

Géo-cartographie et feux de forêts

Le cas des Alpes-Maritimes

par A. CANAVESE (1), A. DAGORNE (2) pour les chapitres 1, 2 et 3
et D. ALEXANDRIAN (3) pour le chapitre 4

RESUME

Chaque année, les incendies dévastent des centaines d'hectares d'espaces forestiers et/ou sub-forestiers dans les midis méditerranéens et ailleurs.

Conscients de la gravité de ce problème, les cartographes-géographes peuvent apporter leur savoir-faire :

1 - en effectuant des **cartes-constats** des dégâts grâce à la télédétection aérospatiale utilisée conjointement aux plans cadastraux pour la recension des propriétaires sinistrés ;

2 - en établissant des **cartes de réhabilitation** des zones dévastées fondées sur la prise en compte des différents paramètres physiques et humains caractérisant les milieux (Systèmes d'Informations Géographiques) ;

3 - en mettant au point des **cartes d'intervention** destinées à la lutte et donc aux Postes de Commandement opérationnels chargés de diriger le mouvement des hommes et des aéronefs (localisation des points d'eau, des obstacles, des pistes DFCL, des pare-feux... ;

4 - en réalisant des **cartes destinées à la prévention** : localisation des nouvelles implantations des coupe-combustibles DFCL (Défenses des Forêts Contre l'Incendie), des citernes, postes de guet... et en aidant les collectivités locales et/ou départementales dans la conception des plans de lutte : PIDAF (Plans Intercommunaux de Débroussaillage et d'Aménagement Forestier), SDAFI (Schéma Départemental d'Aménagement des Forêts contre l'Incendie). Ces documents, croisés avec les données de l'Inventaire Forestier National, prennent en compte la vulnérabilité de la végétation : inflammabilité et combustibilité.

Tous ces documents sont réalisés en utilisant — ou non — des procédures informatisées. Les cartes de prévention et d'intervention comportent une exigence d'efficacité : celle de l'actualisation permanente sous forme de note additive datée.

Des résultats de travaux réalisés dans le département des Alpes-Maritimes servent d'illustration à cette note.

(1) Ingénieur des Travaux Géographiques de l'Etat honoraire, chargé de mission à la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt.

(2) Maître de Conférences, Laboratoire R. Blanchard, Université de Nice.

(3) Ingénieur Civil des Forêts, chargé de mission près le Conseil Général des Alpes-Maritimes. Agence MTDA.

**"Qu'est-ce que le commandement ?
C'est avant l'autorité et son exercice,
avant même que la décision soit prise,
avant même l'action,
c'est le renseignement"**

(Maître Soulier, 1^{er} Adjoint au Maire de Lyon
Colloque FI3G, Lyon, juin 1987)

Face à cette interpellation formulée par un Elu — et qui exprime là un besoin beaucoup plus général d'informations géographiques émis par les responsables des services d'aménagement des pays développés comme des pays en voie de développement lors du congrès ci-dessus évoqué —, notre objectif est de montrer ici comment les géo-cartographes s'efforcent de répondre aux demandes des Responsables-décideurs. Les réponses portent sur un sujet qui ne peut laisser indifférent tout citoyen sensibilisé à la qualité de l'environnement naturel ou aménagé par l'homme et parcouru — et agressé — par un flux exceptionnel qui frappe l'imagination du tourisme de passage, atteint le résident permanent ou temporaire dans son patrimoine bâti ou non-bâti — heureux est-on lorsqu'il n'y a pas mort d'homme : le feu.

Certes, **les feux** dans les midis méditerranéens **ne sont pas un phénomène récent**. Déjà, en 1810, Napoléon 1^{er} demandait au Préfet du Var de "faire fusiller sur place, les individus convaincus d'avoir allumé les incendies". Plus près de nous, en 1927, le journal "**Le Petit Niçois**" titrait : "Le feu s'étendant toujours, nos forêts vont-elles disparaître ?". L'extrait du procès-verbal de la réunion du Conseil Municipal d'Auribeau d'août 1927 que nous reproduisons, confirme la gravité des incendies dans la zone du Tanneron en particulier (fig. 1).

Par ailleurs, ce phénomène **dépasse spatialement les limites des midis français** : Provence-Alpes-Côte d'Azur et Languedoc-Roussillon dont les feux de 1985, 1986 et 1987 sont encore frais dans la mémoire collective ; on pourrait citer le gigantesque incendie de Heilongjiang en Chine qui dura un mois en 1987 détruisant, sur un front de 180 kilomètres de long, 700 000 hectares, faisant 200 morts et anéantissant une ville, les incendies du Canada, d'Australie et, plus récemment en 1988, celui du parc de Yellowstone aux Etats-Unis.

Dans les Alpes-Maritimes, quelques chiffres permettent de situer le problème :

— En 1985 : 293 feux se sont déclarés et ont détruit 3 270 hectares d'espaces forestiers et/ou sub-forestier dont un tiers de résineux et deux tiers de feuillus.

— En 1986, 448 feux ont détruit 10 583 hectares.

Il faut remarquer que :

1 - ces feux touchent pour les 3/4, le littoral (334 feux ont dévasté 8 012 ha en zones littorale et sub-littorale, le quart restant concernant l'arrière pays montagneux).

2 - seuls quelques gros feux font beaucoup de dégâts : 12 feux ont, en 1986, détruit 9 678 ha soit 91,5 % du total. Sur ce chiffre, 7 gros feux ont détruit 7 328 ha en zone littorale et 5 feux importants en montagne ont dévasté 2 350 ha. On note qu'en 1986, **3 % des feux sont responsables de 91,5 % des dégâts.**

3 - les feux les plus nombreux se déclenchent durant la période estivale mais il y a aussi des feux d'automne et d'hiver (octobre 1986 à Breil, Tende, hiver 1987...).

Les travaux présentés ici, portent sur les différents travaux géo-cartographiques réalisés après les incendies de 1985 et surtout de 1986. Les extraits de cartes concernent principalement le secteur de Contes-Bendejun-Berre-les-Alpes touché par le feu de juillet 1986 (fig. 2).

1 - LES CARTES-CONSTATS

Une première évaluation des dégâts est généralement faite par survol héliporté par les Services de la Protection Civile et/ou les Forestiers.

La télédétection aérospatiale autorise une approche plus détaillée.

1-1 : L'IMAGERIE SATELLITAIRE fournie par le satellite Spot a donné des incendies des Alpes-Maritimes Orientales une très bonne image. La scène Spot du 23 septembre 1986 est particulièrement percutante. Les zones brûlées en juillet 1986 ressortent en noir ou en gris foncé tandis que la végétation préservée est signalée en vert et les zones minéralisées ou construites en rose. Cette image, publiée à l'échelle de 1 : 50 000, a fait l'objet d'une spatio-interprétation et les limites des zones détruites ont été reportées sur un fond de carte topographique à 1 : 50 000 (fig. 3).

1-2 : LES PHOTOGRAPHIES AERIENNES INFRA-ROUGE COULEURS permettent d'affiner l'évaluation des dégâts. Après l'incendie du Tanneron en 1985, une mission aéroportée a été réalisée par l'Institut Géographique National à grande échelle : 1 : 8 000. Ces remarquables images ont été analysées en stéréoscopie et les limites de l'incendie reportées sur un fond de carte topographique à l'échelle de 1 : 25 000 (fig. 4). Cette carte de l'extension du sinistre (près de 1 600 ha détruits) montre la localisation des taches de végétation épargnées (dans les fonds de vallons ombreux), le rôle des pare-feux (autoroute, ligne de crête) et la manière dont le feu s'est propagé dans les zones construites de Mandelieu... où la catastrophe a été évitée de justesse, le feu sautant d'un jardin dans un autre. La carte étant faite, il reste à expliquer par la météorologie, l'état de la végétation, la réserve en eau, etc... l'ampleur du sinistre.

En 1986, deux missions aéroportées à grande échelle, le 1 : 10 000, ont été faites pour le dépar-

tement : une mission porte sur la zone d'Eze et l'autre sur le secteur de Contes-Bendejun-Berre-les-Alpes. Ces images où les zones détruites apparaissent en bleu-turquoise tandis que les zones végétales épargnées sont en rouge (le lecteur associant plus facilement le rouge à l'incendie, un petit effort de lecture est nécessaire) ont servi de base à l'élaboration d'une carte à grande échelle : le 1 : 10 000. On notera le caractère moins massif de la zone brûlée et l'existence en bordure des zones totalement détruites de plages plus grises considérées comme des secteurs à redémarrage hypothétique. Ailleurs, le feu s'est propagé au ras du sol, le relais broussailleux n'existant pas et les houppiers sont restés rouges (c'est-à-dire chlorophylliens). La figure 5 assortie de sa légende est un extrait de la carte à 1 : 10 000 de Contes publiées en 5 couleurs : la planimétrie est en noir (la planimétrie est un agrandissement de la planchette du noir de la feuille à 1 : 25 000 de l'Institut Géographique National) ainsi que les grands types de la propriété foncière (domaniale communale... ou privée, en blanc par différence), l'hydrographie en bleu, la végétation existant avant le passage du feu est en vert, le feu est en magenta ainsi que les équipements DFCI : pistes, citernes... et les aménagements agricoles : terrasses, champs aménagés... en marron. Si cette carte peut servir de base à des actions de réaménagement, on pourra regretter l'absence des limites foncières de la propriété privée. Ceci était initialement prévu mais l'atomisation et la petite taille des parcelles foncières sont telles qu'il a fallu renoncer à la faire apparaître à cette échelle. On peut aussi regretter une erreur au niveau de l'impression qui conduit à réduire la lisibilité des citernes et points d'eau : le vert a été ouvert dans le rouge alors que la stratégie inverse eût dû être utilisée.

A la même échelle, mais dans un contexte cadastral différent avec des parcelles de plus grande taille, un autre essai cartographique a été fait sur la zone de l'Escarène touchée par l'incendie du 23 juillet 1986 (fig. 6). Sur cette carte à 1 : 10 000, la planimétrie est en noir ainsi que les aménagements des pentes, l'hydrographie en bleu, le feu en vermillon ainsi que les équipements DFCI et le marron indique la nature de la propriété avec les limites parcellaires. Bien que les numéros des parcelles cadastrales ne figurent pas, la recension des sinistrés est très facile sur cette carte qui peut être considérée comme les prémices d'un plan topofoncier. Pour des raisons de lisibilité, la planche de l'hypsométrie n'a pas été reproduite mais, un schéma hypsométrique est fourni au lecteur dans le travail complet.

A travers ces extraits de travaux cartographiques, on voit comment la télédétection aérospatiale peut aider les Responsables, l'imagerie satellitaire étant tout à fait complémentaire des photographies aériennes.

2 - LES CARTES DE REHABILITATION LES SYSTEMES D'INFORMATIONS GEOGRAPHIQUES

Constater les dégâts est l'un des premiers travaux des Responsables confrontés aux problèmes

d'indemnisation. Il faut ensuite mettre tout en œuvre pour que soient le plus vite possible effacées — ou du moins atténuées — les traces du passage du feu. Il faut aussi prévoir la réhabilitation des sites détruits en tenant compte autant que faire se peut, des caractéristiques physiques et humaines des milieux parcourus par le feu. Dans cette optique, une expérience de mise en route d'un système d'informations géographiques a été faite. Elle porte sur une surface de 16 kilomètres carrés (fig. 7) centrée sur les communes de Contes, Bendejun et Berre-les-Alpes. Pour ce territoire découpé en mailles d'un hectare, huit paramètres ont été pris en compte : l'altitude, la pente, l'exposition, l'habitat, le feu, le sol, les aménagements de pente, la propriété foncière. L'information est extraite de documents publiés ou inédits (carte géologique pour les sols, carte topographique agrandie pour les altitudes et l'habitat, plan cadastral pour le foncier, cartes inédites pour le feu et les aménagements agricoles) ; deux de ces fichiers sont dérivés par calcul d'un fichier initial : il s'agit des pentes et des expositions obtenues par calcul à partir des cotes d'altitude. Ces huit fichiers ont été stockés sur disquette en vue d'un traitement sur matériel Apple IIc ou Apple IIe pilotés par des logiciels mis au point par J.-Y. Ottavi, cartographe-informaticien du laboratoire R. Blanchard. Après analyse des polygones de fréquence de données et prise en compte de critères techniques d'aménagement (les choix des valeurs des classes de pentes, par exemple), l'ensemble des données fait l'objet d'une simplification en sept classes au maximum avant la mise en route de procédures de tri. Les figures 9 et 10 sont des visualisations des fichiers pris en compte pour cet espace au relief accidenté comme le montre le bloc-diagramme de la figure 8. On remarquera que le logiciel autorise, outre la visualisation de la matrice, l'affichage des fréquences des différents taxons retenus.

QUE FAIRE DE CES DIFFÉRENTS FICHIERS ?

Après réduction des données en sept classes, ces fichiers ont été combinés. Le principe du traitement est simple : l'opérateur choisit une option d'aménagement : urbanisation, agriculture, reboisement et définit les critères requis pour que cette option ait le plus de chances d'être menée à bien ; il faut donc sélectionner dans les différents fichiers, les pixels qui répondent aux critères énoncés et qui tiennent compte de la pratique du terrain par les forestiers et les géographes. L'opérateur fait état de ses exigences, l'ordinateur affiche les pixels qui répondent aux critères et il revient à l'aménageur la charge de définir ce qu'il y a lieu de faire : types d'espèces à planter, travaux à faire, etc... Il est bien évident que certains pixels peuvent potentiellement faire l'objet d'aménagements différents ; il reviendra au décideur de trancher en fonction de critères retenus lors de l'élaboration du Plan d'Occupation des Sols. Les résultats de la mise en œuvre de ce logiciel combinatoire sont exprimés par les figures 11 et 12, la figure 13 étant une synthèse de géographie applicable... la géographie appliquée véritable étant du ressort de ceux qui ont le pouvoir décisionnel.

Sans doute ne s'agit-il là que d'un essai de mise en route d'un Système d'Informations Géographiques et tout n'est pas parfait. D'abord, la surface traitée est limitée spatialement et les critères pris en compte ne prétendent pas à l'exhaustivité : le manque d'informations géotechniques sur la qualité des sols ne nous a pas permis de prendre ce paramètre en considération. Les choix du POS n'ont pas non plus été retenus car la commune de Contes n'en dispose pas. Enfin, si les données exogènes croisées auraient pu être plus nombreuses, les données endogènes issues des scanners des satellites n'ont pas du tout été utilisées. A l'avenir, on peut espérer pouvoir intégrer tout cet arsenal de données synchroniques et diachroniques pour mieux caractériser un géosystème environnemental. Il reste à organiser de manière efficace la saisie des données vectorielles pour les transformer en images raster de maillage comparable à celui des scanners des satellites. Mais, chacun sait que la portabilité des systèmes informatiques d'une part et la communicabilité des fichiers de données, d'autre part, sont des problèmes incomplètement résolus.

3 - LES CARTES D'INTERVENTION

Elles sont réalisées à deux échelles.

3-1 : LES CARTES A 1 : 100 000 (fig. 14)

Ces cartes sont destinées aux moyens aériens : avions bombardiers d'eau : canadiens, DC 6, hélicoptères équipés de réservoirs d'eau. Utilisent aussi ces cartes, les responsables des postes de commandement, les bureaux de la Sécurité Civile, les postes de guet... Pour ces cartes, le carroyage bi-kilométrique est indiqué en surcharge violette.

3-2 : LES CARTES DFCI A 1 : 25 000 (fig. 15), sont destinées aux unités de lutte.

3-2-1 : L'objectif de cette cartographie

C'est au début de 1987, que le Conseil Général des Alpes-Maritimes décide de doter d'une carte opérationnelle à l'échelle de 1 : 25 000, tous les Services impliqués dans la Défense des Forêts Contre l'Incendie : La Direction Départementale des Services d'Incendie et de Secours (DDSI), la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt (DDAF), l'Office National des Forêts (ONF), la Direction Départementale de l'Équipement (DDE), la Gendarmerie Nationale, les pilotes d'avions et d'hélicoptères bombardiers d'eau ainsi que d'autres Services ou Organismes.

3-2-2 : Nature et représentation des renseignements DFCI

A l'issue de diverses réunions de coordination entre tous les intervenants, il fut décidé d'éditer une cartographie thématique DFCI à 1 : 25 000, pour les dix feuilles littorales du département correspondant à la zone rouge. Les éditions normalisées de l'Institut Géographique national ont fait l'objet d'une surimpression en trois couleurs portant les renseignements suivants :

- La surimpression en violet porte sur :
- le quadrillage DFCI, Lambert II étendu (ou

“Chasse”) avec identifiants suivant un quadrillage kilométrique renforcé aux dizaines ;

- les limites et noms de communes par un trait tramé ;

- les numérotations routières, les postes de guet avec leur nom, les cabines téléphoniques hors agglomération (publiphones), les bornes SOS ;

- le titre et les écritures.

- *La surimpression en couleur rouge* porte sur :

- les lignes électriques à moyenne, haute et très haute tension avec indication du voltage, de l'origine, de la destination et, d'une manière générale, toutes les lignes pouvant constituer un obstacle aux aéronefs de lutte aérienne : câbles transporteurs, câbles de remontées mécaniques, téléphériques, etc... Est éventuellement indiqué l'emplacement des gazoducs enterrés ;

- les routes et pistes forestières carrossables aux engins normaux ou seulement aux engins spéciaux avec leur nom et leur numéro et, d'une façon générale, le réseau de voirie ;

- les poteaux d'incendie en charge, hors agglomération et les citernes avec indication de leur capacité exprimée en m³ ainsi que les points d'eau naturels permanents ;

- les aires de posée, les hélisurfaces ou hélisations ;

- l'identification des Centres de Secours, des Centres de forestiers-sapeurs ou de chantiers FSI-RAN, ainsi que les Comités communaux de feux de forêts.

- *La surimpression en vert* s'applique aux forêts. Les forêts soumises au régime forestier (forêts domaniales ou départementales) sont tramées en vert et délimitées par un liseré vert plus ou moins large.

3-2-3 : Le plan de travail

La recherche et la collecte des renseignements auprès des Administrations et Organismes publics concernés a permis d'établir une maquette de synthèse.

Cette maquette a été livrée à l'IGN pour rédaction puis, après contrôles, retouches, le bon à tirer a été délivré.

Une première impression à 300 exemplaires par surimpression des trois couleurs sur les cartes existantes préalablement mises à jour à l'aide des photographies aériennes récentes est ensuite exécutée.

Une remise des exemplaires est faite à tous les services concernés pour examen, les observations recueillies et les corrections des planches réalisées.

Enfin, l'impression définitive est faite à 1 700 exemplaires dont 100 à plat, 10 plastifiés rigide (4/10) et 20 plastifiés souple (20/100) et les autres sont pliés.

Nota. La diffusion de ces cartes est confidentielle, leur usage et leur détention sont réservés aux services officiels chargés de la lutte contre l'incendie. Depuis juillet 1988, toutes les unités concernées sont dotées d'un lot de plusieurs jeux de ces cartes.

3-2-4 : Le jalonnement des itinéraires DFCI

Avec la collaboration du CETE Méditerranée, de la DDE, de l'ONF, du SDIS et des Services Techniques des municipalités concernées, la signalisation des pistes est actuellement réalisée. L'opération a débuté par les trois communes situées à l'Ouest du département, très exposées aux risques d'incendie : Théoule, Mandelieu et Pégomas. A chaque extrémité des pistes, sont installés des panneaux indicateurs comportant : les coordonnées topographiques codifiées, le nom de la piste, les points de ravitaillement en eau avec distance et capacité annoncées, les aires de posée des hélicoptères (éventuellement). Ces panneaux sont réalisés en aluminium : la conformation de leurs supports, rectangulaires ou crénelés interdit toute pivotation intempestive ou malveillante. Ce jalonnement est évidemment en harmonie avec la cartographie.

3-2-5 : L'entretien et la mise à jour de la cartographie DFCI

La plupart des utilisateurs des cartes DFCI expriment les vœux suivants :

- Il est souhaitable que la cartographie DFCI soit actualisée en continu par l'enregistrement et la transcription des équipements nouveaux (ou la neutralisation ou l'arrêt d'anciens) au fur et à mesure de leur mise en service.

- Toute unité chargée de l'équipement, de la prévention ou de la lutte, devrait pouvoir disposer à tout instant d'un document bien à jour, lui permettant en toute fiabilité, de mener à bien la mission qui lui est confiée.

Le recueil des informations permet le *report graphique* sur support reproductible ou sur carte en couleur ou *informatique*, sur bande magnétique, à croiser avec une base de données.

Puis, la reproduction peut se faire en mode diazoïque bicolore sur contre calque tramé : le produit est bon et de faible coût. La photocopie couleur peut aussi être employée : le produit est parfaitement lisible et le coût moyen. La sortie graphique peut aussi se faire sur table traçante automatique commandée par un ordinateur et un dérouleur de bande.

Enfin, l'édition, la mise à disposition, la diffusion peuvent être régulières : mensuelle, trimestrielle... ou informelle et à la demande, notamment en cas de sinistre.

3-2-6 : Le financement

Le coût total de l'entreprise a été supporté à 30 % par l'Etat et à 70 % par le Département.

Fig. 1 : Fac-similé d'un extrait de procès-verbal de réunion du Conseil
Municipal d'Auribeau d'Août 1927.

L'an mil neuf cent vingt-sept le vingt-
le Conseil m^{al} d'Auribeau, dûment convoqué
Maire, s'est réuni, dans la Mairie, sous la Présidence de
M. Jean-François Roustan Maire.

Présents M. M. : Roustan, Maire; Mauran, adj^g,
Mauran Félix, Funel Joseph, Vergon Jean-B^{te}, Rougie
Benjamin, Courvin Siméon; Abriel Joseph, Emellina
Maurice

Absent M. Leca Joseph.

M. le Maire expose au Conseil m^{al} que le mardi 16
août courant, à 14 h. Un incendie terrible, venant des
forêts de Banneron, s'est propagé en quelques instants
d'une façon effrayante tout autour du village. Le vent,
qui soufflait avec violence, a étendu l'incendie dans les
bois et forêts voisins, et malgré les secours accourus de
tous côtés, le sinistre a causé la perte à peu près totale de
tous les bois de la commune, des arbres fruitiers, des
jardins de fleurs, des potagers, des vignes, etc

Les dégâts sont énormes et il est difficile de les évaluer
néanmoins, on peut affirmer que, parmi les communes
atteintes par les incendies, Auribeau est sûrement la plus
éprouvée relativement à sa population et à l'étendue de son
territoire; ses pertes sont évaluées à la somme de 1.213.050 francs.

M. le Président invite l'Assemblée à délibérer à
ce sujet.

Le Conseil,

Où l'exposé de M^{re} le Maire, le reconnaît
exact en toutes ses parties, et sollicite du Gouvernement
en faveur de tous les sinistrés le secours le plus large possible

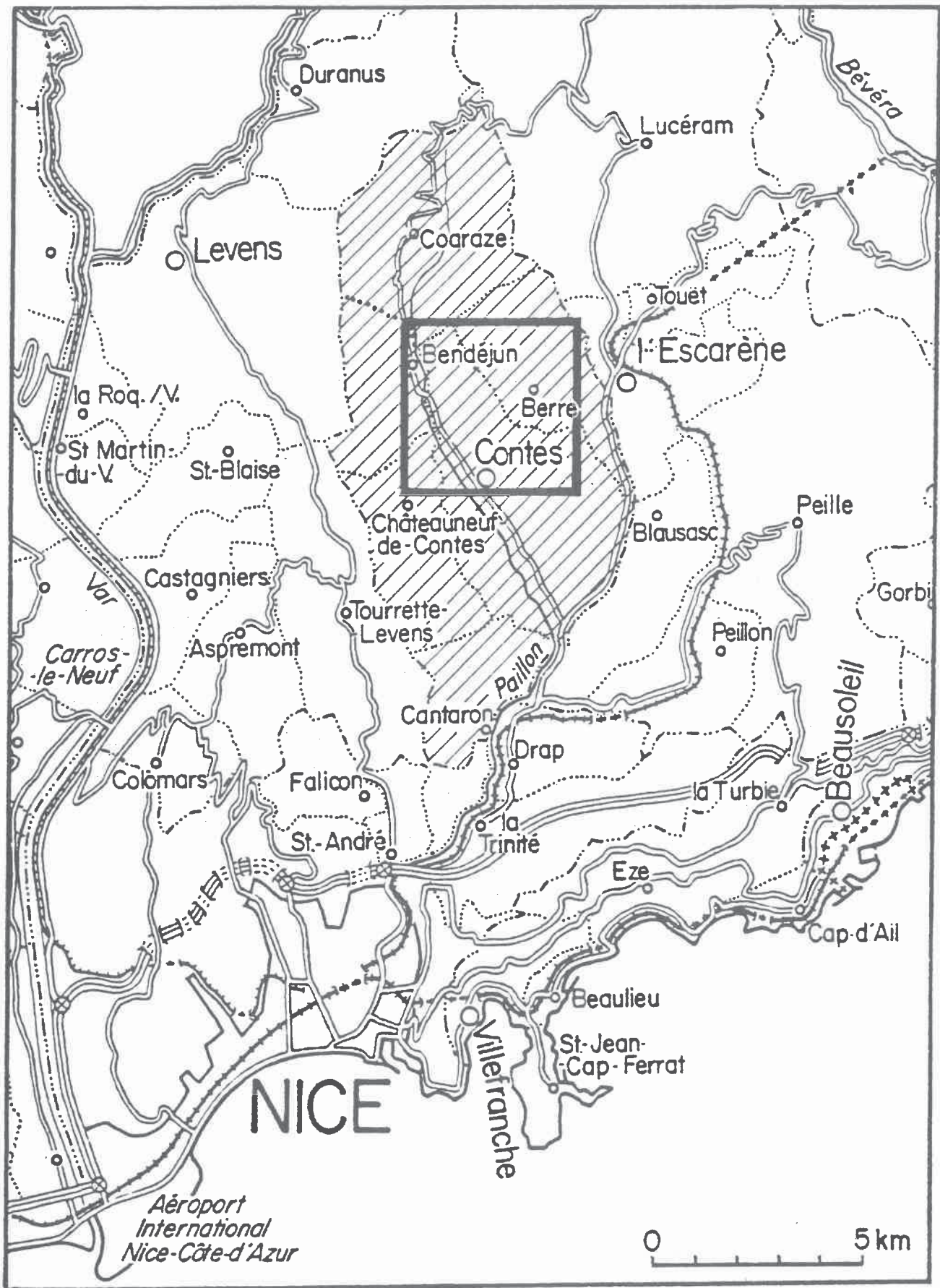


Fig. 2 : Les communes du canton de Contes en grisé et, en encadré, les limites du Système d'Informations Géographiques.



Fig. 3 : L'extension des grands incendies de l'été 1986 dans les Alpes Maritimes orientales d'après l'image SPOT du 23 Septembre 1986. En noir, sont indiquées les zones de forte biomasse détruites et en pointillé, les zones de faible biomasse incendiées. Echelle : 1 : 50 000.

0 1 2 3 4 5 6 7 km



