

De l'affichage du «risque feu de forêt» à la mise en œuvre d'un Plan de zones sensibles aux incendies de forêt à Auribeau-sur-Siagne (Alpes-Maritimes)

De la modélisation à la simulation grâce au système d'information géographique

par Andrée DAGORNE, Yvon DUCHÉ, Bernard FOUCAULT
et Jean-Yves OTTAVI *

Le 13 novembre 1992, la municipalité d'Auribeau-sur-Siagne demandait au Préfet la prescription d'un Plan de zones sensibles aux incendies de forêts sur son territoire communal. La première phase d'élaboration du P.Z.S.I.F. a consisté à afficher le risque «feux de forêts» grâce à la mise en œuvre d'un système d'information géographique. Cette première phase a été décrite dans un précédent numéro de Forêt Méditerranéenne (n° XV-4, octobre 1994). Depuis, un zonage en trois parties (zones A, B et C) a

été établi. Ce schéma de zonage, soumis à une Commission consultative, a abouti à la rédaction de prescriptions propres à chaque zone.

L'article qui suit décrit la réalisation de simulations dans le cadre de l'utilisation de l'outil S.I.G. Il montre que la méthode peut être utilisée à tout moment pour anticiper l'impact de telle ou telle mesure et suivre dans le temps l'évolution des indices et donc du risque «feu de forêt».



1 - La problématique

Dans une communication précédente (DAGORNE et al., 1994), il avait été montré comment il était possible de donner une valeur objective au risque feu de forêt en prenant en compte les

caractères propres à la végétation, à l'espace-support et à l'occupation humaine du sol, l'importance de chaque critère étant pondérée différemment lors du calcul de l'indice de risque feu de forêt : IR. Cette opération — qui a nécessité la mise en route d'un Système d'information géographique (S.I.G.) en mode image (mode maillé) — constitue la phase préliminaire de la réalisation d'un Plan de zones sensibles aux incendies de forêt (P.Z.S.I.F.) tel que le décret n° 92-273 du 23 mars 1992 le prévoit.

La deuxième phase implique plusieurs opérations :

- Il convient d'abord d'afficher les valeurs de l'indice de risque sur un fond cadastral à 1/5 000^{ème} où les choix de classement approuvés par le Plan d'occupation des sols ont été préalablement reportés. Des petits problèmes de calage métrique peuvent se produire localement.

- Il faut aussi comparer les valeurs de IR à la cartographie des feux qui ont parcouru l'espace communal de manière à définir un seuil au dessus duquel l'espace peut présenter un risque. Une confrontation de la carte des risques et de celle des équipements de Défense des forêts contre les incendies est également pratiquée.

- Ces travaux aboutissent à une pro-

* Ce travail a été réalisé par le Laboratoire d'analyse spatiale (Université de Nice-Sophia Antipolis) - 98 bd E. Herriot - BP 209 - 06204 Nice cedex, en liaison avec la Direction départementale de l'agriculture et de la forêt - BP 38 - 06201 Nice cedex, et l'Office national des forêts - 62 route de Grenoble - BP 286 - 06205 Nice cedex 03

position de zonage de l'espace en trois parties : A, B et C, chaque zone faisant l'objet de prescriptions particulières. Ce schéma de zonage, élaboré par les services de la D.D.A.F. et de la D.D.E., est ensuite soumis pour avis à la Commission consultative départementale de la protection civile, de la sécurité et de l'accessibilité et à l'analyse des élus, des organismes (notamment, le Comité communal feux de forêts et le Service incendie) et des associations ayant compétence en matière d'aménagement, de construction, d'urbanisme, d'environnement et de sylviculture. En phase finale, sont rédigées les prescriptions propres à chaque zone qui font l'objet d'un règlement général puis d'un règlement sectoriel (par secteur et sous-secteur) se superposant aux règles du Plan d'occupation des sols.

Notre intention, ici, est simplement de montrer comment un Système d'information géographique en mode image —avec mailles d'un hectare— peut aider à faire comprendre l'incidence des mesures proposées par les zonages du P.Z.S.I.F., en effectuant des simulations de variations de l'indice IR. Le site-test est toujours celui de la commune d'Auribeau-sur-Siagne dont les particularités ont été développées dans l'article ci-dessus référencé.

2 - L'état de l'existant

La formule de l'indice de risque proposé — qui intègre les valeurs de la combustibilité (IC), le type d'habitat, l'éloignement des routes (IH), la pente l'exposition et la topomorphologie (IM) — s'écrit ainsi :

$$IR = 5 IC + 2 IH + IM$$

et IR peut varier, dans le cas de la commune d'Auribeau-sur-Siagne, de 11 à 62.

Cette manipulation de six matrices fait ressortir une auréole de mailles très vulnérables sur le pourtour de la dépression centrale (Cf. Fig. 1). C'est sur l'interface des zones forestières et urbanisées que doit, principalement, se porter l'attention des gestionnaires de l'espace avec le traitement des lisières (pistes périmétrales et débroussaillage de sécurité) et la mise en œuvre

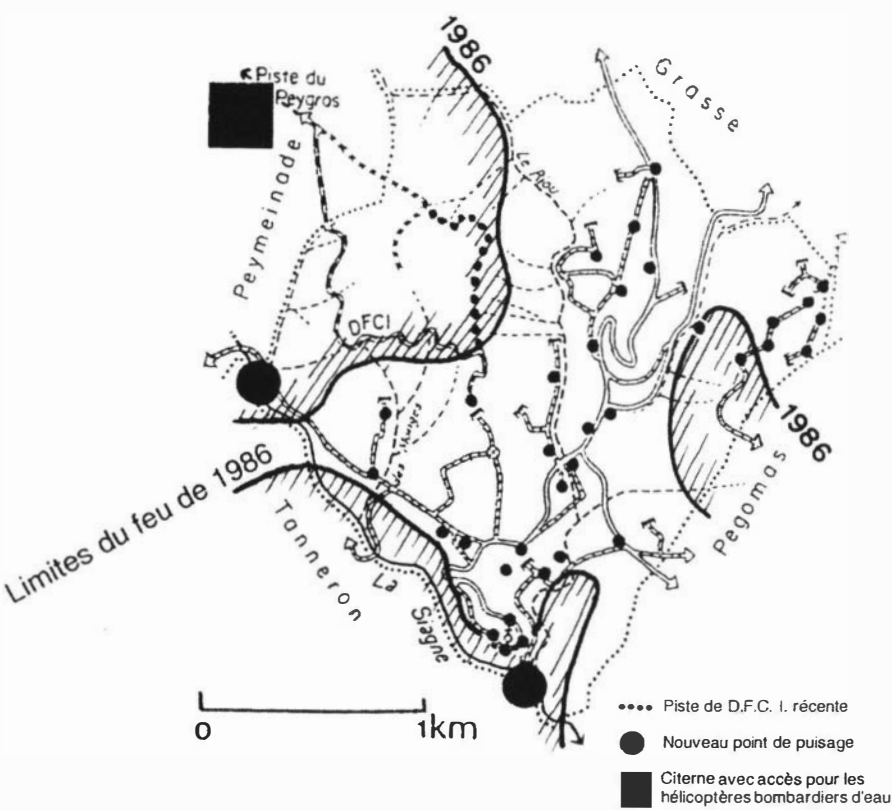


Fig. 1a : Limites du feu de 1986, réseaux et nouvelles structures

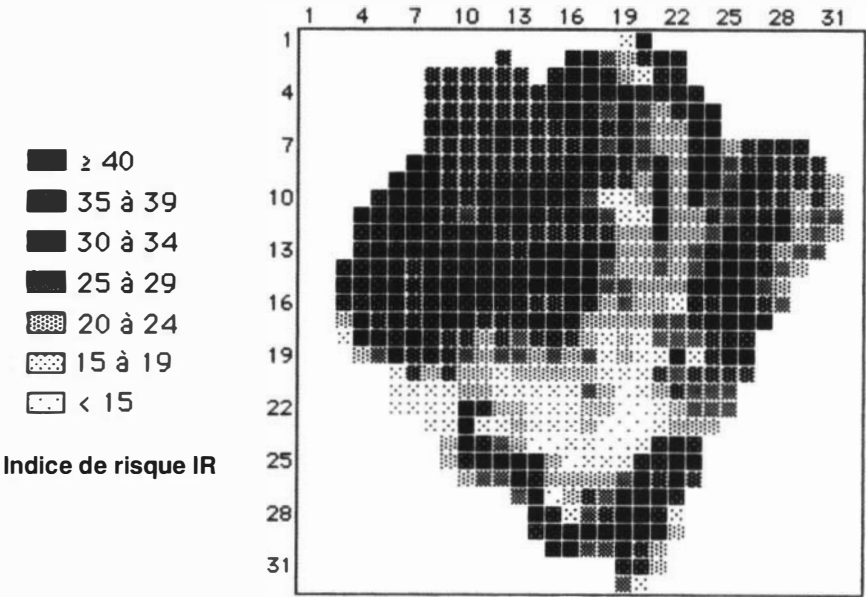


Fig. 1b : Visualisation de l'indice de risque "Feu de Forêt" - Etat Zéro
L'indice de risque IR peut atteindre 59 ; à partir de 30, la maille comporte un risque et 62 % du territoire communal sont concernés par le risque feu de forêt.

de coupures de combustible pour limiter la propagation des feux. En inventoriant les territoires dévastés par les feux anciens (1927, 1970 et 1986 -le mieux connu-, où le massif de Peygros a été dévasté comme le montre la carte 1a déjà publiée), il

s'est avéré qu'au delà de la valeur 30, la maille d'un hectare présentait un risque certain. Les résultats ont été affichés sur un fond cadastral à grande échelle (1/5 000 ème) où les limites des zones classées au titre du Plan d'occupation des sols étaient également mar-

Les mesures proposées en zones A et B du P.Z.S.I.F., concernent la localisation des constructions et les modalités de celles-ci (types de matériaux, ouvertures, couvertures...).

Le règlement général du P.Z.S.I.F. pour la commune d'Auribeau-sur-Siagne (annexe 1 du rapport à la commune) est ainsi résumé :

• **Pour les zones classées A (le Peygros, le Couloubrier, ND de Valcluse, le secteur Martelli)**, toute nouvelle construction est interdite sous réserve des aménagements destinés à protéger la forêt ou les constructions existantes. Sont interdits les parcs d'attraction et les aires de jeux et de sports dès lors qu'ils sont ouverts au public, les aires de stationnement ouvertes au public, les dépôts de plus de 10 véhicules et les garages collectifs de caravanes.

• **Dans les zones A et B (Fond de Siagne)**, les constructions doivent respecter les règles de l'annexe 2 du rapport communal : murs en dur présentant une stabilité au feu d'une 1/2 heure et des façades présentant un critère de réaction au feu avec incombustibilité maximale ; ouvertures pouvant être fermées par des volets en bois plein présentant un degré pare-flamme d'une 1/2 heure avec des joints étanches ; couvertures pare-flamme d'une 1/2 heure en matériau d'incombustibilité maximum sans partie combustible à la jonction toiture/murs ; conduits de cheminée en matériaux incombustibles et munis de pare-étincelle ; gouttières et descentes d'eau, auvents, en matériaux présentant un degré correct de réaction au feu ; les verres des vérandas doivent présenter un degré de résistance au feu d'une 1/2 heure ; les réserves de combustible doivent être placées à plus de 10 m des bâtiments, à moins d'être localisées dans des remises ayant les caractéristiques requises pour les autres bâtiments. Les réserves d'hydrocarbures doivent être éloignées de plus de 10 m des bâtiments et enterrées hors des zones de circulation des véhicules de même que les canalisations approvisionnant la maison.

Les premiers feuillages des arbres doivent être maintenus, par taille et élagage, à 3 m des constructions et les gouttières doivent être curées des aiguilles et feuilles qui s'y trouvent.

Les terrains construits, ou devant être aménagés, doivent être desservis par une voie ouverte à la circulation publique et présentant des caractéristiques propres à permettre l'évacuation des personnes et l'intervention des secours : chaussée de 5 m supportant un véhicule de 13 tonnes...

Tout nouvel aménagement doit être desservi par au moins deux accès opposés dont l'un peut être une voie privée ou une liaison avec une piste de D.F.C.I.

La longueur maximum des voies en cul de sac reliant les habitations à la voie publique ne peut excéder 60 m et celles-ci doivent se terminer par une aire de retournement.

Enfin, les habitations disposant d'une réserve d'eau doivent être équipées d'une motopompe de 15 m³/h actionnée par un moteur thermique pouvant alimenter une lance ; aucune construction ne doit être éloignée de plus de 150 m d'un poteau d'incendie ou d'une réserve d'eau accessible directement.

• **En zones B (Les Monges, Papochin, Le Gabre, Carel, Clavary, socle village, périphérie Peygros)**, où toute construction située à plus de 50 m d'une construction existante est considérée comme habitat isolé, la création et l'extension des campings, villages ou colonies de vacances, habitations légères et de loisirs est interdite.

Toute nouvelle opération doit comprendre au moins 10 maisons (éloignées les unes des autres de moins de 30 m) et est subordonnée à l'engagement du constructeur, ou du lotisseur, à constituer une association syndicale de propriétaires chargée de l'entretien des espaces et de matériels destinés à la prévention et à la lutte contre les incendies de forêts.

Aucune prescription en **zone C**.

quées. L'attention s'est particulièrement portée sur les zones classées ND et les zones d'urbanisation future classées NA.

3 - La prise en compte du risque-feu

A l'occasion de la procédure de révision du P.O.S., des propositions ont été faites pour prendre en compte le risque-feu. La superposition de la carte des risques et du P.O.S. a permis de définir des zones sous prescriptions A et B. Celles-ci portent sur le débroussaillage, la mise en place de coupe de combustible, la mise en place de nouveaux hydrants, l'amélioration du réseau routier et se superposent au règlement du P.O.S (Cf. encadré ci-contre).

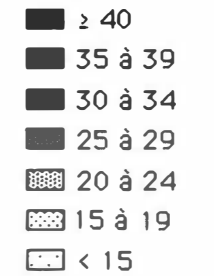
Avec le S.I.G., il est facile de **simuler** ce que deviendrait l'indice de risque si toutes les mesures proposées étaient appliquées. Une première **simulation** suppose le débroussaillage exécuté — et entretenu — dans une zone d'interface zones forestière et urbanisée au Peygros (zone B), la création d'une piste périmétrale, la mise en place de nouveaux hydrants (citernes ou poteaux d'incendie) et de deux coupures de combustible (en bordure du massif de Peygros et au nord du ruisseau de la Frayère) ; cela entraîne une baisse notable des valeurs de l'indice de risque (Cf. Fig. 2). La visualisation des différences est significative et pédagogique (Cf. Fig. 3) ; ce document offre une image de la zone B ; des essais similaires sont possibles en modifiant le poids des autres paramètres (création d'aires de retournement, prolongements routiers...). Cette recherche permet de revoir l'implantation des différents équipements de D.F.C.I., voire d'en proposer d'autres. La mise en place de nouveaux hydrants, de nouvelles pistes ou de nouvelles sorties, pourrait aussi être prise en compte ultérieurement. Enfin, il est loisible d'envisager la création d'une image de synthèse associant le modèle numérique de terrain et la valeur de l'indice de risque feu de forêts de manière à mieux sensibiliser

les gestionnaires de l'espace à la troisième dimension, à l'hétérogénéité de l'espace support et au risque feu de forêts.

4 - Le S.I.G. autorise l'analyse d'image

En admettant que l'habitat —indépendamment des contraintes juridiques liées au P.O.S.— puisse se développer le long des réseaux de communication, des opérations de dilatation, de fermeture sont possibles comme le montrent les figures 4, 5 et 6 : à partir du réseau routier initial fait de routes principales et secondaires, deux scénarios ont été proposés avec une diffusion selon un pas de 100 m ou de 200 m. Une comparaison est possible avec la projection de l'habitat à échéance 2010, les classements du P.O.S. étant sensés être exécutés (construction des zones classées NA [d'urbanisation future], notamment).

En **conclusion**, l'étude du cas d'Auribeau-sur-Siagne a montré que la mise en œuvre d'un Système d'information géographique en mode image est une opération utile — ici, pour afficher les valeurs objectives du risque feu de forêt — et pédagogique. Sans doute est-il fastidieux de générer des couches de données en mode vecteur ou en mode image (ou mode maillé) mais, quand les couches sont fabriquées, toutes les **simulations** sont possibles ; expérimentalement, différentes formules mathématiques peuvent être testées rapidement ; de plus, les couches de données sont utilisables à d'autres fins (analyse d'images). Pour le moment, sur micro-systèmes informatiques, les S.I.G. fonctionnent soit en mode maillé, soit en mode vecteur. L'usage d'un transparent de la carte des réseaux sur une carte maillée permet de pallier cette carence et de répondre aux décideurs qui ont un besoin impérieux de disposer de la carte des réseaux pour toute opération d'aménagement. Une scannerisation de la carte des réseaux peut aussi être superposée à la carte maillée avec certains logiciels (demeurent les pro-



Indice de risque IR

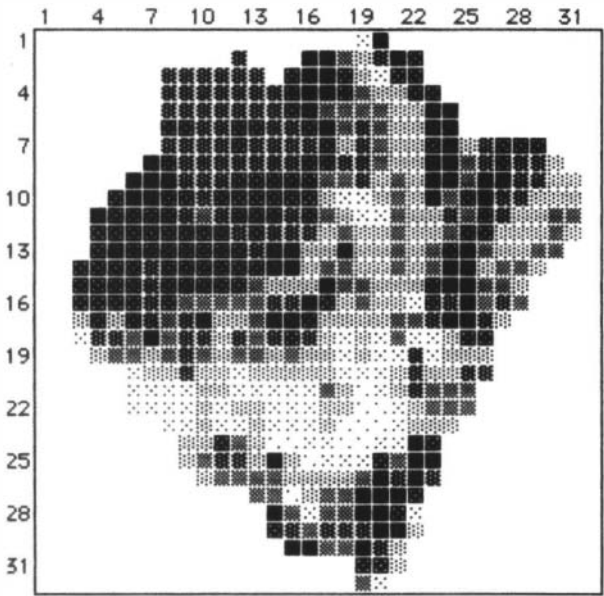
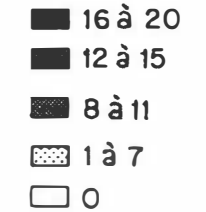


Fig. 2 : État 1, après mise en œuvre de mesures de débroussaillage et aménagement de coupure de combustible qu'il faudra entretenir.
En considérant toujours que le seuil est à 30, seuls 48,7 % du territoire communal présentent un risque, soit un gain appréciable de 13 points.



Différence absolu

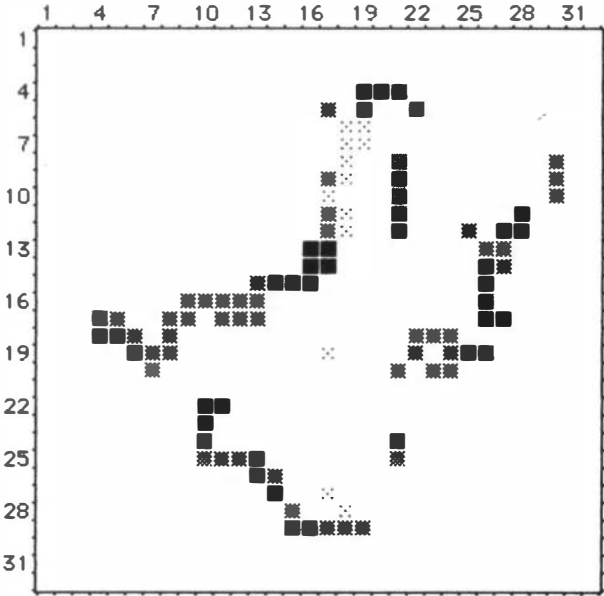


Fig. 3 : Visualisation des différences entre les états 0 et 1
Cette carte correspond à l'affichage de la zone d'interface classée B pour laquelle des prescriptions ont été rédigées.

blèmes du calage métrique et de l'harmonisation des référentiels que des logiciels de rotation d'images devraient pouvoir régler).
Aujourd'hui la gestion du risque feux de forêts est **multiforme** : certes, il faut des équipements au sol de D.F.C.I. : pistes, points de puisage, citernes, points de posée d'hélico-

ptères, postes de guet ; les moyens aériens sont également nécessaires, notamment ceux qui permettent d'intervenir rapidement sur des feux naissants ; il faut aussi pouvoir prévoir, en temps réel, les jours à risques en se fondant sur les données météorologiques et les réserves en eau du sol, voire sur le stress hydrique de la végétation (Cf. travaux de P. CARRÉGA et

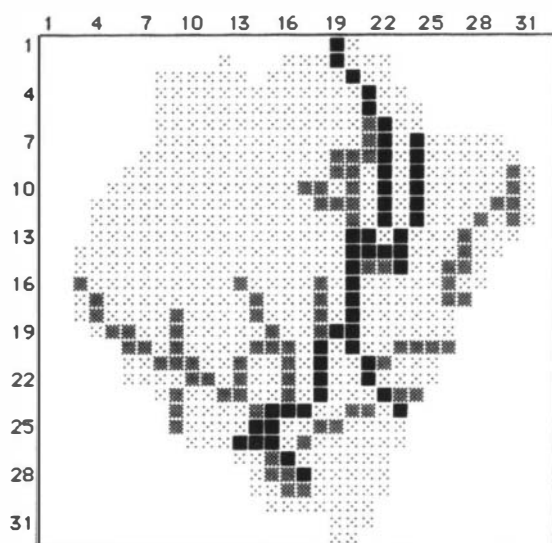






Fig. 4 : Le réseau routier d'Auribeau-sur-Siagne

Le réseau routier-sur-estimé par le découpage en mailles d'un hectare - occupe 23,5 % du territoire communal.

-  mailles hors-champ
-  absence de routes
-  routes secondaires
-  routes principales

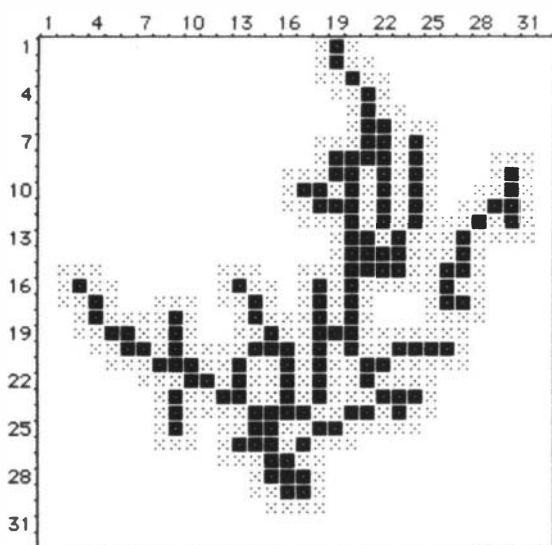





Fig. 5 : Diffusion de l'habitat à partir du réseau routier, au pas de 100 m

42,84 % du territoire communal sont transformés en plus de ce qui était affecté au réseau routier.

-  134 mailles bases
-  244 m diffusions
-  646 m autres

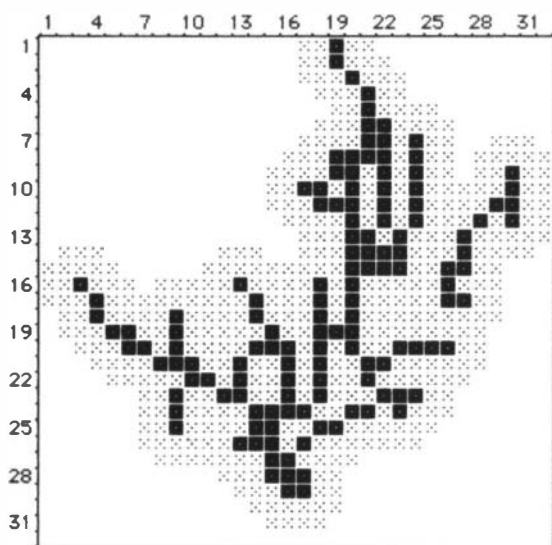





Fig. 6 : Diffusion de l'habitat à partir du réseau routier, au pas de 200 m

64,44 % du territoire sont transformés -en plus du réseau routier- et l'on sort du territoire communal.

-  134 mailles bases
-  367 m diffusions
-  523 m autres

de J.-L. WYBO) de manière à déclencher éventuellement un guet armé aérien. Mais la protection des massifs forestiers et des interfaces présente aussi un intérêt certain et le calcul de l'indice IR proposé peut s'avérer utile, voire indispensable, en offrant la possibilité de donner une valeur objective au risque préalablement à une prévention efficace.

Tout n'est pas réglé avec la mise en application d'un P.Z.S.I.F. en zone suburbaine et urbaine, ou d'un P.I.D.A.F. (Plan intercommunal de débroussaillage et d'aménagement forestier) en zones naturelles : le risque-feu n'est pas le seul risque encouru par ces territoires méditerranéens ; la commune d'Auribeau-sur-Siagne a été fortement touchée par les inondations en juin 1994. Faut-il voir dans les dernières propositions du Ministre de l'environnement, visant l'instauration de Plan de prévention des risques prévisibles (P.P.R.), le souci d'une prise en compte globale de tous les risques ? C'est probable⁽¹⁾. Enfin, demeurent, pour le risque feu comme pour les autres types de risques, plusieurs questions non résolues et notamment la responsabilité juridique des divers acteurs, le financement des mesures de prévention et le contrôle des servitudes du P.P.R.

En **définitive**, un S.I.G., n'est pas le symptôme d'un chercheur — ou d'un gestionnaire — touché par le syndrome de la base de données mais un **outil** qui peut répondre partiellement ou totalement à la problématique posée...Cela permet de faire ce que l'on faisait avant certes, mais de le faire plus vite ou de produire des schémas peu, voire jamais, réalisés avant : bloc-diagramme, coupes topogra-

1 - Lors de la séance de l'Assemblée Nationale du 7 décembre 1994, a été modifiée la loi n°87-565 du 22 juillet 1987 relative à l'organisation de la sécurité civile, à la protection de la forêt contre l'incendie et à la prévention des risques majeurs. Dans l'article 40-1 du chapitre IV, il est dit "l'Etat élabore et met en application des plans de prévention des risques naturels prévisibles tels que les inondations, les mouvements de terrain, les avalanches, les incendies de forêt, les séismes, les éruptions volcaniques, les tempêtes ou les cyclones".

phiques sériees, cartes des pentes ou des expositions. On peut sélectionner des données, les combiner, les traiter mathématiquement pour en extraire une **information utile**, réaliser des **simulations** ; mais il faut sans cesse actualiser les données humaines. En bout de chaîne de traitement, demeure la nécessité pour la communication de disposer d'une carte, médiateur privilégié entre les données numériques et les neurones du chercheur, du décideur ou des élus locaux. L'outil S.I.G. est évolutif : il peut intégrer des données endogènes (fournies par les scanneurs des satellites) ou exogènes (recensements ou autres cartes thématiques) mais le parcours du terrain est indispensable pour mieux connaître le territoire approprié par des habitants qui ont une histoire...et dont les idées, la perception des problèmes n'est pas forcément conforme à celle des gestionnaires. Ici, comme ailleurs, le dialogue est souverain et une forte dose de bon sens nécessaire... Dans le cas de la commune d'Auribeau-sur-Siagne, le travail a été fait dans un cadre communal pour des raisons de nécessité de gestion. Il n'est pas antinomique de l'autre approche faite au

niveau du massif de Tanneron où les puissances de feu sont très élevées (évaluation du risque subi et du risque induit).

Si un Système d'information géographique peut aider à suivre l'évolution de la biomasse combustible, à optimiser les missions de protection, de prévention et de lutte contre les feux de forêts et l'utilisation des moyens en hommes et en matériels, en proposant des solutions réalistes de gestion du risque *sensu lato* face aux grands problèmes de sécurité publique, œuvre utile aura été faite et l'argent des contribuables bien employé !

**A.D., B.F.,
Y.D., J.-Y.O.**

Bibliographie très succincte

CARRÉGA P. et WYBO J.-L. (1990) Implication de l'informatique avancée à la prévention des incendies de forêts et à la gestion des espaces menacés. Revue forestière française, t. XLII, n° spécial, p. 112-120.

CEMAGREF (1990) Protection des forêts contre l'incendie. 1 brochure de 18 fiches en couleurs.

DAGORNE A. (1990) Application d'un Système d'information géographique pour l'évaluation de la vulnérabilité au feu et la prévention. Un exemple dans les Alpes-maritimes. Bull. du Comité Français de Cartographie, n° 126, p. 16-26, 6 fig.

DAGORNE A. (1993) La Côte d'Azur, un mur de béton ? Comm. Journées Géographiques de Monaco mai 1993. 25 p., nbx illustrations.

DAGORNE A., CASTEX J.-M. et B. FOUCAULT (1992) Prétude d'aménagement rural portant sur Saint-Cézaire-sur-Siagne, 27 p. Rapport D.D.A.F.

DAGORNE A., DUCHÉ Y., CASTEX J.-M. et OTTAVI J.-Y. (1994) Protection des forêts contre l'incendie et système d'information géographique. Application à la commune d'Auribeau-sur-Siagne. Forêt Méditerranéenne, t. XV, n° 4, p. 409-420, 17 fig. et 3 photos.

Séminaire de la Protection de la Forêt Méditerranéenne : «Les Plans de Zones Sensibles aux Incendies de Forêt». Journées des 16 et 17 novembre 1994 à Valabre.

Résumé

Auribeau-sur-Siagne est commune pilote du département des Alpes-Maritimes pour la mise en application d'un Plan de zones sensibles aux incendies de forêts. Dans une première phase, un indice de risque «feux de forêts» a été affiché après application d'une formule mathématique qui prend en compte les caractéristiques de l'espace-support et l'occupation du sol. La deuxième phase a consisté à reporter le risque sur un fond cadastral à grande échelle où les limites des zones classées au Plan d'occupation des sols étaient placées. Des prescriptions ont été rédigées. Cette note a comme objectif de montrer comment le S.I.G. permet d'effectuer des simulations en anticipant, notamment, sur la mise en œuvre des mesures prescrites.

Mots-clés : SIG-Modélisation-Simulation-Alpes-Maritimes-Risque feux de forêts.

Summary

From the calculation of "wildfire risk" to putting into effect the Plan for Areas Sensitive to Forest Fires at Auribeau-sur-Siagne (Alpes-Maritimes, south of France) : from model to simulation using the S.I.G.

For the implementation of the Plan for Areas Sensitive to Forest Fires, Auribeau-sur-Siagne has the role of pilot municipality for the Alpes-Maritimes département. The first step was to state the level of wildfire risk calculated according to a mathematical formula which takes into account the general characteristics of the area concerned and the land use. The second stage involved superimposing the risk area on a large-scale, detailed grid map on which appear the zonage boundaries of the General Land Use Plan (P.O.S.). Then recommendations were drafted. This article aims to show how the S.I.G. programme enables those concerned to simulate events, particularly by anticipating the type of recommended action likely to be put into effect.

Resumen

Del anuncio del "riesgo del fuego de bosque" a la aplicación de un Programa de zonas sensibles a los fuegos de bosque en Auribeau-sur-Siagne (Alpes-Maritimes) De la modelización a la simulación con el S.I.G.

Auribeau-sur-Siagne es un municipio piloto del departamento de Alpes-Maritimes para la aplicación de un Programa de zonas sensibles a los fuegos de bosque. En la primera fase, se ha fijado carteles un indicio de riesgo de fuego de bosque calculado según una fórmula matemática que tiene en cuenta las características del espacio considerado y de la ocupación del sol. La segunda fase ha consistido en reportar el riesgo sobre un fondo cadastral a grande escala donde las limitas de las zonas clasificadas por el Programa de ocupación del sol eran señaladas. Prescripciones han sido redactadas. Esta nota tiene por objetivo de demostrar cómo el S.I.G. permite efectuar simulaciones, anticipando particularmente el cumplimiento de las medidas.