types de zones correspondant aux diverses situations décrites : peu critique, critique, très critique. L'analyse spatiale suivante décrit en détail le principe d'utilisation de cette clé en cartographie.

■ **Application cartographique**

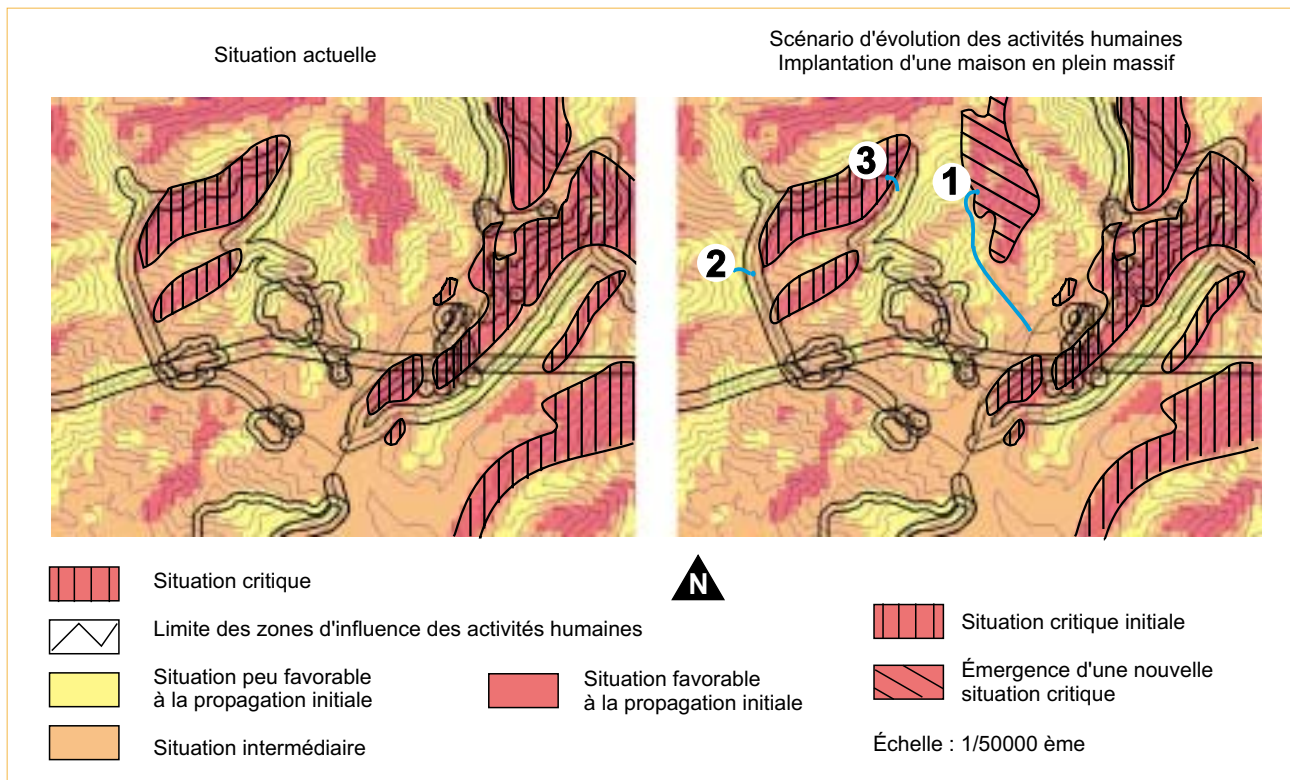
Cette clé de détermination peut être traduite de manière cartographique.

Évaluation et cartographie du risque d'incendie de forêt

	Aléa de départ	Aléa de propagation initiale	Aléa de propagation libre	ALÉA GLOBAL
↳ Absence d'activités humaines	Aléa faible			Situation peu critique
↳ Peu d'activités humaines	Aléa moyen			Situation peu critique
↳ Présence d'activités humaines	Aléa élevé			
● Peu de combustible (types A ou B)	Aléa faible			Situation peu critique
● Beaucoup de combustible (types C ou D)	Aléa moyen à élevé			
■ Exposition non favorable		Aléa faible		Situation peu critique
■ Exposition intermédiaire				
▲ Vitesse inférieure à 9 m/s		Aléa moyen	Aléa faible	Situation peu critique
▲ Vitesse comprise entre 9 et 17 m/s		Aléa moyen	Aléa moyen	Situation peu critique
▲ Vitesse supérieure à 17 m/s		Aléa moyen	Aléa élevé	Situation critique
■ Exposition favorable				
▲ Vitesse inférieure à 9 m/s		Aléa élevé	Aléa faible	Situation critique
▲ Vitesse comprise entre 9 et 17 m/s		Aléa élevé	Aléa moyen	Situation critique
▲ Vitesse supérieure à 17 m/s		Aléa élevé	Aléa élevé	Situation très critique

▲ Figure 4.- Clé de détermination des niveaux d'aléa.

Figure 5.- Zone de situation critique. ▼



Il y a au total trois cas de situations critiques et un cas de situation très critique. Ces quatre cas sont cartographiés automatiquement. Le complément est classé en « peu critique ».

Un exemple cartographique de situation critique est donné (figure 5). La deuxième partie de la figure donne un scénario d'évolution de l'occupation du sol, avec l'implantation d'une maison en plein massif forestier (point 1). Dans ce cas, une nouvelle zone de situation critique apparaît. Si cette zone avait été située dans la classe la plus élevée de la vitesse maximale, la zone serait apparue directement en zone très critique.

L'implantation d'une maison en plein massif mais au point 2 ne modifie pas le niveau de l'aléa global.

Cette cartographie permet également d'intégrer la notion de vulnérabilité. Par exemple, la maison hypothétique qui serait située au point 3 est positionnée dans une zone critique où l'aléa de propagation initiale est élevé. Des aménagements doivent être envisagés afin de gérer aux mieux d'éventuels départs de feux.

Une autre maison hypothétique qui serait dans la même situation mais en zone très critique de par les vitesses maximales élevées nécessiterait des aménagements de lutte en vue de sa protection.

Ainsi, cet exemple cartographique donne quelques orientations pour l'interprétation de la cartographie de l'aléa global déterminé à partir de la

clé de détermination.

Conclusion et perspectives

La méthode proposée définit plusieurs niveaux de risque pour permettre une analyse spatiale de l'aléa feu de forêt. C'est une analyse statique, qui ne fait pas intervenir de modèle dynamique de propagation du feu. Ils constitueraient cependant un complément utile à cette échelle pour mieux caractériser le contour des zones de propagation initiale.

Les résultats se présentent sous la forme d'une clé de détermination, ce qui permet de définir l'aléa feu de forêt en tous points du massif.

Cette méthode permet une cartographie évolutive de l'aléa feu de forêt puisque l'on peut intervenir à tous les niveaux de la clé, en particulier au niveau des activités humaines et de la végétation. Ainsi, si l'on développe des activités humaines dans une zone d'aléa faible, l'aléa passe aussitôt dans la classe de niveau plus élevé. De la même façon, elle permet de suivre la dynamique de la végétation et son implication sur le niveau de l'aléa.

En outre, si l'on superpose à cette carte la carte des vulnérabilités, le risque apparaîtra immédiatement, même si l'aléa de départ des feux est faible.

Cette connaissance de l'aléa peut être améliorée par la connaissance des différents facteurs qui y contribuent, en particulier pour la végétation et le vent. Ainsi, un guide régional simplifié du combustible est à l'étude. Pour le vent, une simulation numérique est envisagée, ce qui permettrait d'augmenter la résolution du résultat final. □

Résumé

En région méditerranéenne française, 10 000 à 60 000 ha d'espaces naturels sont parcourus annuellement par le feu. Il en résulte une menace permanente pour la sécurité des biens et des personnes ainsi que pour la préservation du patrimoine naturel. La prévention du risque d'incendie de forêt reste donc un objectif prioritaire des collectivités locales, de l'État et de l'Union européenne en région méditerranéenne.

Dans ce contexte, l'équipe Protection des forêts contre les incendies du Cemagref d'Aix-en-Provence a développé une méthode d'analyse spatiale de l'aléa incendie de forêt sur l'ensemble du massif des Maures (département du Var). L'objectif était d'établir une cartographie des zones d'égale sensibilité au feu. Le passage à une évaluation et une cartographie plus précise (en particulier à l'échelle des Plans de prévention des risques) pose la question des modalités d'application de cette méthode.

La méthode proposée ici procède en trois étapes, en qualifiant et cartographiant les zones de départ de feu, les zones de propagation initiale du feu et les zones de propagation libre. Pour chacune de ces étapes, un certain nombre d'hypothèses sont formulées. Les facteurs retenus à l'échelle du massif sont analysés à l'échelle du 1/10 000^{ème}. Certains facteurs ont été combinés en indices intermédiaires ; c'est le cas de la combinaison vectorielle du vent et du relief. Des seuils ont ensuite été déterminés à dire d'expert et à partir de la littérature. Ces seuils correspondent à des niveaux d'aléa différents.

Les résultats se présentent sous la forme d'une clé de détermination des niveaux d'aléa. Un exemple cartographique est donné à partir d'une simulation sur Système d'information géographique.

Abstract

In the mediterranean area, 10 000 to 60 000 ha of natural field are burnt every year. As a result, it is a permanent threat for goods and persons safety and for natural resources protection. So fire hazard prevention remains an important objective for the local communities, the State and the European Commission in the mediterranean countries. In this context, the team « Forest Fire protection » of the Cemagref of Aix-en-Provence, developed a spatial analysis method to estimate forest fire hazard on the Maures Mountains (Var Department). The objective was to establish a cartography of the areas of same sensibility to fire. The change to a more accurate evaluation and cartography (particularly at the scale of the Risk prevention Plans) leads to questioning the implementation details of this method. The method proposed here proceeds in three steps, qualifying and mapping the areas of ignition, the areas of initial propagation of fire and the areas of free propagation. For each step, we make some hypothesis. The factors retained at the Mountain scale are analysed at the scale of 1/10 000. Some factors are combined in intermediate indices: that is the case for the vector combination of wind and relief. Limits are determined from experts knowledge and literature. Those limits correspond to different hazard levels. The results take the form of a determining key. A cartographic example is given after simulation on a Geographic information System.

Bibliographie

ALEXANDRIAN, D., 1990. *Analyse des données contenues dans le fichier Prométhée Région Provence Alpes Côte d'Azur*. 95 p, Ministère de l'Agriculture, Entente.

BOURRELIER, P.H., 1997. *La prévention des risques naturels*, Rapport d'évaluation, Comité interministériel de l'évaluation des politiques publiques, Premier ministre, Commissariat général du Plan, 702 p., Ed. Lavoisier.

BURGAN, R.E., ROTHERMEL, R.C., 1984. *Behave : Fire behavior prediction and fuel modeling system. General technical Report*, INT-167, 126 p.

DUPUY, J.L., 1995. *Slope and fuel load effects on fire behaviour: laboratory experiments in Pine needles fuel beds*, Int. J. Wildland Fire 5 (3), pp. 153-164.

DUPUY, J.L., 1997. *Mieux comprendre et prédire la propagation des feux de forêts : expérimentation, test et proposition de modèles*, Thèse INRA/Univ. Claude Bernard, Lyon I, 272 p.

LADIER, J., RIPERT, C., 1996. *Les stations forestières de la Provence cristalline (Cap Sicié, îles d'Hyères, Maures, Tanneron)*, Cemagref, Aix-en-Provence, 93 p. + annexes.

LAMBERT, J.L., 1977. Forests fires in Morocco in relation to weather and fuel conditions. *Annales de la recherche forestière au Maroc*, Tome 17, pp 23-58.

MARIEL, A., JAPPIOT, M., 1997. *Évaluation et cartographie du risque d'incendie de forêt dans le massif des Maures*, Cemagref, Aix-en-Provence, 66 p. + annexes.

SOL, B., 1991. *Comparaison de diverses méthodes d'estimation du danger météorologique d'incendie sur le Sud-Est de la France : feux d'été de la zone côtière et feux d'hiver des Alpes de Haute-Provence*. Météo France, Direction interrégionale Sud-Est, Note DIR/SE n° 13.

VAN WAGNER, C.E., 1987. *Elaboration et structure de la méthode canadienne de l'Indice Forêt Météo*. Service canadien des forêts, Institut forestier national de Petawawa, 34 p.