

Étude de l'extension spatiale des friches méditerranéennes sensibles aux incendies de forêt basée sur l'utilisation de photographies aériennes

par François BERGEOT*

Introduction

Les incendies constituent l'un des risques les plus importants pour la forêt de la zone méditerranéenne.

Il est généralement admis que l'augmentation du risque est liée à celle des friches, c'est-à-dire des cultures agricoles abandonnées, tant en raison de l'inflammabilité accrue de la végétation qui s'y installe que de la plus forte difficulté d'accès aux parcelles qui découle du désintérêt que leur portent les populations rurales.

L'IFN a proposé au Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Direction de la préven-

tion de la pollution et des risques, (dans la suite : DPPR)¹, de réaliser une étude, en utilisant ses outils habituels, avec les objectifs suivants :

- déterminer, sur un territoire donné, en zone méditerranéenne, l'extension des friches à deux dates données ;
 - connaître la nature des évolutions qui se produisent, augmentation des friches par abandon des pratiques agricoles, ou destruction de la forêt, ou occupation postérieure de ces friches par des installations à caractère urbanistique ou touristique ;
 - comparer la répartition spatiale des friches, afin de déterminer s'il y a morcellement accru ou agrandissement progressif de zones qui se réunissent pour former des ensembles plus vastes ;
- le tout dans une perspective d'évaluation du risque d'incendie.

Partenaires de l'étude

Ont été associés à la préparation de cette étude :

- les directions régionales de l'environnement, les services régionaux de la forêt et du bois, les directions régionales de l'Office national des forêts et les Centres régionaux de la propriété forestière de Languedoc-Roussillon et Provence-Alpes-Côte d'Azur ;

* Inventaire Forestier National
Echelon de Montpellier
Place des Arcades - B.P. 1001 -
34971 Lattes Cedex

1 - Le ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Direction de la prévention de la pollution et des risques, Sous-direction de la prévention des risques majeurs, Bureau des risques naturels (DPPR) a octroyé une subvention de 236 200 F, représentant 48,20% du coût de l'étude, dont le surplus a été supporté par l'IFN

- les directions départementales de l'agriculture et de la forêt des Pyrénées-Orientales, du Var et des Alpes-de-Haute-Provence ;
- le préfet délégué pour la sécurité et la défense, délégation à la protection de la forêt méditerranéenne ;
- le CEMAGREF, groupement d'Aix-en-Provence ;
- le service départemental d'incendie et de secours du Var.

Zones d'étude

L'étude a été conduite sur quatre zones présentant des caractéristiques différentes de végétation et d'utilisation du sol.

- Dans le département des **Pyrénées-Orientales**, une zone d'environ 11 700 ha limitée à l'ouest et au nord par la rivière du Tech en aval du Boulou, à l'est par la Méditerranée et au sud par le parallèle de latitude 42°31'17".
- Dans le département des **Alpes-de-Haute-Provence**, une zone d'environ 14 400 ha correspondant au territoire des communes de Redortiers, la Rochegiron, Montsalier et Banon (chef-lieu de canton).

- Dans le département du **Var**, une zone d'environ 8 600 ha de forme rectangulaire enveloppant le territoire de la commune d'Entrecasteaux.

- Enfin, également dans le département du **Var**, une zone d'environ 9 900 ha formée de deux rectangles dont le centre de gravité est approximativement l'agglomération de Solliès-Pont (zone toulonnaise de l'extrême sud-ouest de la dépression permienne).

La surface totale est de 44 700 ha environ. La figure 1 donne la carte de situation.

Méthode

La méthode employée consiste à cartographier le type de formation végétale (appelé "face")² par interprétation de photographies aériennes prises à chacune des deux dates d'étude, la plus ancienne constituant l'état initial et la plus récente l'état final.

2 - Une "face" est un territoire d'un seul tenant où le type de formation végétale est le même.

Les photographies de l'état initial sont celles qui avaient été faites pour l'IFN en 1982 dans les Alpes-de-Haute-Provence, en 1983 dans le Var et en 1988 dans les Pyrénées-Orientales.

Ces photographies sont à l'échelle approximative du 1/17 000. Ce sont des diapositives infrarouge fausses couleurs avec un recouvrement qui permet la vision au stéréoscope.

Pour l'état final, les photographies ont toutes été prises au cours de l'été 1998, avec les mêmes caractéristiques, sauf l'échelle portée au 1/15 000.

La première interprétation a été faite sur les photos de 1998, qui était donc la couverture de référence, avec une surface minimale de représentation de 0,5 ha.

Les limites des éléments de type de formation végétale (ou "faces") de l'état final ont été tracées sur les photos de 1998. Elles ont été ensuite transposées sous forme cartographique par numérisation directe sur photographie.

On a ensuite déterminé les changements qui s'étaient produits depuis la couverture photographique précédente. Ce qui s'est traduit par de nouvelles

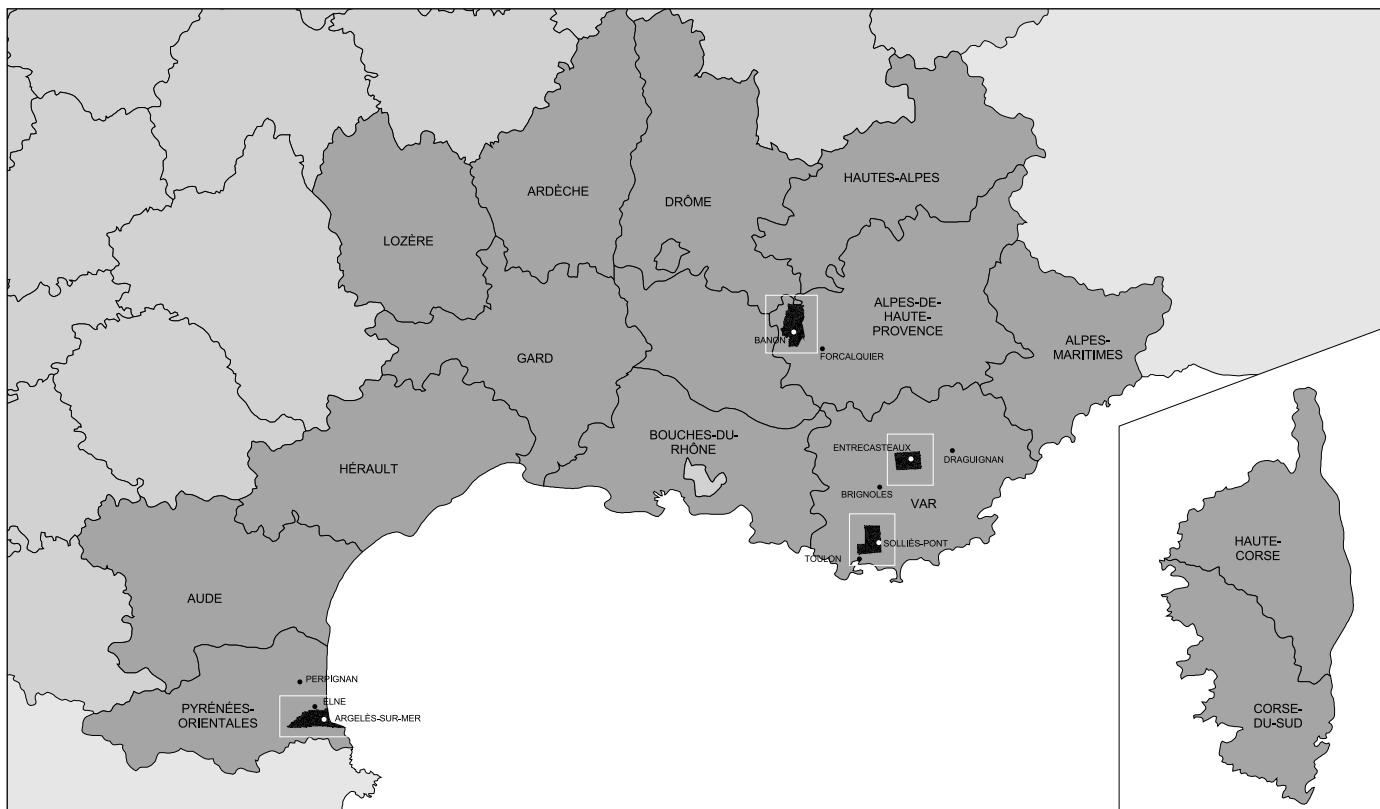


Fig. 1 : Carte générale des zones d'étude (les départements en grisé sont ceux de l'Entente interdépartementale)

limites qui ont été numérisées comme les premières, et l'on a ainsi constitué une base de données qui contient l'état initial et l'état final.

Typologie des formations végétales

La typologie des formations végétales retenue pour l'étude s'est inspirée de celle que l'IFN utilise habituelle-

ment. Les modalités "Forêt" ont été subdivisées selon l'importance relative des feuillus et des conifères, parmi lesquels on a en outre distingué le pin d'Alep. Les modalités "Lande" ont été subdivisées en plusieurs types de friche, selon la nature de la culture abandonnée si possible, et de landes autres que des friches, en fonction d'un type écologique (série du chêne vert ou du chêne pubescent).

Les terrains agricoles cultivés et

pâturages ont été cartographiés séparément.

On a distingué les zones urbaines ou touristiques des improductifs naturels : emprises à sol nu et eaux continentales.

La typologie retenue est donnée dans le tableau 1.

Des photographies ont été prises au sol dans le département du Var.

Libellé	Définition	Code
Types forestiers		
Forêt ouverte	Couvert formé de 10% à 40% de ligneux à forme forestière	
Forêt feuillue	Au moins 75% de feuillus dans le couvert	Ø
Forêt mélangée	De 25% à 75% de feuillus dans le couvert	
Pin d'Alep majoritaire dans les conifères	Plus de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	1
Pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	Moins de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	2
Forêt de conifères	Moins de 25% de feuillus dans le couvert	
Pin d'Alep majoritaire dans les conifères	Plus de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	3
Pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	Moins de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	4
Forêt fermée	Couvert formé de plus de 40% de ligneux à forme forestière	
Forêt feuillue	Au moins 75% de feuillus dans le couvert	5
Forêt mélangée	De 25% à 75% de feuillus dans le couvert	
Pin d'Alep majoritaire dans les conifères	Plus de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	6
Pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	Moins de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	7
Forêt de conifères	Moins de 25% de feuillus dans le couvert	
Pin d'Alep majoritaire dans les conifères	Plus de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	8
Pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	Moins de 50% de pin d'Alep dans le couvert des conifères	9
Types de lande		
Friches	Moins de 10% de ligneux à forme forestière, au moins 25% de ligneux bas	
	Culture abandonnée avec traces visibles d'ancienne activité agricole	
Ancienne lavanderaie	Traces encore visibles de culture de lavande	L
Ancienne vigne	Traces encore visibles de vignes	V
Ancienne oliveraie	Oliveraie abandonnée et embroussaillée	O
Ancien verger	Verger abandonné et embroussaillé	F
Ancienne culture annuelle	Traces encore visibles de pratiques agricoles	C
Lande	Absence de trace visible d'ancienne activité agricole	
Série du chêne vert	Végétation ligneuse dominante composée de chêne vert	Y
Série du chêne pubescent	Végétation ligneuse dominante composée de chêne pubescent	B
Pâturage permanent		
	Moins de 10% de ligneux à forme forestière moins de 25% de ligneux bas végétation herbacée	P
Autres types		
Culture agricole	Moins de 10% de ligneux à forme forestière moins de 25% de ligneux bas végétation non herbacée	A
Zone urbaine ou touristique	Culture agricole	U
Improductif naturel ou emprise à sol nu, eau	Zone urbaine ou touristique	I
	Improductif naturel ou emprise à sol nu, eau	

Tableau 1 : Typologie des formations végétales

L'émulsion IRC

Après développement du film,
la couleur bleue correspond
aux longueurs

d'onde de 500 à 600 nm, la couleur verte à celles de 600 à 700 nm et la couleur rouge à celles de 700 à 900 nm (alors que le spectre visible va de 400 à 700 nm). On peut distinguer de nombreuses essences à l'intérieur des groupes de feuillus ou de conifères. En outre, l'utilisation d'un support film permet de se servir de stéréoscopes à plus fort grossissement que dans le cas de photographies sur papier et donc d'en tirer un meilleur parti.

Tous ces avantages sont particulièrement intéressants dans une région où l'utilisation du sol varie sur de courtes distances et où la végétation présente des stades nombreux de dégradation et de recolonisation.

La numérisation
directe sur
photographie

Le procédé consiste, à calculer les coordonnées de tout point où une limite possède un angle, à l'aide :

- d'un modèle numérique de terrain,
 - des caractéristiques de la chambre de prise de vue,
 - et de points de calage répétés exactement sur photos et sur cartes

Il est différent de l'orthophotographie, car on ne cherche pas à réaliser une nouvelle image, redressée, du terrain.

Déroulement de l'étude

La préparation et l'exécution proprement dite de l'étude se sont déroulées de décembre 1997 à août 1999, les photographies ayant été prises pendant l'été 1998.

Les figures 2 donne un exemple de photographie aérienne interprétée.

Présentation générale des résultats

Toutes les représentations sont possibles à partir des fichiers issus de la

numérisation des cartes et chaque utilisateur de l'étude peut choisir ce qui lui convient. On peut avoir :

- Des cartes de la situation à un moment donné ou des évolutions. Les modalités (21 possibles pour une carte de situation et 441 pour une carte d'évolution) peuvent être limitées ou regroupées.
 - Des états, tableaux de surfaces, de longueurs de limites, matrices de passage, avec, comme pour les cartes, tout le détail ou des simplifications.
 - Des graphiques.
 - Des indices.



Figure 2 : Interprétation de photographie de 1988

Exemple : résultats pour la zone des Pyrénées-Orientales

La figure 3a est un extrait de la carte de la zone telle qu'elle résulte de l'interprétation des photographies aériennes de 1988 (état initial) et la figure 3b de l'interprétation des photographies aériennes de 1998 (état final).

L'évolution la plus importante concerne les cultures agricoles, qui passent de 5 929 ha en 1988 à 4 821 ha en 1998, soit une diminution de 1 108 ha (près de 20%). Cette diminution se fait principalement au bénéfice des friches, dont une surface de 681 ha sur les 964 ha cartographiés en 1998 provient de terrains classés "culture agricole" en 1988. Une partie assez importante (187 ha) de ces terrains devient pâturage permanent. Les photo-interprètes ont pu constater au cours de leurs tournées la présence d'animaux dans des cultures abandonnées récemment.

Les zones urbaines ou touristiques n'augmentent que de 8.2%. Cette augmentation provient pour 65 ha d'anciennes friches, donc de cultures abandonnées depuis au moins 10 ans, et pour 72 ha de cultures agricoles, qui donc, dans ce cas, passent directement à l'état de zones bâties ou sont restées en friche moins de 10 ans. La surface moyenne par "face" est pratiquement inchangée.

Les friches elles-mêmes ont un indice de stabilité assez faible, qui montre qu'elles évoluent rapidement. Ainsi sur les 608 ha d'anciennes cultures de 1988 seuls 253 ha sont encore de ce type en 1998, alors que 181 ha sont passés à la lande et 65 ha ont été urbanisés.

L'évolution vers la lande est assez rapide. Sur les 1 200 ha inventoriés en 1998, il n'y en avait que 786 ha en 1988. 171 ha sont passés directement du pâturage ou de la culture agricole à la lande.

La forêt, surtout la forêt fermée feuillue, est stable. La forêt ouverte se densifie un peu.

On relève aussi que 58 ha ont été remis en culture entre 1988 et 1998, dont 32 ha de pâturage et 13 ha qui étaient des friches en 1988.

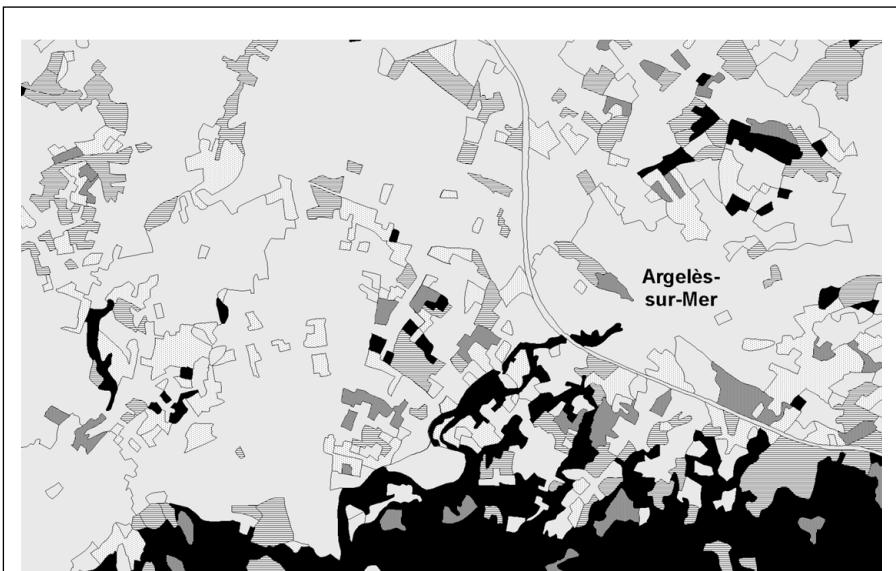


Figure 3a : Extrait de la carte des types de formation végétales de 1988 (66)

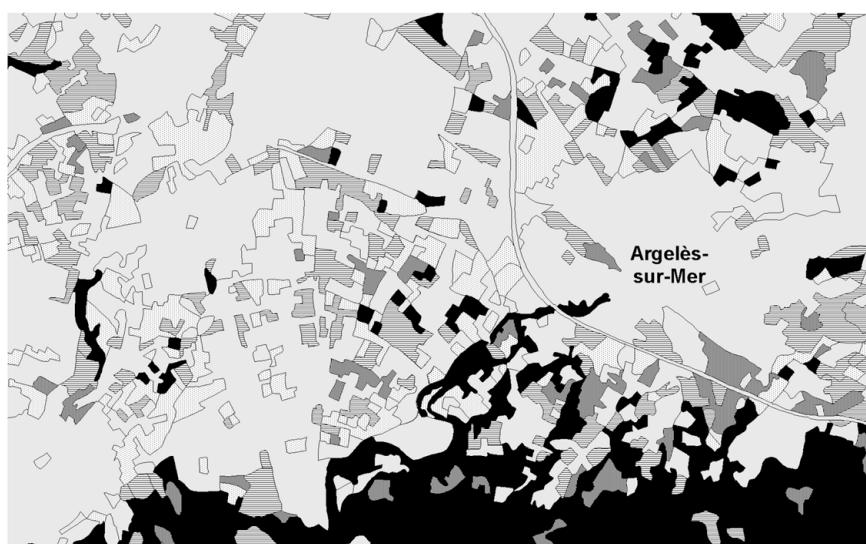


Figure 3b : Extrait de la carte des types de formation végétales de 1998 (66)

Forêt fermée	Landes	Friches	Autres types
■ Forêt feuillue	■ Série du chêne vert		
ou Forêt mélangée, pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	ou Série du chêne pubescent		
ou Forêt de conifères, pin d'Alep non majoritaire dans les conifères	ou Pâturage permanent		
Forêt ouverte			
■ Forêt feuillue			
ou Forêt mélangée, pin d'Alep non majoritaire dans les conifères			
ou Forêt de conifères, pin d'Alep majoritaire dans les conifères			
ou Forêt de conifères, pin d'Alep non majoritaire dans les conifères			
	■ Ancienne vigne	■ Ancienne oliveraie	■ Culture agricole
	ou Ancien verger	ou Ancien culture annuelle	ou Zone urbaine ou touristique
			Improductif naturel ou emprise à sol nu, eau

Figure 3: Extraits de carte des types de formation végétales (66) : comparaison entre l'état initial (1988) et l'état final (1998)

La surface moyenne des "faces" diminue, ce qui, avec l'augmentation de leur périmètre total, traduit l'augmentation du morcellement.

Comparaison entre les zones

L'évolution entre les deux couvertures aériennes s'est toujours traduite par une augmentation, modérée, du nombre des "faces" et de leur périmètre. Mais les quatre zones étudiées présentent des caractéristiques différentes.

La zone d'**Argelès-sur-Mer** (66) est marquée à la fois par l'agriculture et par l'urbanisation. La forêt y tient une place réduite. Les friches et les landes ont une place relativement importante. De 1988 à 1998 les cultures agricoles ont reculé de 110 ha par an. Parmi celles qui subsistent beaucoup sont très mal entretenues.

L'urbanisation et les emprises à sol nu ont progressé de 19 ha par an.

Les landes et les friches ont progressé de 24 ha par an. L'urbanisation fait souvent suite à la friche.

Les zones urbaines et touristiques restent majoritairement en contact avec des zones agricoles, et sont soumises à un risque moyen d'incendie. On note toutefois une augmentation du périmètre de contact avec la lande, ce qui constitue une évolution défavorable.

La zone de **Banon** (04) est dominée par la forêt. L'agriculture y tient encore une place notable. L'urbanisation y est très réduite. Les landes et les friches ne sont pas très importantes.

Les cultures agricoles y ont régressé entre 1982 et 1998 de 24 ha par an. L'évolution principale se fait, parfois après une phase de pâturage, vers la forêt, qui a gagné 47 ha par an, dont 39 ha pour la forêt fermée.

Il y a réduction des friches et des landes en surface occupée.

Les résultats connus des deux derniers recensements de la population montrent que c'est une zone où l'exode rural se poursuit.

Le périmètre commun aux zones urbaines et touristiques et aux zones agricoles se réduit de manière très



Photo 1 : Vigne abandonnée



Photo 2 : Verger abandonné (figuiers)



Photo 3 : Lande à chêne vert

limitée. Le contact avec la forêt fermée augmente, de sorte que le risque pour les zones habitées ne semble pas progresser.

La zone d'**Entrecasteaux** (83) est également dominée par la forêt, avec une place importante pour l'agriculture. L'urbanisation est très modérée. Les friches et les landes n'occupaient initialement que peu de terrain. Il semble y régner une certaine concurrence entre l'urbanisation et la forêt, qui augmente peu, tout en se refermant³.

L'agriculture amorce un recul qui ne se manifestait pas il y a 15 ans et qui s'est fait à raison de près de 27 ha par an. Ce recul se traduit par une forte augmentation des friches, où apparaissent les anciennes vignes.

Les zones urbaines et touristiques sont de plus en plus au contact des forêts fermées de pin d'Alep. Les extensions des zones habitées semblent se faire dans des conditions de risque aggravé.

La zone de **Solliès-Pont** (83) est

3 - Le Var est devenu récemment le premier département forestier de France devant les Landes. (NDLR)

aussi dominée par la forêt, mais l'urbanisation y tient une place qui dépasse maintenant celle de l'agriculture. Les landes et les friches ne sont pas très étendues mais sont nettement présentes dans le paysage.

La forêt recule un peu : elle a diminué de 6 ha par an entre 1983 et 1998. Le couvert se ferme.

L'agriculture a régressé de 22 ha par an. Il y a un passage par la friche avant l'urbanisation.

L'évolution principale semble se faire vers une association de terrains bâties et boisés. Elle pourrait être comparable à celle que l'on constate sur la zone d'**Entrecasteaux**, mais à un stade plus avancé. Le voisinage de Toulon se fait fortement sentir.

Il y a de moins en moins d'écrans entre les zones habitées et celles qui sont le plus susceptibles d'être parcourues par des incendies.

Conclusion

L'**IFN** n'avait pas pour prétention d'estimer lui-même l'évolution du risque d'incendie mais voulait montrer que sa pratique en matière d'interprétation de photographies aériennes lui

permettait de fournir les éléments à partir desquels peuvent travailler des spécialistes.

L'étude du périmètre des zones habitées en fonction du type de la végétation voisine peut aussi servir de base à l'estimation de l'importance du travail de débroussaillage à réaliser pour protéger les zones urbaines et touristiques.

L'échelle des photographies n'est pas suffisante pour apprécier la "cabanisation" ou "mitage" si elle se traduit par des surfaces occupées de moins de 0,5 ha.

Néanmoins l'**émulsion IRC** a confirmé son intérêt pour l'analyse d'une végétation variée comme celle du milieu méditerranéen. La cartographie numérique permettra de faire de nouvelles comparaisons avec des données recueillies dans l'avenir.

L'expérience que l'**IFN** a acquise dans la numérisation directe sur photographie lui a permis de passer sans difficulté à la réalisation d'orthophotographies, qui est la méthode qu'il pratique depuis quelques mois. Il peut mettre son savoir-faire à la disposition des utilisateurs.



Photo 4 : Oliveraie envahie de pins d'Alep

Résumé

Avec l'aide financière du Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement, l'Inventaire forestier national (IFN) a réalisé en 1999, sur quatre zones du pourtour méditerranéen d'une étendue totale de 44 700 ha environ, une étude de l'évolution des friches sur une période d'une dizaine d'années, en ce qui concerne les surfaces et la succession des utilisations du sol, dans la perspective d'une appréciation du risque d'incendie.

Après l'établissement d'une typologie des formations végétales contenant dix modalités de forêts, huit modalités de landes et de friches et trois modalités de terrains agricoles et improductifs, leur cartographie a été faite par interprétation de photographies aériennes infrarouge couleur (IRC) prises antérieurement pour les travaux de l'IFN et de photographies de même type prises spécialement pendant l'été 1998. La surface minimale prise en compte est de 0,5 ha.

Les coordonnées des angles des contours délimités sur les photographies aériennes ont été déterminées par le procédé de la numérisation directe sur photographie, qui assure leur exactitude et qui permet de construire une base des données relatives à l'état initial et à l'état final.

Les résultats sont présentés sous forme de cartes de situation, de cartes d'évolution, de tableaux de surfaces, de matrices de passages, de graphiques et d'indices.

L'une des zones est située au voisinage d'Argelès-sur-Mer (Pyrénées-Orientales). L'étude a montré un passage assez rapide de la culture agricole à la friche et à l'urbanisation, alors que les parties forestières sont stables.

Dans les environs de Banon (Alpes-de-Haute-Provence) l'évolution principale se fait plutôt en direction de la forêt.

À proximité d'Entrecasteaux et de Solliès-Pont (Var), on observe une évolution, plus avancée dans le deuxième cas, vers un mélange de parcelles bâties et boisées.

L'étude a confirmé l'intérêt de l'émulsion IRC pour l'analyse de la végétation méditerranéenne et les données recueillies pourront être comparées à celles qui le seront éventuellement dans l'avenir.

Summary

In 1999, with grants from the French Ministry for Land Use and the Environment, the National Forestry Inventory (IFN) undertook a study of four areas around the French Mediterranean coast of the evolution of fallow and scrubland over a 10 years period, noting surface areas involved and the successive uses of these areas, in order to assess the risk of wildfire.

The first step was the establishment of a typology of plant cover which identified ten types of woodland, eight of moor, heath and scrubland and three of farming and unused areas. The subsequent mapping was carried out by interpreting coloured infra-red aerial photographs (IRC) that had been taken previously for other IFN work along with similar photographs taken specially during the summer of 1998. The minimum surface area taken into account was 0.5 hectare.

The coordinates of the angles of the contours of areas selected on the photographs were determined by a digital process directly on the photograph. Thus, exactitude was guaranteed at the same time as a database was created for both the initial and final states of surveyed areas.

The results are presented here in various forms : maps displaying situation and evolution, tables of surface areas, matrices of transition, graphs and indexes.

One of the zones surveyed was around Argelès-sur-Mer (Pyrénées Orientales, in south central France). The study here highlights a fairly rapid transition in agricultural activity towards scrub and urbanisation whereas the woodland areas remain stable.

In the area around Banon (Alpes-de-Haute-Provence, southeast France), the main evolution noted tends towards increased forest cover.

In the zone near Entrecasteaux and Solliès-Pont (Var, towards the Rhône), a transition is evident, more pronounced around the second locality, towards a mix of built-up areas and woodland.

The study confirms the usefulness of IRC emulsion in the analysis of Mediterranean vegetation and the data gathered will serve as a good basis for comparison with data collected in the future.

Riassunto

Coll'aiuto finanziario del ministero della pianificazione del territorio e dell'ambiente, l'inventario nazionale forestale (I.F.N.) ha realizzato nel 1999, su quattro zone del circuito mediterraneo di una distesa totale di 44 700 ha circa, uno studio dell'evoluzione degli inculti su un periodo di una decina d'anni, per ciò che riguarda le superficie e la successione delle utilizzazioni del suolo, nella prospettiva di una valutazione del rischio di incendio.

Dopo lo stabilimento di una tipologia delle formazioni vegetali contenendo dieci modalità di foreste, otto modalità di lande e inculti e tre modalità di terreni produttivi, la loro cartografia è stata fatta da interpretazione di fotografie aeree infrarosso-colore (IRC) prese anteriormente per i lavori dell'I.F.N. e di fotografie dello stesso tipo prese specialmente durante l'estate 1998. La superficie minima presa in conto è di 0,5 ha.

Le coordinate degli angoli dei contorni delimitati sulle fotografie aeree sono stati stabiliti dal processo di numerizzazione diretta su fotografia, che assicura la loro esattezza e che permette di costruire una base di dati relativi allo stato iniziale e finale.

I risultati sono presentati sotto forma di carte di situazione, di carte di evoluzione, di tabelle di superficie, di matrici di passaggio, di grafici e d'indici.

Una delle zone è situata alla vicinanza d'Agelès-sur-mer (Pirenei orientali). Lo studio ha mostrato un passaggio abbastanza rapido dalla coltura agricola all'incanto e all'urbanizzazione, mentre le parti forestali sono stabili.

Nei circondi di Banon (Alpi di Alta Provenza) l'evoluzione principale si fa piuttosto in direzione della foresta.

Nelle vicinanze di Entrecasteaux e di Solliès-Pont (Var) si osserva una evoluzione, più avanzata nel secondo caso, verso una mescolanza di appezzamenti costruiti e boscosi.

Lo studio ha confermato l'interesse dell'emulsione IRC per l'analisi della vegetazione mediterranea e i dati raccolti potranno essere paragonati a quelli che lo saranno eventualmente nel futuro.