



LE PAYSAGE FORESTIER VU DU CIEL

La méthode d'inventaire mise en œuvre par l'IFN depuis plus de 40 ans repose sur une large utilisation de photographies aériennes. Celles-ci servent de support à la réalisation de la carte forestière. Elles permettent également de déterminer l'occupation du sol sur un grand nombre de placettes et le positionnement sur le terrain de cet échantillon. Croisées avec l'ensemble des informations dendrométriques et écologiques recueillies, elles peuvent être exploitées pour décrire un paysage et son évolution : politique générale d'aménagement du territoire, prévention contre les risques naturels, caractérisation de l'urbanisation ou de la déprise agricole, évaluation de dégâts en forêt, écologie du paysage, etc. Les données statistiques, tout comme la comparaison de photographies aériennes ou de cartes, le calcul d'indices spatiaux, la représentation et la modélisation en trois dimensions font partie des outils utilisés par l'IFN pour appréhender au mieux le paysage forestier, quelle que soit l'échelle d'observation.

Le concept de paysage

Le paysage résulte d'une association de différentes composantes qui interagissent les unes sur les autres. Les éléments physiques du territoire (le relief, les roches, les rivières, les forêts, etc.) en constituent le socle. À cette première composante se superpose l'activité humaine : gestion forestière, cultures, habitat diffus ou concentré, réseaux de communication... Cette approche économique définit le territoire (lieu de la carte) et le pays (lieu de vie et de travail). La troisième composante du paysage réside dans son aspect culturel : identité locale, esprit des lieux, schémas esthétiques, multiples émotions qui lient l'homme et la collectivité à la terre qui les fait vivre (Fig. 1).



Fig. 1 : Village de Colmars dans les Alpes-de-Haute-Provence (Val d'Allos)

La notion de « paysage » est donc complexe à appréhender. Les spécialistes s'accordent cependant à lui reconnaître une composante objective (relief, occupation du sol, agencement spatial des éléments...) et une composante subjective, fondée sur la sensibilité de l'observateur. La convention européenne du paysage tient compte de ces deux aspects : « Le paysage désigne une partie de territoire telle que perçue par les populations, dont le caractère résulte de l'action de facteurs naturels et/ou humains et de leurs interrelations¹ ».

¹ Conseil de l'Europe, Convention Européenne du paysage, Florence, 20 octobre 2000, p. 3.
<http://conventions.coe.int/Treaty/fr/Treaties/Html/176.htm>

Sommaire

Le concept de paysage	1
Le paysage vu d'avion	2
Analyse des photographies aériennes	3
La carte : de nombreuses applications paysagères	6
Se rapprocher du paysage perçu	11
Modéliser le paysage en 3 D	12



INVENTAIRE FORESTIER
NATIONAL

Le paysage vu d'avion

Une vue aérienne, prise à la verticale n'est pas ce qu'un observateur ayant les pieds sur terre pourrait observer. Ainsi parler de « paysage » à partir d'images aériennes peut être considéré comme un abus de langage que nous nous permettons pourtant dans cette approche descriptive des outils et méthodes d'analyse du paysage².

Trois grandes catégories d'objets paysagers sont communément distinguées :

- les éléments « ponctuels », caractérisés par leur faible étendue quelle que soit leur nature (arbre isolé, mare,

- bâtiment...);
- les éléments « linéaires » (haies, routes, canaux...);
- les éléments « surfaciques » (bois, cultures, vergers, vignes, plans d'eau...).

Les couvertures aériennes permettent à l'IFN de recenser, de quantifier et de décrire les constituants du paysage. L'évolution de ces éléments dans le temps comme dans l'espace peut aussi être appréhendée à l'aide de séries temporelles d'images aériennes ou spatiales.

L'abondance relative, la forme, la dimension, l'organisation spatiale de ces constituants du paysage

peuvent alors être analysées à différentes échelles d'observation. Dans le cadre de sa mission d'inventaire (Encadré 1), l'IFN est amené à recenser ces différents éléments soit au stade de la photo-interprétation (ou du traitement numérique des images) soit par le biais des campagnes de mesures au sol. Les données ainsi disponibles, et en partie cartographiées, peuvent alors être valorisées dans le cadre d'études spécifiques relatives à l'analyse des constituants du paysage et de leur évolution. Les surfaces concernées sont de dimensions très variables, allant de quelques centaines d'hectares à l'ensemble du territoire.

² Cf. *Paysages de forêts : aux portes du visible*, Éditions de Monza, Paris, 2003.

Encadré 1 : De la collecte ordinaire d'informations sur les éléments du paysage aux travaux spéciaux

Les constituants du paysage sont observés quotidiennement par l'IFN lors de l'interprétation de prises de vues aériennes infrarouges systématiques du territoire. Ainsi, la composition et la structure forestière d'ensemble des peuplements sont identifiées et délimitées, tout comme quelques classes d'âge ou de densité. Par ailleurs, la photo-interprétation dite « ponctuelle » (en réalité dans un cercle de 50 m de diamètre) permet d'apporter des informations complémentaires selon un maillage systématique d'un point pour quelques dizaines d'hectares : couverture et usage du sol, composition locale du peuplement, classe de volume à l'hectare, taille du massif environnant, présence de haies ou d'arbres épars...

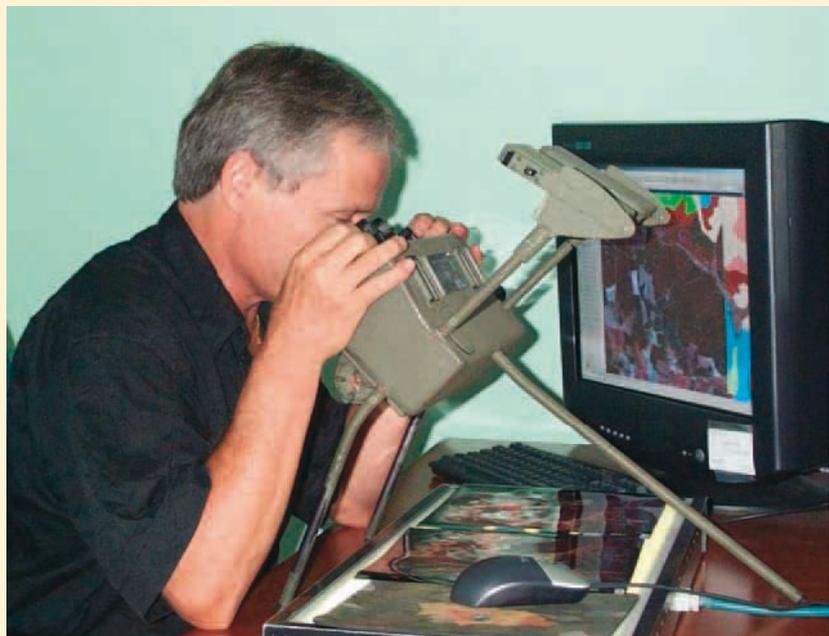


Fig. a : Un photo-interprète à son poste de travail

Avec la mise en place de la nouvelle méthode^a, l'introduction du géoréférencement précis de cet échantillon de première phase accroît les possibilités ultérieures de valorisation des informations. De plus, les relevés dendrométriques et phytécologiques réalisés sur le terrain apportent un grand nombre d'autres informations susceptibles de servir, directement ou indirectement, à l'étude des paysages et de leur évolution.

Un retour aux photographies aériennes permet de compléter les données déjà disponibles. Tel est le cas de la cartographie de l'ensemble des plans d'eau sur les trois départements du Limousin réalisée à l'échelle du 1/25 000 pour le compte de la Direction régionale de l'environnement.

^a Cf. *L'IF* n° 5, Des changements majeurs à l'IFN pour mieux répondre aux besoins des utilisateurs, septembre 2004.

Si l'utilisation généralisée de la BD-Ortho³ de l'IGN dans le cadre de la mise en œuvre de la nouvelle méthode d'inventaire rend moins indispensable l'existence de couvertures aériennes propres à l'IFN, les 400 000 clichés existants restent un patrimoine considérable pour l'étude de l'évolution des paysages sur près d'un demi-siècle. Chaque département français a été entièrement photographié trois ou quatre fois depuis 1960, à des intervalles de 12 ans environ (Fig. 2). Il s'agit de photographies infrarouges porteuses d'une information beaucoup plus riche que la couleur naturelle pour l'étude de la végétation. La période de prise de vues, de juin à septembre, permet de limiter au maximum les ombres portées gênantes pour l'interprétation. L'échelle de ces couvertures est proche du 1/20 000, ce qui permet à la fois de voir l'arbre (identification des espèces ou groupes d'espèces) et de voir la forêt (cartographie au 1/25 000).

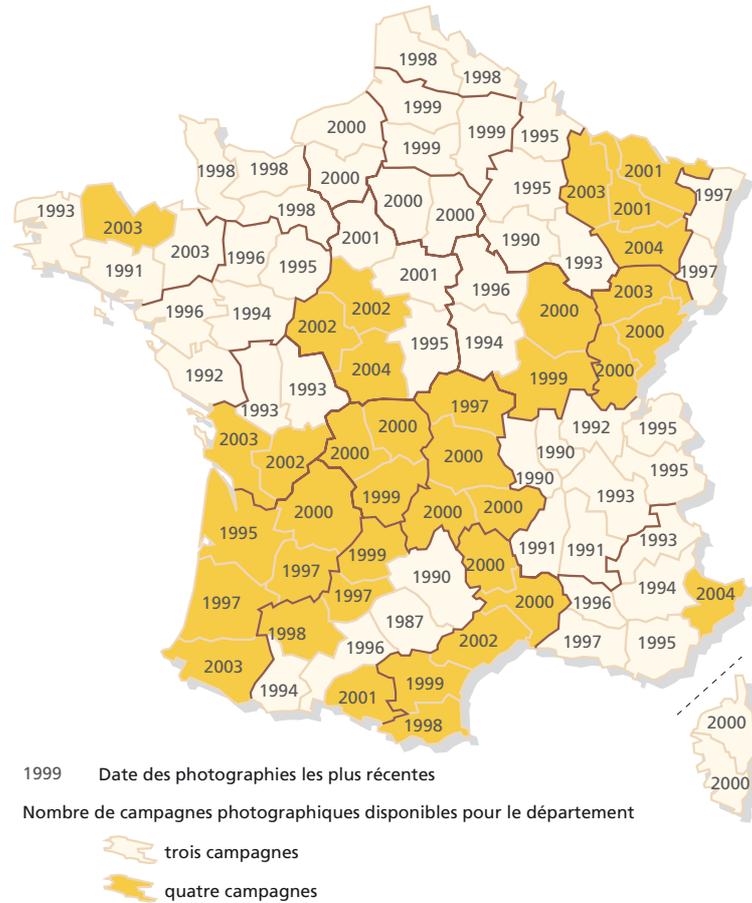


Fig. 2 : Des photographies aériennes disponibles sur tout le territoire à 3 ou 4 reprises.

³ Image numérique de l'ensemble du territoire, en couleurs naturelles, orthorectifiée et géoréférencée.

Analyse des photographies aériennes

Dans l'espace

Les photographies aériennes verticales, à l'échelle moyenne du 1/20 000, offrent à l'observateur une vue synoptique de larges portions de territoire. Cet angle de vue privilégié lui permet d'appré-

hender d'un seul regard plusieurs centaines d'hectares quelles que soient les contraintes imposées par la topographie, la hauteur ou la densité des arbres. Cette vision globale permet l'analyse d'un terri-

toire à l'échelle parcellaire. La vue très locale mais beaucoup plus détaillée que permet la résolution décimétrique des images apparaît complémentaire de cette première appréhension d'ensemble (fig. 3).

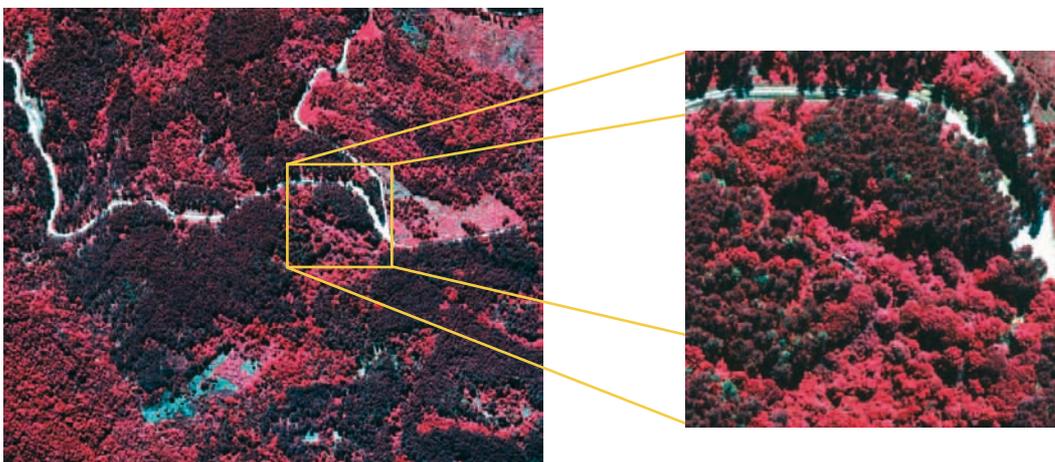


Fig. 3 : De l'observation du peuplement à celle de l'arbre. Aude, forêt domaniale de Picaussel.

À petite comme à très grande échelle, les critères d'identification des constituants du paysage

concernent les couleurs, mais aussi les formes, les hauteurs, les dimensions et les types de réparti-

tion spatiale des objets, auxquels s'ajoutent les conditions environnementales liées au site observé.

Dans le temps

La simple analyse visuelle de séries chronologiques d'images permet d'appréhender, sur plusieurs décennies, l'évolution de tous les types de paysage. Ainsi peuvent être observées les évolutions

temporelles liées à l'aménagement du territoire, à la gestion forestière, à la régression du bocage, à la progression de l'urbanisation ou encore à l'accroissement de la taille des parcelles de culture ou à leur

abandon et à leur boisement naturel ou volontaire.

Les quelques exemples qui suivent illustrent certaines dynamiques.

Les paysages bocagers qui s'étendent de part et d'autre du cours supérieur de la Mayenne, à la limite des départements de la Mayenne et de l'Orne, ont subi de profondes modifications depuis les années 1970 (Fig. 4). Si le bocage n'a pas complètement disparu, de nombreuses haies ont été supprimées et la taille moyenne des parcelles est passée de un ou deux hectares à deux ou trois fois plus. Les surfaces en verger ont aussi diminué.

D'un autre côté, on note peu de changements en terme d'habitat ou de réseau routier. De même, les arbres qui soulignent le cours de la Mayenne ou les bosquets proches des exploitations agricoles sont toujours présents et se sont parfois développés.



Fig. 4 : Un bocage de plus en plus lâche. Cours supérieur de la Mayenne.
Prises de vue datant de 1972 (panchromatique au 1/25 000) et de 1998 (panchromatique au 1/20 000)



Dans le Jura, à la confluence du Doubs et de la Loue (Fig. 5), les zones humides et les ripisylves ont subi de profondes modifications.

Les lits des deux rivières ont été largement modifiés et rectifiés, une autoroute a été créée et l'utilisation du sol a fortement changé : mise

en culture de certaines parcelles, création d'un golf, plantation de peupliers...

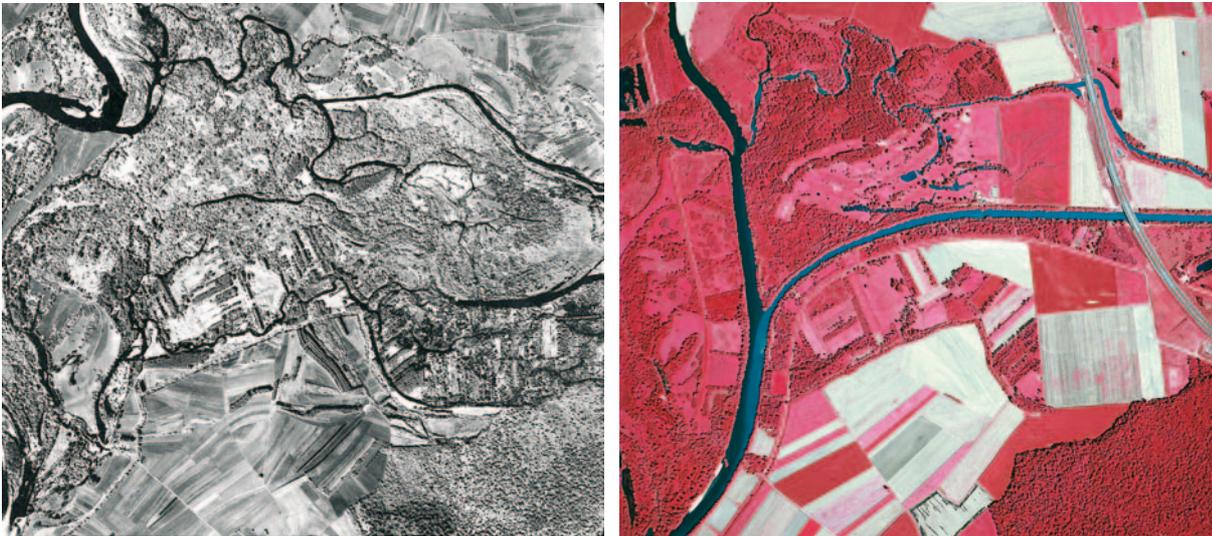


Fig. 5 : Aménagement du territoire au sud de la ville de Dôle.
Prises de vue datant de 1969 (infrarouge noir et blanc au 1/15 000) et de 2000 (infrarouge couleur au 1/17 000)

Le plateau, au sud de la vallée de l'Oise (ville de Cergy-Pontoise), était entièrement cultivé en 1976. Vingt-quatre ans plus tard l'urbanisation, composée majoritairement d'habitations individuelles et de petits immeubles, a conquis la majorité du plateau sans toutefois empiéter sur

la forêt (Fig. 6). L'espace agricole restant est maintenant composé de parcelles de grandes tailles. Le long de l'Oise, on note une légère densification de l'habitat. Sur la rive droite, l'exploitation industrielle du gravier a fait place à une importante zone récréative : la base de loisirs de Cergy-Neuville.

La numérisation et l'orthorectification de ces images permet d'aller au-delà de la simple comparaison visuelle de deux photographies. Elle ouvre la voie au traitement numérique de ces documents et à la détection automatique des changements.



Fig. 6 : Progression de l'urbanisation au dépend des zones agricoles. Cergy-Pontoise.
Prises de vue datant de 1976 (panchromatique au 1/25 000) et de 2000 (infrarouge couleur au 1/20 000)

La carte : de nombreuses applications paysagères

De la photographie aérienne à la carte

La carte forestière, qui couvre l'ensemble du territoire, est obtenue par interprétation des couvertures aériennes infrarouges (Fig. 7), puis contrôlée au sol. Les peuplements forestiers y sont représentés par leur mode de régénération (futaie, taillis...) associé à l'essence ou au groupe d'essence dominant.

Quelques classes d'âge, de densité ou de volume par ha sont identifiés, dans les peuplements de futaie notamment. Les grandes formations pastorales, les landes et les peupleraies y sont également cartographiées.

La carte est un produit numérique format vecteur (ArcInfo) à l'échelle

du 1/25 000, projection Lambert II étendu. La surface minimale de représentation y est de 2,25 ha et la largeur minimale de 75 m. La précision géométrique y est de l'ordre de 25 m. Deux cartes numériques départementales existent aujourd'hui sur plus de la moitié du territoire.



Fig. 7 : Cartographie des types de peuplement forestiers sur orthophotographie dans les Vosges

Types de peuplement forestiers

- AH : futaie de hêtre
- AF : futaie de hêtre et de chêne
- FR : futaie mixte feuillus-résineux
- CR : futaie de résineux indifférenciés
- CS : futaie de pin sylvestre
- CV : futaie d'épicéas
- CY : futaie de Douglas

Une mesure des changements d'occupation des sols

Répondant à des demandes spécifiques, l'IFN a réalisé des études variées basées sur la comparaison de photographies aériennes. Les aspects méthodologiques sont décrits dans l'encadré 3. Ces études touchent le domaine forestier ou pré-forestier (étude de

la déprise agricole en Auvergne, étude de l'extension spatiale des friches méditerranéennes sensibles aux incendies de forêt) mais aussi des thématiques plus agricoles (évolution de la châtaigneraie en Corse entre 1975 et 2000) ou plus environnementales (étude des

mutations entre prairies, cultures et peupleraies en zone humide dans le département du Maine-et-Loire). À partir des cartes d'évolution obtenues, de nombreux indicateurs spatiaux ont pu être calculés (Encadré 4).

Encadré 3 : Quelques aspects méthodologiques pour la cartographie des changements

La cartographie des changements d'occupation du sol à partir de photographies aériennes implique la succession des opérations suivantes :

1. délimitation précise de la zone d'étude ;
2. établissement d'une nomenclature adaptée à la demande, aux potentialités offertes par les photographies (fonction de l'échelle et de l'émulsion notamment) et à l'importance prévue des contrôles au sol ;
3. définition des surfaces et largeurs minimales à cartographier en fonction de l'échelle de restitution ;
4. interprétation proprement dite des photographies, en stéréoscopie^b classique ou à l'écran sur orthophotographie ;
5. numérisation de l'information thématique. Cette étape n'a pas lieu d'être si l'interprétation a été réalisée à l'écran sur orthophoto. Dans le cas contraire cette information doit être reportée sur un fond orthorectifié et géoréférencé : le Scan25[®] ou la BD-Ortho[®] de l'Institut géographique national par exemple ;
6. calcul des résultats : valeurs absolues et indices d'évolution.

^b Stéréoscopie : vision du relief grâce à l'utilisation d'un instrument d'optique appelé stéréoscope (cf. fig. a, p. 2) dans lequel deux images planes superposées par la vision binoculaire, donnent l'impression d'une seule image en relief.



Encadré 4 : Les indicateurs issus de la cartographie

La cartographie de la couverture du sol ou de son évolution permet, *a posteriori*, le calcul de nombreux indices, notamment spatiaux, par le biais de « métriques paysagères ». Ces indices mathématiques décrivent de manière objective et quantifiée la structure spatiale d'un paysage. Ils permettent notamment d'appréhender :

- la diversité d'un site et son degré de fragmentation (nombre et taille des diverses occupations des sols) ;
- la forme des objets (relation entre la surface et le périmètre des éléments du paysage) ;
- la structure des frontières entre occupations du sol adjacentes.

De nombreux résultats peuvent être ainsi obtenus : superficie de chaque classe d'occupation du sol, nombre de polygones, superficie moyenne des polygones. Il peut s'agir également d'indices plus complexes relatifs à la fragmentation ou à la diversité du paysage : densité de polygones ou de contours, indice de Shannon ou de Simpson, indice d'entremêlement et de juxtaposition, etc.

Indice de densité de contours :

Le contour fait référence à la frontière entre deux classes différentes. Ainsi la densité de contours correspond au ratio périmètre/surface. On le calcule de la manière suivante :

$$\text{densité de contours (DC)} = l/a \quad \text{avec } l = \text{longueur totale des frontières (en m)} \\ a = \text{superficie totale (en ha)}$$

Dans cet indice, la forme des contours et leur complexité sont pris en compte (Fig. b). Il exprime l'hétérogénéité spatiale de la « mosaïque paysagère », fonction de la taille de la plus petite unité cartographiée^c. Plus l'unité de base est petite, meilleure sera la mesure des frontières. Pour un travail de comparaison, la taille de la plus petite unité cartographiée doit rester identique.

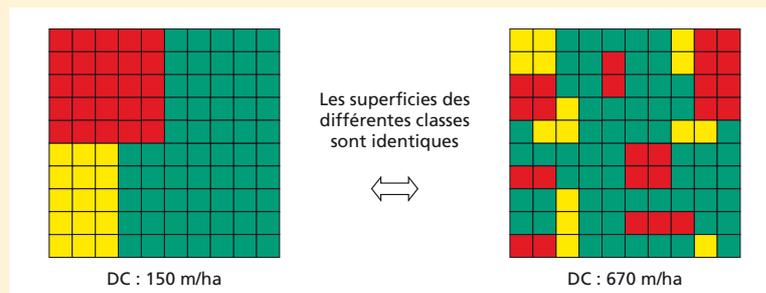


Fig. b : Densité de contour

^c Sur les cartes forestières de l'IFN, elle est de 2,25 ha au minimum pour les éléments surfaciques et de 75 m pour les éléments linéaires.

Cartographier l'évolution des friches méditerranéennes

Les incendies constituent une menace majeure pour les forêts méditerranéennes. L'objet de l'étude à laquelle l'IFN a participé, était de préciser et de quantifier la nature des changements d'occupation des sols dans quelques zones situées en région méditerranéenne. Il s'agissait en particulier de l'extension des surfaces en friches suite à l'abandon des terres cultivées et à la comparaison de leur répartition spatiale dans le temps. En effet, ces friches présentent une inflammabilité élevée et sont souvent difficilement pénétrables.

Le projet concernait une superficie de 44 700 ha au total avec une zone dans les Pyrénées-Orientales, une dans les Alpes-de-Haute-Provence et les deux dernières dans le Var. La zone étudiée dans les Alpes-de-Haute-Provence servira ici d'exemple. Elle couvre 14 400 ha. Des photographies de 1982 à l'échelle du 1/17 000 ont été utilisées. Pour évaluer l'état final, une mission aérienne spécifique a été conduite en 1998 (échelle 1/15 000).

Une nomenclature, comprenant 21 classes, a été établie. Les tracés réalisés sur les photographies de 1998 ont été numérisés et ont servi de couverture de référence. Ceux-ci ont ensuite été reportés sur les images de 1982 pour une identification des modifications survenues entre 1982 et 1998. Une carte d'évolution de l'occupation du sol entre 1982 et 1998 a ainsi été élaborée.

Les changements les plus visibles concernent la progression de la forêt en particulier dans le nord-est de la zone et la transformation des cultures agricoles en landes dans la

partie nord-ouest (Fig. 8). De grandes étendues, comme le sud de Banon, n'ont subi que de faibles changements.

Des tendances d'évolution peuvent être calculées à l'aide de différents indices. Un indice d'évolution simple (Tab. 1)

montre une diminution des surfaces de lande et une augmentation des prairies permanentes.

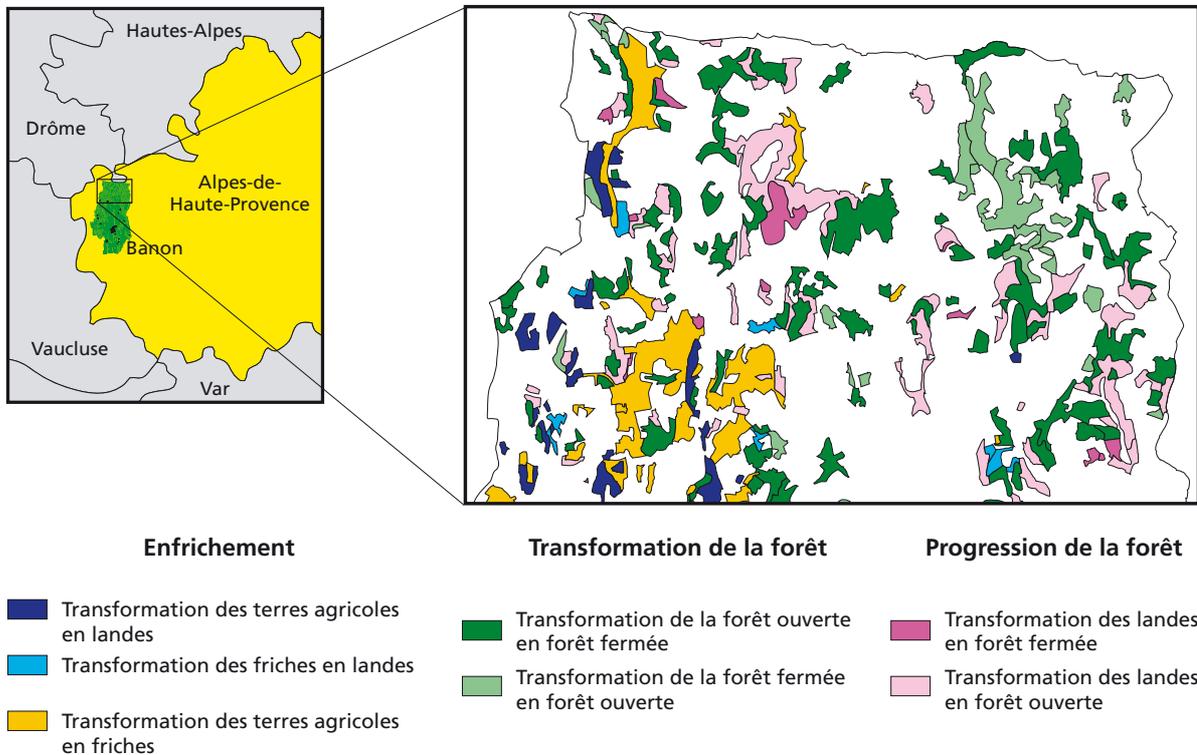


Fig. 8 : Carte d'évolution de l'occupation des sols dans la région de Banon entre 1982 et 1998

Type de formation végétale	Surface en 1982 (ha)	Surface en 1998 (ha)	Différence (ha)	Indice d'évolution 1982/1998 (%)
Forêts ouvertes	1 457	1 584	+ 127	+ 9
Forêts fermées	7 667	8 287	+ 620	+ 8
Friches et landes	1 637	1 074	- 563	- 34
Pâturages permanents	447	642	+ 195	+ 44
Cultures agricoles	3 157	2 773	- 384	- 12
Autres	72	77	+ 5	+ 7

Tableau 1 : Indice d'évolution (zone des Alpes-de-Haute-Provence).

L'indice de « longueurs de frontières » (Tab. 2) permet de quantifier l'accroissement du risque d'incendie. Les résultats soulignent une importante augmentation des zones de contact entre les friches et les zones artificialisées d'une part

(+ 469 m) ; les forêts de feuillus et les zones artificialisées d'autre part (+ 698 m pour les forêts ouvertes, + 693 m pour les forêts fermées). Par contre l'interface séparant les landes à chêne pubescent et les zones artificialisées a subi une forte

diminution (- 1 069 m). Les cultures agricoles, avec plus de 12 000 m de zones de contact, restent toujours celles qui jouxtent le plus les zones touristiques ou urbaines.

Occupation du sol à proximité des zones touristiques urbaines	Longueur des frontières en 1982 (m)	Longueur des frontières en 1998 (m)	Différence (m)
Forêt ouverte de feuillus (plus de 75 % de feuillus)	604	1 302	+ 698
Forêt fermée de feuillus (plus de 75 % de feuillus)	1 046	1 739	+ 693
Friches	1 318	1 814	+ 469
Landes à chêne pubescent	1 577	509	- 1 069
Prairies permanentes	954	714	- 240
Cultures agricoles	12 959	12 752	- 206

Tableau 2 : Variation des longueurs de frontières entre quelques types d'occupation du sol et les zones urbaines et touristiques (zone des Alpes-de-Haute-Provence).

L'évolution des zones humides dans la vallée de la Loire

L'objectif principal de l'étude était de déterminer les changements d'occupation du sol entre prairies, terres arables et peupleraies afin de quantifier l'accroissement des surfaces en monoculture (peupliers et maïs essentiellement) et son impact sur les zones humides du bord de la Loire et de ses affluents. L'IFN a délimité et qualifié ces changements sur une zone d'environ 50 000 ha située dans le département du Maine-et-Loire (Fig. 9).

Des photographies de 1968 et 1998 ont été exploitées en prenant une unité minimale cartographiée d'un hectare pour les éléments surfaciques et de 50 m de largeur pour les éléments linéaires. Quinze classes d'occupation du sol ont été distinguées. Les forêts ont été réparties en forêts fermées et forêts ouvertes ; les landes comme les terres agricoles ont été réparties en quatre classes et les peupleraies en deux classes selon leur âge (jeune, adulte). Les zones d'extraction de

graviers et de sables ont aussi été représentées. Après cette phase de cartographie, de nombreuses analyses ont été conduites, tant sur l'évolution de l'occupation des sols, que sur le nombre de polygones, la longueur des frontières et la compacité des parcelles. Il a ainsi été possible de qualifier et de quantifier le recul des superficies en prairies permanentes au profit des peupleraies et, dans une moindre mesure, des terres cultivées.

Cartographie de l'ensemble de la zone

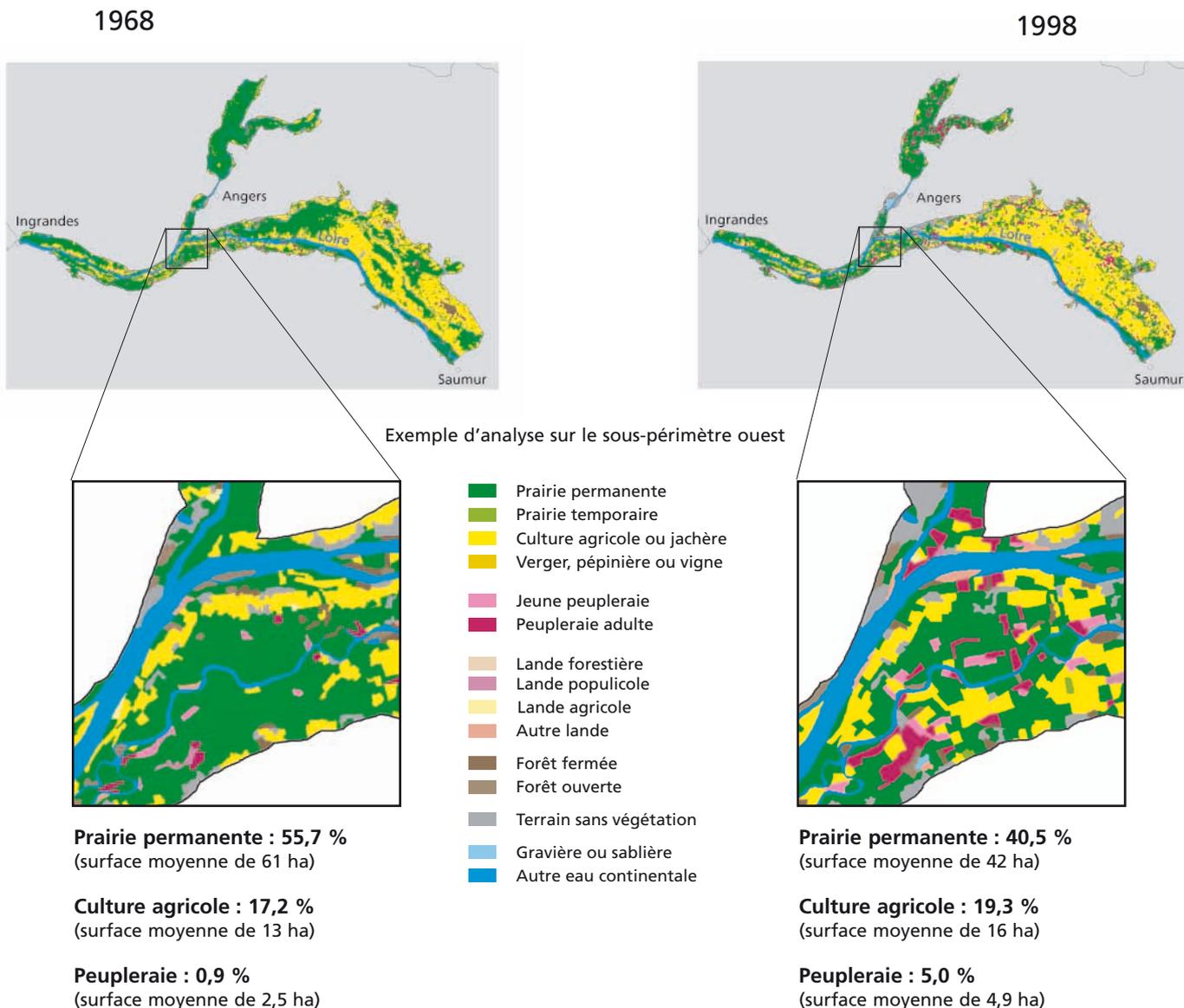


Fig. 9 : Cartes d'occupation du sol et données statistiques pour la zone de Chalennes-Angers

Des applications de la cartographie dans le domaine de l'écologie du paysage

Dans le domaine de l'écologie du paysage, la carte forestière permet d'appréhender la structure et l'organisation spatiale d'un paysage : nombre de taches boisées, formes et dimensions de ces taches, degré de connectivité ou encore distance séparant les massifs cartographiés. Elle permet aussi d'appréhender la diversité paysagère au sein des massifs boisés. Dans ce cas, celle-ci est liée aux types de peuplements présents, définis par leur mode de régénération et l'essence dominante, voire par quelques informations complémentaires comme les classes d'âge ou de densité. La carte forestière permet aussi de qualifier et de quantifier la longueur et la nature de certains contacts tant au sein des massifs boisés (lisières de peuplement) qu'entre forêts, landes, grandes formations pastorales et terres de culture.

Les échelles de perception sont ici celles du massif forestier (quelques milliers d'hectares) ou de la petite région forestière (de l'ordre de 100 000 ha).

Mais au-delà de la simple exploitation de documents cartographiques existants (carte forestière au 1/25 000), des analyses à très grande échelle peuvent être conduites, par exemple dans l'environnement immédiat des placettes de l'échantillonnage IFN (échantillonnage au sol ou pré-échantillonnage sur photos). Ce type d'approche implique un retour aux photographies aériennes et une photo-interprétation complémentaire qui est réalisée sur des surfaces de tailles variables, de 200 à 1 000 m par exemple autour des points (Fig. 10).

Les critères retenus, en zone intra-forestière comme dans les milieux ouverts, peuvent concerner :

- la proportion de feuillus et de résineux ;
- la proportion de peuplements jeunes (régénération) et de peuplements âgés ;
- la proportion de peuplements ouverts (éclaircies, plantations, etc.) et de peuplements fermés ;
- la distance de la placette échantillon au premier espace ouvert ;
- la connectivité des îlots boisés ;
- l'estimation des linéaires boisés ou arborés en milieu ouvert ;
- l'estimation des linéaires de routes, chemins et autres ouvertures en milieu forestier.

Ces analyses qui ont pour but le recueil d'informations paysagères

non cartographiées permettent une appréhension plus fine des évolutions et peuvent contribuer à une connaissance plus complète du fonctionnement des écosystèmes.

Tel est l'objectif du programme de recherche « Biodiversité et gestion forestière » dans lequel sera étudiée l'influence de la composition et de la structure des masses forestières sur la biodiversité floristique, mais aussi sur l'avifaune. Les résultats attendus devraient permettre de mieux appréhender l'impact des structures spatiales du paysage sur le niveau général de biodiversité et d'améliorer les mesures à prendre en faveur de sa conservation.

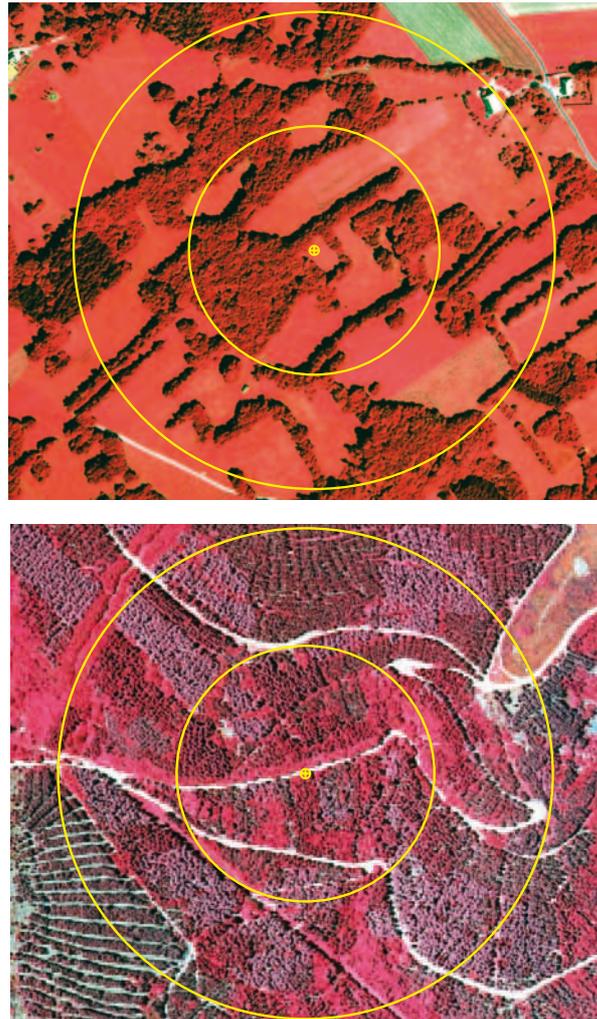


Fig. 10 : Analyse des éléments constitutifs du paysage en milieu ouvert (haut) et en zone forestière (bas) sur des placettes de 200 et 400 m de rayon sises autour d'un point d'observation au sol.



Se rapprocher du paysage perçu

Visualiser un paysage en trois dimensions c'est se rapprocher du paysage perçu au quotidien pour mieux l'appréhender. Cette visualisation nécessite la rectification géométrique préalable des

images puis leur superposition à un modèle numérique de terrain⁴. La visualisation en 3D est aujourd'hui utilisée par l'IFN comme palliatif à la vision stéréoscopique classique, laquelle n'est plus possible avec des

images orthorectifiées observées à l'écran. Il s'agit d'une aide précieuse tant pour l'interprétation de l'échantillon sur photographies que pour le positionnement des points au sol (Fig. 11).

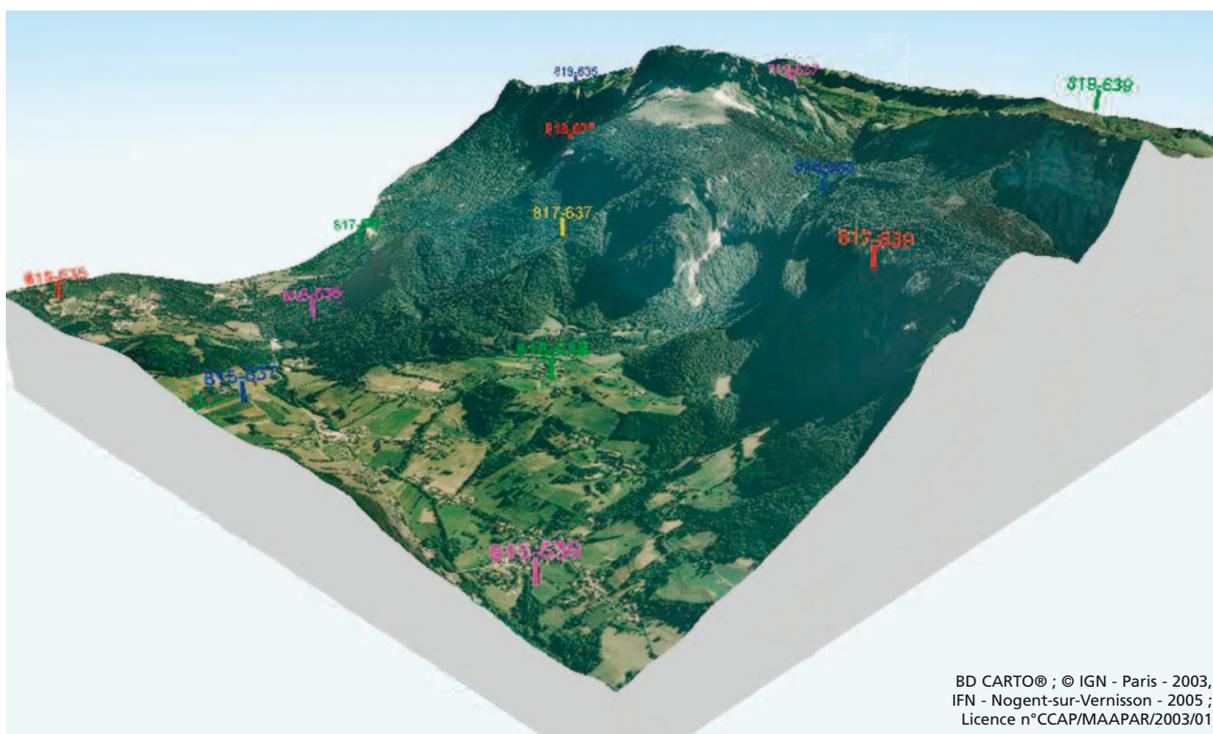


Fig. 11 : Points d'inventaire visualisés en 3D sur une portion de paysage (sommets de la Grande-Sure – massif de la Chartreuse)

La visualisation en 3 dimensions est également utilisée par l'IFN dans le cadre d'études particulières. Par exemple une visualisation en 3D peut accompagner une carte des dégâts causés par un incendie de forêt ou par une forte tempête pour une meilleure appréhension des relations entre les conditions topographiques et l'intensité des dégâts (Fig. 12)

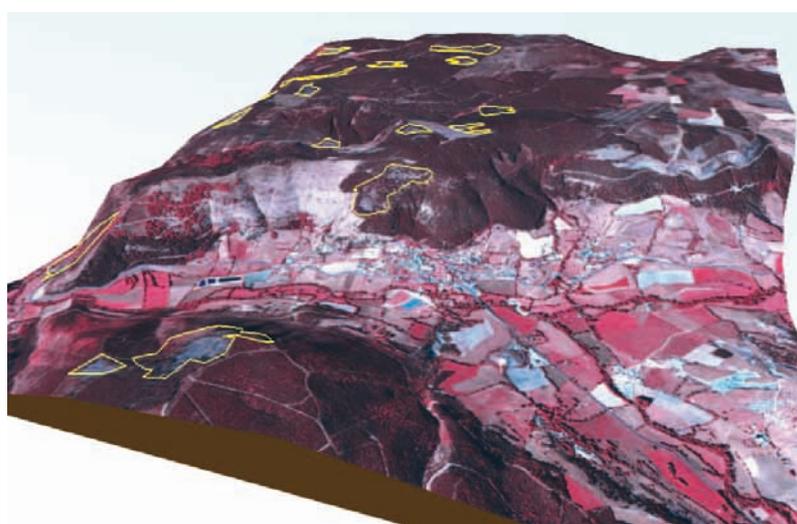


Fig. 12 : Délimitation sur une vue en 3D de dégâts massifs de tempête sur la commune de Rouffiac-St-Bauzile au sud de Mende (Lozère).

⁴ Un modèle numérique de terrain est un ensemble de valeurs numériques ponctuelles qui modélise le relief d'une zone géographique et permet de le représenter.



Fig. 13 : Simulation en 3D du lieu dit La Fageole (Hérault)

Pour en savoir plus

Données et cartes de l'IFN : www.ifn.fr

BOUREAU (J.-G.), VIDAL (C.), *Analysis of territory diversity and its evolution - tools and methods of the national forest inventory (France)*, publication conjointe CCR Ispra, DG agriculture, DG environnement, Eurostat, IFN, à paraître.

BOUREAU (J.-G.), GUÉRO (M.-C.), *Le système d'information de l'Inventaire forestier national : des données mobilisables pour l'étude des paysages et de leur évolution*, 2^e journées de l'Association française d'écologie du paysage, IALE-France, Marseille, 2005, 15 p.

FLEURY (D.), *Prise en compte de la diversité forestière dans la visualisation informatique des paysages*, mémoire de fin d'études, École nationale supérieure d'horticulture et d'aménagement du paysage, Angers, 2003, 35 p.

FOYER-BÉROS (C.), *Mapping landscape changes with French national forest inventory aerial photographs*, publication conjointe CCR Ispra, DG agriculture, DG environnement, Eurostat, IFN, à paraître

IFN, sous la direction de C. Vidal, *Paysages de forêts : aux portes du visible*, Éditions de Monza, Paris, 2003, 200 p.

Modéliser le paysage en 3 D

En terme d'aménagement du territoire, les décideurs sont souvent demandeurs d'outils simples qui leur permettent de visualiser l'évolution prévisible d'un paysage plusieurs années, voire plusieurs décennies, après la réalisation d'une infrastructure ou l'aménagement d'un site. L'IFN a participé à différents travaux visant à modéliser les paysages forestiers, première étape avant toute simulation d'évolution.

Ainsi en 2001, l'IFN a participé, en collaboration avec l'unité mixte de recherche sur la botanique et la bioinformatique des plantes (AMAP) à la simulation de vastes paysages forestiers en utilisant ses bases de données cartographiques et dendrométriques. Le logiciel Orchestra développé par le CIRAD-AMAP permet, en combinant des données géographiques et une technique de modélisation structurale de plus de 400 espèces végétales, d'obtenir une visualisation des peuplements en 3 dimensions. Sur environ 200 variables disponibles à l'IFN, les plus pertinentes ont été combinées et structurées de manière à obtenir une information précise et concise qui rende compte de la réalité paysagère. Ces variables sont de deux types :

- relatives aux individus et directement intégrables dans Orchestra ;
- relatives au regroupement des végétaux ainsi qu'à leur agencement (structure forestière, densité, etc.) et non directement intégrables dans le logiciel.

Ce projet, conduit en forêt méditerranéenne, a permis une simulation assez proche de la réalité. Quelques limites demeuraient cependant, liées à l'absence d'éléments non forestiers et à la forte homogénéité des peuplements simulés par rapport à leur observation sur le terrain. Cette dernière imperfection a en partie été surmontée dès 2003 (D. Fleury) grâce au développement d'une application informatique permettant un placement des plants valorisant davantage les données issues des mesures et observations de l'IFN (Fig. 13).

Via la modification de quelques paramètres, la méthode est parfaitement applicable à l'ensemble de la forêt française. Des pistes d'amélioration ont cependant été proposées : valoriser davantage encore de variables de l'IFN, réaliser des simulations plus proches de la réalité en utilisant en complément les photographies aériennes de l'IFN, étudier la dynamique des paysages forestiers à partir des inventaires successifs pour réaliser une modélisation plus fine des évolutions temporelles.

CONTACT

Chargée de communication :
S. Lucas
Inventaire forestier national
Château des Barres
F – 45290 Nogent-sur-Vernisson
Tél. : +33(0)2 38 28 18 18
Courriel : slucas@ifn.fr

ABONNEMENT

L'IF est téléchargeable sur le
site internet de l'IFN :
www.ifn.fr
Pour recevoir L'IF ou modifier
vos coordonnées :
par fax : +33 (0)2 38 28 18 28
ou par courriel : ifn@ifn.fr

L'IF

Directeur de la publication
C. VIDAL
Rédacteurs
J.-G. BOUREAU, C. FOYER-
BÉROS, S. LUCAS
Conception et réalisation
A. HAMONIC, IFN
ISSN : 1769-6755