

GESTION DES ESPACES FORESTIERS ET SUB-FORESTIERS EN "ZONE ROUGE"

L'exemple de Saint-Cézaire-sur-Siagne
(Alpes-Maritimes, France)

A. DAGORNE (1)
J.-M. CASTEX (2)

INTRODUCTION

Près de 11 000ha d'espaces forestiers dévastés par le feu en 1986 dans le département des Alpes-Maritimes – dont les 3/4 dans la zone littorale – ont conduit chercheurs et responsables à réfléchir sur les mesures à prendre pour éviter que de tels phénomènes ne se reproduisent. Dans un contexte topographique accidenté, la gestion des espaces *naturels* est complexe: il faut à la fois maintenir le patrimoine paysager et aménager – voire ménager – le terrain en fonction des potentialités des massifs et des besoins exprimés par les hommes d'aujourd'hui. La gestion implique la prise en compte de la situation présente, sans omettre l'histoire de l'utilisation du sol et notamment la présence fréquente de terrasses destinées à pallier la non-planéité du terrain; grâce à des travaux de soutènement des terres parfois impressionnantes, les Anciens avaient aménagé des planches de cultures et ces coupe-pentes traitaient aussi l'écoulement des eaux pluviales. Les friches s'accroissant, ces structures ne sont plus entretenues, se dégradent et la végétation spontanée gagne du terrain; le paysage se ferme de plus en plus et la vulnérabilité au feu

(1) Maître de Conférences de Géographie, Laboratoire d'Analyse Spatiale R. Blanchard, Université de Nice. Tel: (33) 93 37 54 64 Fax: (33) 93 37 53 58

(2) Docteur du 3ème Cycle, professeur au Lycée Bristol de Cannes.

augmente; d'autres ont changé d'affectation et les planches sont utilisées comme base de terrain à bâtir avec jardin attenant.

Il convient donc de gérer l'espace rural en trouvant le compromis le plus harmonieux entre l'économie et l'écologie (n'a-t-on pas dit que *l'écologie était l'économie de la nature?*) reposant sur un dialogue entre les partenaires responsables de sa gestion et les usagers permanents ou temporaires et cela, *avant, pendant et après le passage de l'incendie*.

Jardiner l'espace rural en dehors de la partition classique rural/urbain et en concertation avec les urbains consommateurs et acteurs de la gestion du territoire, en prenant en compte les composantes physiques et humaines du terrain, telle est la finalité de cette étude limitée, réalisée dans la France du Sud-Est à un moment où, dans une Europe malade de ses excédents, les surfaces cultivées vont être réduites.

Alors, chômage des hommes, chômage des terres, la nécrose du monde rural est-elle la rançon de la modernité? Le monde rural n'a-t-il aucun avenir? Ne faut-il pas inventer une ruralité non-agricole (JACQUINOT, 1988) en associant les ruraux traditionnels jardiniers de l'espace et les urbains avides de nature, consommateurs et acteurs potentiels, par les activités artisanales ou industrielles ou les services qu'ils peuvent apporter? Sans moyens de pénétration, sans sentiers, la vision reste limitée et une "nature revêtue d'une chape sauvage de végétation, opaque à la vision, hermétique à la circulation pédestre, non entretenue, devient vite hostile" (JACQUINOT, 1988). La valeur paysagère de sites aussi peu entretenus pourra-t-elle inciter des citadins à venir s'y installer? Dans cette perspective, beaucoup de petites communes ne risquent-elles pas de devenir des villages-cimetières dans un désert vert? "La gestion du patrimoine territorial doit se faire pour/par et avec les hommes" de toutes origines – rurale ou citadine – "choisisant d'être des acteurs volontaires et non pas des spectateurs passifs"; dans ces conditions, on peut espérer que "les friches agricoles d'aujourd'hui n'annoncent pas les friches humaines de demain".

Dans le Moyen-Pays des Alpes-Maritimes, la déprise agricole est un phénomène déjà ancien, la végétation spontanée gagne du terrain et nombreux sont les systèmes de terrasses abandonnés que les incendies de forêts exhument. A quelques kilomètres d'un littoral hypertrophié où une chape de béton tend à recouvrir les paysages originels, comment gérer ces espaces fortement végétalisés? Une présentation rapide de la commune-test est nécessaire.

SAINT-CEZAIRE-SUR-SIAGNE, UNE COMMUNE LIMITROPHE DU DEPARTEMENT DU VAR.

A une quinzaine de kilomètres à vol d'oiseau à l'ouest de Grasse et à 60km de Nice, la commune de Saint-Cézaire-sur-Siagne (3002ha) est limitée au NW, à l'W et au S par la Siagne; vers le sud-est, la limite naturelle coïncide avec le rebord du plateau calcaire; vers l'est, les limites sont artificielles (fig.1).

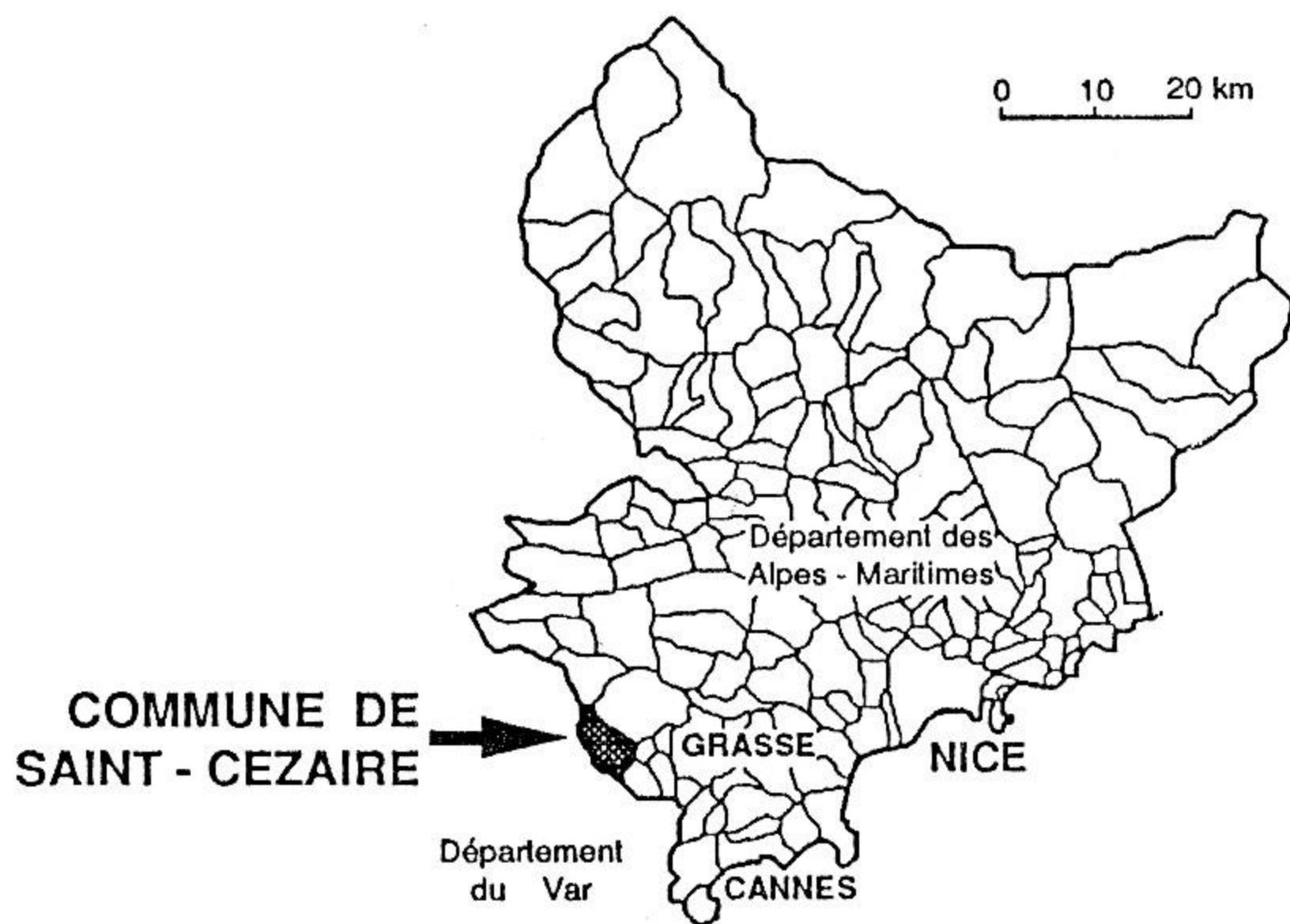


Fig. 1 Saint-Cézaire-sur-Siagne, commune du Moyen-Pays des Alpes-Maritimes

1 – La topo-morphologie.

Rebord méridional des plans de Provence, le plateau de Saint-Cézaire-sur-Siagne, à une altitude moyenne de 500m, domine d'environ 250 à 300m la vallée de la Siagne. Constitué de calcaire jurassique avec des intercalations de marne, ce plateau est très perméable: l'eau alimente de nombreuses sources et si l'hydrographie aérienne est peu abondante sur le plateau karstique, il n'en va pas de

même de la circulation souterraine: 40 avens ont été identifiés sur la commune et quelques sites ont été aménagés. 50% du territoire communal sont boisés mais, pour 82%, il s'agit de formations de taillis utilisés partiellement par une société de chasse.

Plusieurs sous-unités peuvent être identifiées:

Le versant abrupt de rive gauche de la Siagne, versant très couvert bien que la couverture soit interrompue çà et là par des ressauts de calcaire utilisés par l'homme comme soutènement naturel d'olivaires. Dans ces gorges d'accès malaisé, l'arbre est dominant avec beaucoup de feuillus; si les fonds de vallée jadis utilisés pour la culture (céréales, légumes) ne le sont plus guère, le haut du versant est marqué par la présence de vergers d'oliviers dont beaucoup sont entretenus ou en voie de restauration.

Le rebord du plateau a été utilisé localement par l'homme: le pittoresque village ancien de Saint-Cézaire domine majestueusement les gorges de la Siagne.

Le plateau comporte trois sous-unités:

- Dans une *dépression* centrale, à une altitude moyenne de 450m se concentre l'habitat, les communications et l'essentiel de l'activité agricole: vergers d'arbres fruitiers, vigne, plantations de chênes-truffiers et de noisetiers-truffiers et de nombreuses olivaires plus ou moins bien entretenues sur des faïsses (terrasses). Quelques petits bosquets complètent le paysage rural.
- Cette zone plane, un peu déprimée, est encadrée de *collines* de verdure de densité végétale inégale et atteignant plus de 750m parfois. Ces espaces forestiers ou sub-forestiers sont le plus souvent des taillis de repousse; généralement, domine une garrigue à chêne vert, chêne blanc, bruyère, myrte, laurier-tin, genévrier, chèvre-feuille, thym, lavande et romarin ainsi que quelques résineux.
- Entre le plan et les collines, des *espaces de transition* portent de nombreuses parcelles en terrasses, abandonnées, avec des vergers d'oliviers inégalement entretenus et l'espace tend à se fermer.

La commune de Saint-Cézaire est un site climatique classé (bon pour les cardiaques et les astmatiques), avec une pluviométrie annuelle moyenne de 950mm, qui tombent en 80 jours et souvent sous forme d'averses violentes et un ensoleillement de 2750 h/an. C'est une commune à dominante forestière ou sub-forestière pour

plus de la moitié de son territoire et 300 hectares sont voués à l'agriculture, mais beaucoup de plantations sont abandonnées.

2 – Saint-Cézaire-sur-Siagne, une petite commune par sa population.

Avec 1578 habitants en 1982, Saint-Cézaire retrouve à peu de choses près le chiffre de sa population de 1851. En 1990, le recensement fait état de 2182 résidents et, avec ses structures d'accueil (hôtels, établissements sans restauration, terrain de camping), la commune peut accueillir 2300 touristes.

Mais la population de la commune est âgée: en 1982 16,3% de jeunes, 47,9% d'adultes et 35,8% de personnes âgées. Enfin, sur les 29% d'actifs, 6,1% travaillant dans l'agriculture (54 agriculteurs en 1985). L'agriculture est peu importante avec des parcelles atomisées, des exploitations de faible dimension et une prédominance de l'olivier.

3 – L'occupation des sols.

Les données chiffrées fournies par le Plan d'Occupation des Sols de 1988 sont les suivantes:

- Les zones ND (Zones naturelles protégées) occupent 2410,5 ha soit 67,55%;
- Les zones NC (Zones agricoles) couvrent 110ha soit 3,66%;
- Les zones NA d'urbanisation future occupent 7,8% soit 234ha, incluant le projet de golf international à 18 trous.
- Les zones urbanisables UA comptent pour 20,89% soit 627,5ha.

Saint-Cézaire-sur-Siagne est donc une commune verte où les espaces agricoles sont moins étendus que jadis et où le "mitage" par les constructions va croissant. Cependant, les aménagements traditionnels pour l'agriculture restent omniprésents. Comment gérer ce patrimoine forestier ou subforestier, pour partie anciennement aménagé pour la culture et vulnérable au feu?

LA GESTION DES ESPACES FORESTIERS ET SUB-FORESTIERS

Une gestion rationnelle de l'espace implique de croiser, de combiner des couches de données portant sur le milieu physique et humain et entrant dans un Système d'Information Géographique (SIG). A la suite des grands feux de l'été 1986, les responsables départementaux ont longuement réfléchi à l'opportunité de mettre en place au niveau départemental un SIG. Une telle opération est complexe car il faut mixer des données de sources, de date et de structure hétérogènes. Les thèmes spatialisables peuvent être décomposés *en mailles*, en pixels – en prenant éventuellement en considération les images satellites déjà sous cette forme – portant sur la topographie (altimétrie, clinométrie, exposition, obstacles remarquables), la nature de la végétation (physionomie, taxonomie, stratification) et des sols (structure, texture, épaisseur, aptitude à la rétention de l'eau, caractères géotechniques), l'utilisation du sol (agriculture, forêts, restanques [terrasses] et espaces construits), le Plan d'Occupation des Sols, la propriété foncière. D'autres thèmes font l'objet d'une *visualisation vectorielle* et portent sur les données ponctuelles (bornes d'incendie, citernes), linéaires (réseaux divers: routes, pistes, canaux et hydrographie) ou zonales. Il convient donc de disposer de sources de données homogènes, en phase avec l'actualité; si elles n'existent pas, il faut pallier les manques en fabriquant les couches de données inexistantes. Un travail ingrat, un passage obligé, avant toute recherche de modélisation.

Pour Saint-Cézaire-sur Siagne, diverses opérations ont été menées; elles sont brièvement présentées:

- La réalisation d'une *carte des aménagements agricoles en polychromie*.
- Un SIG expérimental a été mis en route afin de voir comment gérer au moindre coût ces anciens espaces aménagés pour la culture et souvent abandonnés aujourd'hui.
- Certaines des couches de données ainsi générées ont été de nouveau utilisées pour proposer un *indice de vulnérabilité au feu*.
- Parallèlement, le Conseil Général et le Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne entamaient une cartographie dite DFCI (Défense des Forêts Contre l'Incendie) à l'échelle de 1:25 000 pour toute la zone rouge du département. Depuis un an, la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt a réactivé la réalisation de Plans des Espaces Boisés (PEB) à 1:5000.

1 – La carte des aménagements agricoles à 1:10 000

Cette carte réalisée par photo-interprétation (extrait en figure 2) vise à figurer les aménagements agricoles: terrasses étroites ou larges avec murs de soutènement, talus espacés, murs et tas d'épierrrement, champs aménagés, éléments d'un milieu humanisé qui opposent un obstacle tenu mais résistant à l'érosion, partout où les murs ne sont pas dégradés. C'est là que progresse l'embroussaillement ou la rurbanisation. La connaissance de cet héritage peut aider, aujourd'hui, à la prise des décisions en matière d'aménagement rural.

Les traits majeurs ont été reportés à l'échelle de 1:10 000 en marron-orange et en noir sur un fond planimétrique de l'Institut Géographique National imprimé en gris foncé tandis que l'hydrographie est reproduite en bleu et la végétation en vert. Le rouge est employé pour signaler les traces d'érosion et le mode de classement des sols au niveau du Plan d'Occupation des Sols (POS).

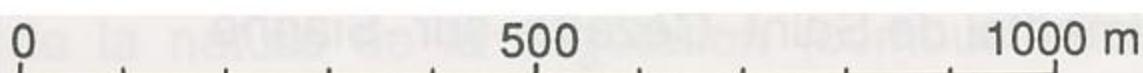
La carte entière fait ressortir une zonation circulaire des aménagements pour l'agriculture à l'intérieur du finage de Saint-Cézaire avec, *au centre du finage*, des parcelles autrefois labourées ou plantées en vignes, closes par d'épais murs de pierres sèches et qui occupent un grand *poljé* trouant le plateau de calcaire jurassique. Cet ensemble de parcelles épierrées et closes est bordé au nord par les *parcelles aménagées en terrasses* sur les pentes d'un amphithéâtre de hauteurs qui atteignent 600 à 771m. Le versant de la Siagne est presque entièrement aménagé en étroites terrasses complantées d'oliviers. A la périphérie de cette première auréole, les hauteurs rocheuses et leurs premières pentes convexes, couvertes de bois et parfois de broussailles portent quelques champs aménagés et de nombreux épierrements alignés sur les affleurements rocheux. Il y a donc ici une coïncidence entre le dispositif des formes du relief, des terroirs et la répartition des aménagements: le village de Saint-Cézaire situé à proximité des parcelles labourables encloses, les plus riches autrefois, puis les pentes qui portent les vergers d'oliviers et vignes sur terrasses, enfin, les terres plus irrégulièrement cultivées et les bois dans une couronne extérieure où les aménagements se réduisent à l'épierrement.

L'avenir des aménagements traditionnels, en grande partie abandonnés dépendra des choix faits: activités agricoles, préservation des espaces boisés, entretien du paysage, aménagements pour l'habitat et la circulation (le maintien des sentiers de randonnée notamment), lutte contre l'érosion.



Fig. 2a : Les aménagements agricoles à
Saint-Cézaire-sur-Siagne (1989)
(extrait de la carte à 1 : 10 000)

Une copie en couleurs peut être obtenue auprès des auteurs



planches du gris (planimétrie) et du bleu (hydrographie)

Planimétrie, hydrographie et aménagements hydrauliques

	Escarpe		Source
	Hydrographie permanente		Canal ou conduite
	Hydrographie temporaire		Réservoir
	Doline, aven		Borne d'incendie

Aménagements pour l'agriculture

	Terrasses étroites	planche du marron-orangé
	Terrasses larges	
	Talus espacés ("ribes")	
	Talus limitant un grand champ aménagé	
	Champ aménagé	
	Parcelles aux murs d'épierrement serrés	planche du noir
	Murs d'épierrement, parfois de soutènement	
	Tas d'épierrement alignés sur les affleurements calcaires	
	Tas d'épierrement éparpillés	
	Clôtures importantes en pierres sèches	

Végétation et agriculture planche du vert

	Bois	} avec ou non - oliviers, à moins de 650 m d'altitude, en adret
	Broussailles	
	Oliviers	} Vergers
	Noyers	
	Chênes truffiers	
	Anciennes parcelles cultivées ou jardins	

Erosion des zones aménagées planche du rouge

	Début d'érosion		Arrachement
	Erosion accentuée		Ravines

Les données du Plan d'Occupation des Sols (1988)

	Zone naturelle protégée (ND)	planche du rouge
	Zone agricole (NC)	
	Urbanisation future (NA) ou zone résidentielle diffuse (NB)	
	Secteur exclu de l'approbation	

Programme de recherches : APARE / Ministère de l'Environnement

"Terrasses de culture : évolution après abandon et modes de gestion minimum "

Fond planimétrique à 1 : 10000 de l'IGN © Copyright IGN 1989 n° 33-9005

Dessiné par Ottavi Jean-Yves au Laboratoire d'Analyse Spatiale Raoul Blanchard

Fig. 2b : Légende de la carte de J.-M. CASTEX et A. DAGORNE

2 – Le SIG expérimental de Saint-Cézaire-sur-Siagne

Tout gestionnaire souhaite disposer du maximum de *données géographiques localisées*, que celles-ci soient de nature vectorielle ou maillée, *homogènes ou homogénéisées* et issues de sources cartographiques diverses (thèmes, échelles, dates, projections variées) et *actualisées* pour éviter des arrêts sur image... mais ceci n'exclut pas de prendre en compte les enseignements du passé. L'on voit apparaître sur microsystèmes des logiciels capables de capturer des données, de les entrer, de les stocker, de les traiter et de les visualiser tandis que des logiciels plus lourds sont, depuis quelques années, opérationnels sur des stations de travail plus sophistiquées. Bien que l'obtention d'images soit capitale dans notre civilisation, il faut dépasser la simple fabrication d'un dictionnaire de données organisées en couches d'informations, fussent-elles visualisées parfaitement, et tenter de valoriser ces bases pour mettre au point des modèles et simuler des scénarios; ces derniers peuvent être utiles à la prévention et à la prévision.

Pour Saint-Cézaire-sur-Siagne, les données figurant sur la carte en polychromie ont été reprises dans un SIG à 9 couches (altimétrie, pentes, expositions, POS, type de terrasses, habitat, végétation, propriété foncière et sol) destiné, dans un premier temps, à définir les zones où les aménagements des Anciens devaient faire l'objet d'une surveillance, d'un entretien, voire d'une réhabilitation afin de limiter les processus d'érosion. Dans un deuxième temps, ces couches de données ont été reprises et complétées par d'autres informations en vue de définir un **indice de vulnérabilité des peuplements** destiné à gérer au mieux les situations **d'avant-feu** (la commune étant classée en zone rouge, dangereuse, par arrêté préfectoral en date du 14.05.1925) en précisant la localisation des secteurs géographiques présentant le risque le plus élevé au feu. Saint-Cézaire-sur-Siagne a été peu touchée par les feux mais que sera l'avenir, si l'on tient compte des projets de création de la technopole de Sophia IV sur le plateau de Saint-Vallier-de-Thiey? *Gouverner, c'est prévoir*, est-il banal de dire et notre objectif sur cet espace décomposé en mailles d'un hectare (la matrice de 40 x 40 concerne 1600ha) était de représenter *l'invisible conceptuel* naissant de l'abstraction d'un modèle de calcul (RIMBERT, 1990) où les variables jugées les plus pertinentes sont réduites en classes et pondérées selon leur poids face au feu.

L'objectif de l'indice de vulnérabilité est la mise en évidence cartographique des espaces présentant le plus de risques au feu en

raison de la nature de la végétation (combustibilité et valeur), des particularités de l'espace-support (altimétrie, géomorphologie, pentes, expositions) et des équipements, en particulier le réseau de dessertes routières.

Quelles sont les variables retenues?

La végétation naturelle ou de reconquête des espaces anciennement agricoles a fait l'objet d'une cartographie dans la cadre de l'Inventaire Forestier National (IFN). Les minutes des cartes de l'IFN utilisées sont produites à l'échelle de 1:25 000 par photo-interprétation des clichés aériens noir et blanc de 1983 à l'échelle de 1:17 000. Heureusement, aucun feu n'est venu perturber cette cartographie mais les valeurs déduites (combustibilité et valeur des boisements) ont la valeur des données de base de l'IFN qui n'ont pas été remises en cause en dépit du décalage de temps. Cette commune a un taux d'espaces naturels moyen, avec des taillis de chênes pubescents et des landes; le potentiel calorifique est faible à moyen (son indice est compris entre 44 et 46) et la valeur des peuplements est faible à moyenne (indice compris entre 60 et 70). Le territoire communal est surveillé à partir de la vigie de la Colle Basse située à la cote 636m à la limite des communes de Saint-Cézaire et du Tignet mais, dans la réalité, seul 34% de l'espace est "vu" à partir de ce poste. Cette commune est traversée d'ouest en est par deux lignes électriques de 63 kV tandis que la ligne de 400 kV prend en écharpe la partie est de la commune du nord vers le sud. Les hydrants sont représentés par quelques citernes localisées dans la partie méridionale de la commune et les bassins du nord peuvent être utilisés pour le ravitaillement des hélicoptères bombardiers d'eau. Les bornes d'incendie sont inégalement distribuées, avec une plus grande fréquence dans la zone du plateau où l'habitat est plus dense. L'équipement en hydrants est loin des normes définies par le CEMAGREF avec une citerne de 60m³ tous les 3-4km, bien que les recommandations du Schéma Départemental d'Aménagement des Forêts contre l'Incendie (SDAFI) de 1990 préconisent des capacités inférieures pour les citernes (15-30m³) mais des points d'eau plus fréquents, à raison d'une implantation par Carré DFCI, soit tous les 400ha.

La sensibilité au feu des espaces forestiers et/ou sub-forestiers est habituellement estimée par l'inflammabilité et la combustibilité des formations végétales. L'inflammabilité caractérise la facilité avec laquelle la végétation s'enflamme sous l'action d'une élévation brutale

de température. Cette aptitude dépend de la taxonomie des essences, elle-même liée aux sols, mais aussi de la physiologie des espèces végétales: si les végétaux sont verts, un temps plus long est requis pour la mise à feu car il faut que soit évaporée l'eau de constitution; par contre, si les végétaux sont très secs, le temps est considérablement raccourci, comme l'ont montré les essais expérimentaux de mise à feu avec un épiradiateur. La **combustibilité**, ou intensité potentielle au feu, est un paramètre utile pour définir les moyens de lutte contre un feu transférant de la chaleur par conductibilité, rayonnement, convection – le mode le plus fréquent et qui est accéléré par la pente – et projection de brandons incandescents (des projections de pommes de pins enflammées sur 400, 800m, voire plus d'un kilomètre, sont signalées lors des feux catastrophes). L'indice de combustibilité, mis au point au CEMAGREF, se calcule de la manière suivante:

$$C = 39 + 0,23BV (E1 + E2 - 7,18)$$

Dans cette formule, **BV** est la valeur du biovolume obtenu par addition des pourcentages de recouvrement en dixièmes de chacune des 5 strates biologiques. Ce chiffre est théoriquement compris entre 0 et 50; dans la pratique, pour le département, il oscille entre 14 (châtaigneraie à fruit ou lande pastorale) et 22 (futaies de pin d'Alep et de pin maritime). **E1** et **E2** sont les notes d'intensité calorifique des deux espèces dominantes; elles varient entre 1 et 9 (valeur de 1 pour des pelouses à brachypode, inule, brome et, à l'autre extrémité, 8 pour des ligneux hauts comme les pins d'Alep ou des ligneux bas comme le genêt scorpion ou la bruyère arborescente. L'indice moyen de combustibilité varie pour le département entre 26 (incultes et friches) et 63 (boisements morcelés à résineux, futaie de pins maritimes). Les formations les plus combustibles sont les futaies de résineux pures ou en mélange, les garrigues et maquis à chêne-liège, surtout quand le mimosa est présent; les taillis de chêne pubescent, de charme-houblon, de châtaignier sont les moins combustibles mais, quand tout est très sec, la combustibilité est accrue. On estime que lorsque l'indice est inférieur à 40, la combustibilité est faible, elle est moyenne entre 40 et 55 (pour la commune de Saint.-Cézaire, il varie entre 44 et 46), élevée de 55 à 70 et très élevée au delà. Il demeure évident que cet indice biologique est majoré lorsque le dessèchement est accentué (faible hygrométrie, faible réserve en eau du sol, vent fort desséchant), lorsque les formations sont embroussaillées ou lorsqu'il existe des végétaux morts à la suite de gels (cas du Tanneron, 1985); s'ajoute à cela le risque-humain impondérable.

Ici, l'indice de combustibilité est codé de 1 à 4 dans un souci d'homogénéisation des données, ses variations absolues oscillant entre 0 et 57.

La valeur des formations végétales est plus délicate à évaluer. L'indice calculé pour le SDAFI par D. Alexandrian (à partir des 2000 placettes IFN) prend en compte le *temps de reconstitution* d'un peuplement incendié pondéré par trois coefficients multiplicateurs: un *coefficient de valeur de production* faible dans les Alpes-Maritimes, un *coefficient de valeur biologique* (la forêt intervient pour réguler le régime des eaux, des sols, de la qualité de l'atmosphère et un *coefficient de valeur d'usage* (valeur paysagère, promenade, ressource cynégétique, cueillette, valeur des terres agricoles). Ces différents coefficients varient de 0 à 2 et ne peuvent prétendre à une grande précision car la traduction de ces diverses valeurs en termes monétaires est ardue. Bien malin qui pourrait chiffrer le prix de revient d'un mètre cube d'air pur! Le temps de reconstitution varie dans le département entre 10 ans pour les landes et 125 pour les sapinières et les mélézeins. Ainsi, la valeur varie dans le département entre 2 et 250 et pour Saint-Cézaire entre 0 et 107 (moyenne 60–70). Dans la matrice de données, les valeurs sont codées de 1 à 5 avec prise en compte de la valeur des terres agricoles (présence de vergers d'oliviers, de noyers et vigne).

Ces deux chiffres caractérisant les formations végétales n'ont pas prétention à la perfection. Certes, l'état phénologique des formations forestières et/ou sub-forestières varie peu dans l'année puisque nous sommes en région méditerranéenne; il n'en demeure pas moins que l'état physiologique change – à cause de la sécheresse notamment – et l'on pourrait aussi souhaiter que l'embroussaillement soit pris en compte ainsi que la localisation des coupe-combustible et des zones nettoyées. Une autre amélioration est envisageable pour évaluer la sensibilité au feu de la végétation: l'utilisation des images satellites et le calcul, à chaque réitération du satellite (18 jours pour LANDSAT ou 26 pour SPOT), des valeurs de *l'indice d'activité végétale* (à partir des valeurs de luminance dans les bandes spectrales rouge et proche infra-rouge). Encore faut-il que les enregistrements soient corrects à chaque passage. Une expérience de ce type a été menée dans le Var et intègre les valeurs de l'indice de végétation fournies par les satellites de la NOAA.

Les paramètres de l'espace-support sont au nombre de trois: l'altimétrie, la pente et l'exposition. **La pente** est un facteur critique dans la mesure où elle facilite la montée de l'air chaud et

propage le système-feu (les vitesses de parcours du feu sont plus grandes lorsque la pente montante est forte); en descente, la pente ralentit la propagation tandis qu'une barre rocheuse peut interrompre le feu, car il n'y a que peu de substance à brûler. On ajoutera qu'en terrains pentus, la lutte anti-feu est plus dure et les hommes comme les matériels s'épuisent plus vite. **L'exposition** accentue le dessèchement de certains versants: les plus humides sont les versants d'ubac (NNW et NE) et il nous a semblé que, compte-tenu de la direction des vents dominants, les secteurs sud, SW et ouest étaient plus sensibles que les secteurs tournés vers le SE et l'est. **L'altimétrie**, enfin, peut intervenir en valeur absolue par la quantité des précipitations qui y est liée. Ceci vaut pour la prise en compte d'une vaste région. Etant donné les limites spatiales du secteur expérimenté, il nous a paru plus logique de considérer plutôt les grands ensembles topo-morphologiques. Dans les trois cas, un recodage des données initiales a été fait en agrégant certaines valeurs par souci d'homogénéisation. D'autres paramètres propres à l'espace-support pourraient être pris en compte, notamment les couloirs de propagation liés à la présence de tronçons de réseau hydrographique parallèles aux vents dominants desséchants.

La proximité des routes a également été retenue. On sait que les réseaux de routes jouent le rôle de coupe-combustible – au moins quand tout n'est pas embrasé – et permettent l'arrivée des secours. On sait aussi que les mises à feux sont beaucoup plus nombreuses près des routes et chemins de parcours en forêts. Ce paramètre de proximité de route est codé très simplement en séparant les pixels éloignés de 50m de la route des autres (dans la pratique, maille de 100m). Si cette information était traitée en mode vectoriel, il serait facile d'appliquer un algorithme de morphologie mathématique et de faire une dilatation à partir de l'axe du réseau, de manière à isoler les zones sensibles.

La mise au point d'un modèle d'indice de vulnérabilité (fig. 3 et 4)

La réalisation de différentes couches de données de cohérence assurée n'est pas une fin et l'empilement des couches ne donne pas un modèle. La combinaison de ces variables est fortement inspirée d'une étude menée aux Etats-Unis par Chuvieco et Congalton en 1989 et appliquée à une région de la côte espagnole.

L'indice proposé par ces auteurs est obtenu par la formule suivante:

$$H = 1 + 100V + 30S + 10E + 5R + 2A$$

et, plus les valeurs obtenues sont fortes, plus l'indice de risque est faible.

Dans ce calcul, 100, 30, 5 et 2 sont des coefficients de pondération de chacune des variables prises en compte: **V** est la végétation codée de 0 (les pinèdes) à 2 (les vergers agricoles) selon la densité et la hauteur du couvert végétal (celui-ci est évalué d'après les valeurs de luminance des données satellitales issues du scanner MSS de LANDSAT); **S** désigne la pente (slope) codée de 0 (pente forte) à 2 (pente faible); **E** indique l'exposition codée de 0 (orientation SE dominante) à 2 (large ubac); **R** traduit l'éloignement des routes: pixels éloignés de moins de 50m d'une route ou de moins de 150m d'un coupe-combustible (code 0) ou le contraire (code 1); **A** prend en compte l'altimétrie, de 0 (altitudes fortes) à 1 (faibles altitudes).

Des modifications ont été apportées à cette formule: d'abord il nous a paru logique que l'indice le plus fort caractérisât les pixels les plus sensibles au feu. Ensuite, les coefficients de pondération ont été modifiés et ré-équilibrés, la part prise par la végétation ayant paru trop importante. Enfin, au lieu de prendre globalement le paramètre végétation, il nous a semblé plus original de partir des chiffres de combustibilité et de valeur des peuplements cartographiés par l'Inventaire Forestier National (travaux de D. Alexandrian).

L'indice que nous proposons s'écrit ainsi:

$$IV = 3Ic + 3Iv + 3p + 1e + 2r + 1a$$

où **Ic** désigne l'indice de combustibilité, codé de 1 à 4; **Iv**, l'indice de valeur des peuplements, codé de 1 à 5; **p**, la pente, codée de 1 à 4; **e**, l'exposition, codée de 1 à 3; **r**, l'éloignement des routes, codé de 1 à 2; **a**, l'altimétrie, codée de 1 à 3; le code 0 est affecté aux points hors commune.

Le résultat de l'application de cette formule est traduit par la figure 3, imparfaite recopie d'écran de la matrice à mailles de 1ha à 1:25 000, carrées à l'écran; le tirage laser transforme les carrés en rectangles, ce qui interdit de facto d'intégrer, par simple superposition aux données rastérisées, les données vectorielles issues de la carte topographique à la même échelle. Pour les besoins de la démonstration, les réseaux et les équipements de Défense des Forêts Contre l'Incendie ont été reproduits manuellement sur une grille similaire (fig.4): citernes, poteaux, points d'eau accessibles pour les HBE

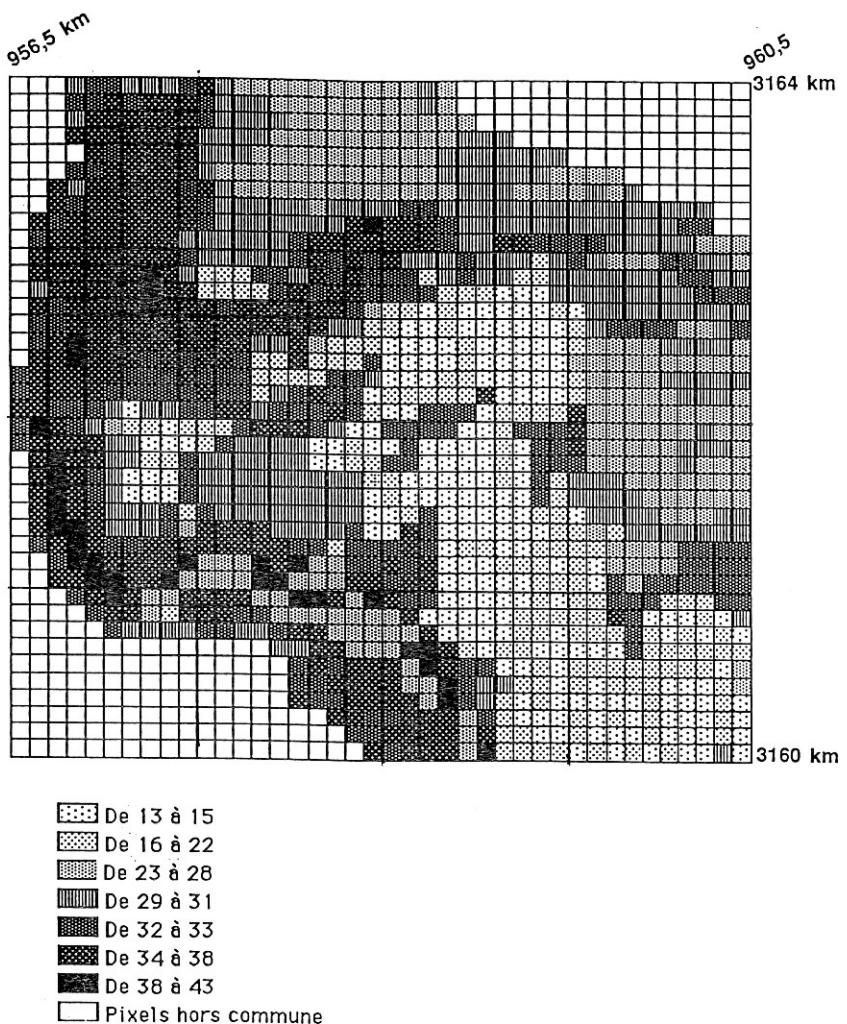


Fig. 3 : Les valeurs de l'Indice de vulnérabilité au feu
(S.I.G. de Saint-Cézaire-sur-Siagne)

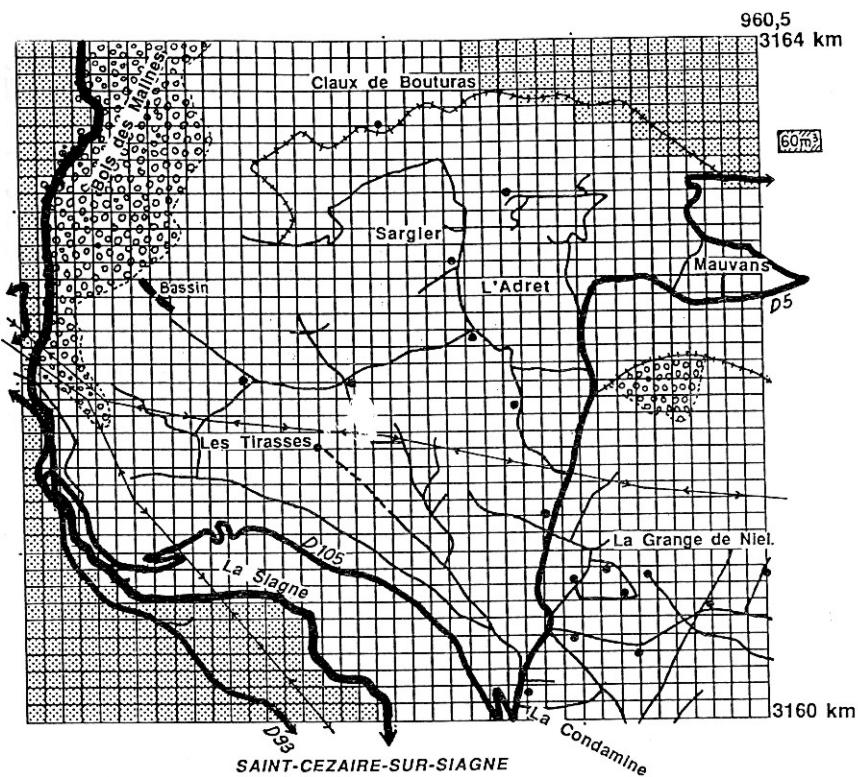


Fig. 4 : Les réseaux et les équipements D.F.C.I.

(Hélicoptères Bombardiers d'Eau) et les zones rendues sensibles par le passage de lignes électriques; ainsi devrait-on déboucher sur la définition de secteurs à surveiller prioritairement, voire à équiper, selon les normes préconisées par le SDAFI des Alpes-Maritimes.

En examinant conjointement les figures 3 et 4, on observera la mauvaise protection des forêts soumises au Régime Forestier du Bois des Malines; il conviendrait également de surveiller les abords des routes D105 et D5 autour de Mauvans (peu d'hydrants) et au niveau de la confluence de la Siagne avec la Siagnole (affluent de la Siagne dont l'orientation parallèle au vent dominant, peut accélérer la progression d'un feu) vers le Clot des Tirasses. Par ailleurs, la partie orientale de la zone étudiée, centrée sur le morceau de forêt soumise est elle aussi mal protégée. La zone la plus fragile sur la figure 4 est, en gros, représentée par le canyon de la Siagne et ses abords immédiats et l'adret de Camplong; vient ensuite le pourtour de la zone mitée par l'habitat. On veillera aussi au débroussaillement à l'aplomb des lignes électriques.

Enfin, des simulations de situations peuvent aussi être envisagées par les stagiaires pompiers: le feu démarrant de la confluence Siagne/Siagnole, où conviendrait-il de placer les camions de secours en tenant compte des vents dominants, des sautes de brandons enflammés, des points de ravitaillement?

Peut-on améliorer cette carte? Certes. Tout d'abord l'équation du modèle peut être affinée et les coefficients de pondération modifiés; on peut aussi envisager de transformer les valeurs obtenues en courbes isoplèthes traduites en image 3 D. On voit aussi tout l'intérêt de disposer des données stockées sur support informatique car toutes les simulations sont possibles, évitant ainsi l'arrêt sur image de la carte réalisée. Ainsi devrait-on parvenir à optimiser la gestion des équipements ponctuels (hydrants divers) ou linéaires (coupe-combustible, pistes de DFCI) de défense contre le feu. Par ailleurs, il n'est pas exclu à l'avenir de prendre en compte d'autres paramètres, comme les densités de population, les taux de fréquentation touristique, la propriété foncière; l'indice d'activité végétale, obtenu par combinaison des valeurs de luminance dans les bandes du rouge et de l'infra-rouge peut fournir un néo-canal utile et en phase avec l'actualité. On pourrait aussi envisager de créer, à l'intérieur du polynôme un sous-polynôme qui prendrait en compte la combinaison pente/exposition, étant entendu que les risques sont plus grands sur pente forte exposée au sud que sur pente forte de nord où la vitesse du feu peut être freinée.

Cet essai porte sur un espace exigu (1600 pixels d'un hectare) ce qui limite les conclusions. Néanmoins, l'expérience montre tout l'intérêt des Systèmes d'Information Géographique, en dépit des limites graphiques observées: certes, il faut du temps pour que toutes les données soient stockées sur support informatique; celles-ci doivent être actuelles (mais l'ancien état est à conserver pour l'étude diachronique) et être combinables avec des néocanaux issus de l'imagerie satellitaire. On peut envisager d'expérimenter des modèles spatiaux pour aboutir à des images de synthèse intégrant le Modèle Numérique de Terrain (en noir) et les valeurs de l'indice de vulnérabilité (en couleurs) et réaliser des simulations débouchant sur une optimisation de la gestion de l'espace et, partant, de l'argent des contribuables! Cet indice de vulnérabilité des peuplements varie avec un pas de temps de l'ordre de l'année; il conviendrait donc de le combiner avec l'**indice de risque en temps réel** prenant en compte les paramètres météorologiques (température, vent, réserve en eau du sol, qualité de la végétation). Ce risque, calculé quotidiennement pendant la période estivale par le système "Expert Graph", (WYBO et CARREGA, 1990), permet de déclencher une procédure préventive de guet armé aérien et, si le feu démarre, aide à préciser les modalités de l'attaque afin de minimiser les pertes et de réduire les coûts d'intervention.

Après le feu, les couches de données géographiques peuvent être de nouveau combinées pour définir des scénarios de réhabilitation des espaces dévastés, selon le schéma préconisé pour le secteur des Paillons, au NE de Nice (DAGORNE et al., 1989).

3 – La cartographie DFCI

Elle concerne toute la zone littorale du département des Alpes-Maritimes (10 coupures). Réalisée à l'échelle de 1:25 000, elle reprend la facture normale de la carte de l'IGN, avec trois passages supplémentaires en machine: en violine, sont reproduits le quadrillage bikilométrique en coordonnées "chasse", les limites des communes, les noms des communes, les postes de vigie, les téléphones hors agglomération; en rouge, sont signalés les pistes de DFCI, les poteaux d'incendie, les citerne avec leur capacité, les aires où les hélicoptères peuvent se poser, les lignes électriques avec leur voltage, les gazoducs ainsi que la localisation des centres de secours; en hachures vertes, sont signalées les forêts soumises au Régime Forestier. Ce type de carte-papier est à disposition des

équipes de pompiers mais pose un grave problème de mise à jour des données, la reproduction ne pouvant pas se faire en temps réel. La diffusion de ces cartes est confidentielle (les données de la figure 4 sont extraites de la carte DFCI).

4 – Les Plans des Espaces Boisés (PEB)

Etabli sous la responsabilité de la Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, le Plan des Espaces Boisés est un document de référence destiné à préciser, à l'échelle de la commune, le champ d'application de la législation en matière de défrichement. Etabli sur fond cadastral à 1:5000, il détermine de manière binaire les parcelles, groupes de parcelles ou ensembles de végétation forestière soumis à autorisation de défrichement et les espaces non soumis. On entend par *végétation forestière*, en région méditerranéenne, toute formation végétale comprenant des arbres et arbustes d'essences forestières issus de graines ou de rejets, quel que soit leur âge, et dont le couvert apparent occupe, ou est susceptible d'occuper à terme, au moins 10% de la surface du sol. L'incendie ne met pas fin à la destination forestière d'un sol, tout comme le surpâturage, les maladies ou autres pollutions; en conséquence, le défrichement de la végétation qui succède au feu reste soumis, comme celui de toutes les formations végétales de dégradation de la forêt. On appelle *défrichement*, toute opération qui entraîne à terme la destruction de l'état boisé d'un terrain, mettant ainsi fin à sa destination forestière; l'aménagement de terrains de *camping* ou de *caravaning* est considéré comme un défrichement. Le *débroussaillage*, entrepris pour protéger le terrain contre l'incendie, se limite à l'élimination des espèces végétales ligneuses de moins de 5m de hauteur et à l'élagage des branches. Le terrain débroussaillé ne perd pas sa vocation forestière.

Dans cette perspective, le PEB définit les zones boisées soumises à autorisation de défrichement au regard du Code Forestier et figurées par des trames, et les zones non soumises laissées en blanc. On notera que cette définition des espaces boisés n'est pas liée aux Espaces Boisés Classés tels qu'ils sont définis par les Plans d'Occupation des Sols relevant du Code de l'Urbanisme. Ces PEB serviront de document de base pour la préparation de plans stratégiques de gestion des espaces forestiers et sub-forestiers ainsi que pour le classement de certains domaines (Parc de l'Esterel, par exemple). Le PEB de la commune de Saint-Cézaire-sur-Siagne est réalisé.

Enfin, il convient de citer les cartes réalisées au niveau de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur à petite échelle (1:600 000 ou 1:250 000) et visualisant les ZNIEFF (Zones Naturelles d'Intérêt Ecologique, Faunistique et Floristique), les forêts et les paysages culturels et sylvicoles intéressants. Selon la carte de synthèse, près des 3/4 du département sont intéressants, tout un programme de gestion en perspective, principalement dans les zones proches de la mer et des principales agglomérations, si convoitées par la promotion immobilière qu'elles vont en s'amenuisant alors que leur rôle d'épurateur de l'air ambiant devrait, en théorie, les rendre inaliénables!

En conclusion, des initiatives visant à une meilleure gestion des espaces forestiers et sub-forestiers ont été prises dans les Alpes-Maritimes. Le choix d'un logiciel de SIG au niveau des collectivités n'est pas encore arrêté; néanmoins, les expérimentations localisées ont permis de démontrer ce que l'on pouvait attendre d'une base de données en phase avec l'actualité sans être taxé d'avoir le "*syndrome de la base de données*". Il convient cependant de noter que si, après croisement de couches de données maillées, vectorielles, il s'avère que tel secteur est apte à un type donné d'agriculture (des serres ou encore l'olivaie), il est conseillé de tirer le plus large enseignement du passé; l'étude des anciens cadastres, signalant la qualité des sols et le mode d'usage que les Anciens en avaient fait, dans un temps où la terre était rare et où la construction de coupe-pentes impressionne, est utile. Dans cette perspective, des travaux comme ceux de la figure 5 où la largeur des terrasses est précisée ainsi que les secteurs en cours d'érosion, peuvent guider les gestionnaires de l'espace rural et les *nouveaux jardiniers de la nature*. L'héritage des terrasses (généralement aménagées avant 1820) s'apprécie à la *largeur des planches*; une typologie apparaît à l'observation de ce secteur: 3m ou moins dans les gorges, 4 à 6m là où la pente est encore forte ou le versant tellement rocheux que les murs-pierriers réduisent l'espace utile, 12m et plus là où la pente est la moins forte, le sol moins encombré de pierres. D'utiles renseignements concernant la profondeur et l'épaisseur des sols sont fournis par l'expertise cadastrale napoléonienne de 1820 distinguant 5 classes de valeur de sols. Paradoxalement, les pentes si raides des gorges de la Siagne présentent davantage de bonnes parcelles que les pentes plus douces des Tirasses. Ainsi, en dépit de terrasses très étroites, les gorges de la Siagne apparaissent, en 1820, comme le meilleur terroir agricole (à vocation oléicole) de ce secteur occidental de Saint-Cézaire-sur-Siagne, ce qui est de bon augure pour l'avenir de l'olivaie qui tapisse

