

# Un SIG qui cache la forêt

Installé dans une ancienne propriété de la famille Villemorin, aux confins du Loiret, de la Nièvre et de l'Yonne, l'Inventaire Forestier National recense, étudie et cartographie les forêts françaises. Un maillon indispensable de la politique de développement durable.

**C**réé en 1958, l'Inventaire Forestier National (IFN) a reçu comme mission de recenser et d'étudier le patrimoine sylvestre français, mais également de proposer des actions en vue de piloter une politique forestière idoine. Tout d'abord hébergé par le ministère de l'agriculture dans ses locaux parisiens, il a été déconcentré en 1994 et a élu domicile dans l'arboretum des Barres, situé entre Montargis et Gien dans le Loiret. " *Notre rôle consiste principalement à servir les politiques forestières et territoriales, à étudier l'occupation du sol, à évaluer la ressource forestière, du domaine public comme du domaine privé. Ceci inclut la comptabilité du patrimoine en terme de surface et de volume, les problèmes de développement durable, d'évaluation du stock de carbone fixé, la biodiversité, etc.* ", explique Nicolas Robert, chargé de communication à l'IFN.

L'IFN est organisé en une direction centrale, responsable de la collecte et de la synthèse des données, et des délégations régionales, appelées échelons, au nombre de 5, chacune mandatée pour les travaux de terrains et de télédétection. Au total, l'Inventaire

compte 180 agents permanents, dont 20 photo-interprètes et 90 techniciens de terrain. 16 personnes travaillent à la R&D, une partie au siège sur les techniques informatiques, une partie à Montpellier sur la partie étude, prospective et valorisation de la donnée.

L'IFN n'est pas le premier corps d'État à avoir hérité de la mission d'évaluation forestière : dès 1788, Louis XVI avait demandé à ce que l'on estime la superficie boisée en s'aidant des cartes de Cassini (cf. *Géomatique Expert* n° 19) ; au début du siècle, l'enquête Daubrée (1912) donne une première estimation précise de la surface boisée totale : 6 millions de km<sup>2</sup> ; aujourd'hui, l'IFN en dénombre environ 15 millions. " *Contrairement à une idée reçue qui persiste encore aujourd'hui dans l'inconscient collectif, la forêt gagne du terrain en France, grâce à deux phénomènes distincts : premièrement, le reboisement volontaire de zones aménagées, par exemple à la périphérie des villes nouvelles ; deuxièmement, par le regain naturel de la forêt sur les parcelles agricoles abandonnées en lisière.* "

## Photos aériennes et enquêtes terrain

" *Constituer un inventaire, explique Marianne Duprez, responsable de la cartographie à l'IFN, cela passe d'abord par des enquêtes sur le terrain et de la photo-interprétation.* " Pourquoi ne pas se contenter d'une analyse cadastrale ? À ce sujet, Pierre Dérizot, de l'université d'Avignon, paraît catégorique : " *Inventaire spatial à finalité juridique et fiscale, le cadastre ne comporte pas de catégorie "friches" : les terres non boisées à faible productivité, abandonnées ou pas, s'y retrouvent au sein de l'ensemble fourre-tout des "landes", qui agrège aussi bien d'anciennes terres agricoles abandonnées, que des étendues stériles par suite d'un substrat rocheux affleurant, ou encore des parcours pastoraux plus ou moins envahis par des ligneux. Nombre d'accrus se trouvent enregistrés sous cette dénomination, parce que le processus du reboisement spontané est par excellence de ceux que les propriétaires ne s'empressent pas de*

déclarer au service du cadastre, dans la mesure où l'impôt foncier attaché aux landes est moindre que celui qu'il faut acquitter pour des boisements. À cette fraude "par omission" s'ajoute la fraude "par ignorance", pour des parcelles abandonnées depuis si longtemps que ceux qui en ont hérité n'ont parfois même plus connaissance de leur existence. L'écart entre les superficies forestières enregistrées par le cadastre et les chiffres issus des autres sources découle de ces comportements, ainsi que de la relative inertie du document cadastral par rapport à la réalité mouvante de l'occupation des parcelles. Il est du coup fort probable que cet écart, de l'ordre de deux millions d'hectares, concerne avant tout des surfaces qui se sont boisées de manière spontanée.

Peu utilisable pour identifier les accrus, en retard sur l'avancée de la reconquête forestière, le cadastre demeure toutefois irremplaçable dans la longue durée, seule source à offrir un enregistrement en continu depuis plus d'un siècle et demi des transformations dans l'occupation du sol. Les travaux d'Aimé Perpillou (1970, 78 et 79) et de son équipe ont montré tout le parti qu'il était possible de tirer de son exploitation depuis le Cadastre Napoléonien, levé entre 1808 et 1850, et qu'il est possible de confronter, en matière de forêts, avec la Statistique forestière des bois de marine (1805) ou l'Enquête Daubrée (1912) (Cinotti 1996). "Il s'ajoute en outre le problème des données nominatives, l'IFN ne traitant que des données statistiques donc anonymes.

Jusqu'ici, l'Inventaire faisait réaliser des campagnes spécifiques de survol aérien : en effet, si les images RVB apportent des indications quant à l'étendue du couvert végétal, la prise de vue en proche infrarouge reste un élément indispensable pour identifier la croissance de la végétation et les essences : la chlorophylle présente en effet une forte réflectance dans ce domaine de fréquence ; l'image infrarouge identifie donc le contenu chlorophyllien des feuilles. En outre, contrairement à certaines orthophotographies à

but topographique, pour lesquelles le couvert végétal empêche la reconnaissance d'objets au sol, ici, évidemment, la période adéquate se situe entre mi-juin et mi-septembre. " Nous avons connu un certain nombre de difficultés pour nos dernières campagnes, pour au moins deux raisons : d'abord les conditions atmosphériques difficiles, et ensuite l'intensification du trafic aérien commercial qui rend le survol de certaines zones problématique ", indique Nicolas Robert.

Le travail de photo-interprétation se fait sur une granularité départementale, chaque cliché restituant le terrain à une échelle du 1 : 17 000. Chaque département est régulièrement survolé tous les 12 ans (actuellement), ce qui signifie pratiquement que 8 départements sont analysés chaque année - un chiffre qui varie légèrement, certains départements, comme la Dordogne (massif très morcelé), ou les départements de montagne (Alpes, Corse) présentent des difficultés qui retardent l'exploitation des orthophotographies.

Les photographies aériennes brutes sont orthorectifiées sur place grâce à une chaîne de production autonome, qui inclut la phase géométrique et le traitement radiométrique des clichés. L'IFN a d'ailleurs en vente une poignée d'orthophotoplans départementaux essentiellement sur le sud de la France. " Nous sommes évidemment très attentifs aux problèmes de coût, raison



Le photo-interprète dispose (classiquement) d'un système de restitution optique couplé à un ordinateur et une souris. Il délimite avec cette dernière les contours correspondant aux différents zonages.

pour laquelle nous allons sûrement abandonner la production autochtone de clichés pour nous recentrer sur la BD Ortho de l'IGN. Reste le problème de la bande infrarouge, pour laquelle nous suivons de près le développement de la caméra numérique - nous avons d'ailleurs obtenu, en avance de phase, les photographies du département du Tarn, pour étude."

<http://www.geo.univ-avignon.fr/Site%20Avignon/pages/labo/P.DERIOZ/WEB/accrus%20forestiers/ECOFOR.html>



Ces deux images montrent des clichés aériens d'un massif boisé à l'est de la Capitale, l'un en couleurs naturelles, l'autre en fausses couleurs (rouge = infrarouge). Le cliché infrarouge met très nettement en évidence des différences d'essence, là où le cliché visible n'enregistre que de très faibles variations de radiométrie. Clichés © IFN



Une fois les clichés numérisés et rectifiés, les photo-interprètes calent les images sur un fond de type Scan 25 (la précision est inférieure au mètre), puis produisent directement une cartographie vectorielle grâce à un logiciel de type ArcView (à ceci près que, pour des raisons d'efficacité, les bosquets de moins de 2,5 ha sont ignorés). La première carte (papier) de l'inventaire date des années 1980 (au 1:50 000) - le passage au numérique s'étant effectué à la fin des années 80, avec une première réalisation entièrement vectorielle en 94. Grâce au cliché infrarouge, il devient possible de créer directement 60 postes de légende, en différenciant l'occupation du sol (type de végétation), les essences, la structure, l'âge : " Il y a encore peu, la nomenclature comportait également des éléments topographiques, comme l'exposition, la pente, etc. Avec l'arrivée du SIG, ces données sont devenues superflues et nous avons pu nous recentrer sur les véritables paramètres techniques, comme la canopée, la composition, la structure... ", enchaîne Marianne Duprez. Les opérateurs, pour la plupart issus du monde agricole, font l'objet d'une formation

faut donc " confirmer " les classifications par une véritable enquête de terrain. Afin que les résultats soient statistiquement valables, les sondages s'effectuent sur une base totalement aléatoire, ce qui implique que les agents sont mandatés pour pénétrer sur des domaines privés ouverts et clos, voire des terrains militaires. Les équipes de l'IFN inspectent deux de ces " placettes " quotidiennement : ils relèvent les caractéristiques des arbres (de 10 à 20 en moyenne) qui s'y trouvent, y compris des variables qui échappent à l'analyse photographique : diamètre du tronc, hauteur totale, accroissement, qualité. Dans certaines forêts exploitées, l'IFN relève également la hauteur de coupe, l'âge de l'arbre abattu, etc. Sur demande d'un organisme, les experts forestiers peuvent également relever des variables supplémentaires, comme l'état ou la nature des sols, la présence de symbiotes, etc. (les évaluations sur la qualité du bois servent à fixer les prix de cubage). En outre, les mesures interférant avec le milieu, les points changent systématiquement d'une campagne à l'autre. Les méthodes d'échantillonnage devraient cependant être revues d'ici peu : plutôt que de procéder à des relevés distribués aléatoirement, la nouvelle procédure prévoit un maillage systématique avec un pas d'environ 500 x 500 m.

systématiquement les évolutions : coupes, remembrements, replantation, gain naturel, etc.<sup>2</sup> Les experts se déplacent maintenant avec un appareillage informatique sophistiqué, incluant un PDA évolué de type durci (écran LCD à haute luminosité, autonomie étendue...) muni d'un programme développé en interne : " Pour l'instant, nous n'avons pas encore couplé nos PDA à des GPS... et pour cause : en forêt, rares sont les endroits où le signal satellite passe, du moins lorsqu'on veut éviter de partir avec un sac à dos antenne. Nos agents se repèrent donc sur le terrain par des méthodes classiques : carte de type 1:25 000, orthophotographie, boussole, double décimètre... ", détaille Nicolas Robert.

## Des chiffres et des cartes

Une fois les mesures effectuées, elles sont collectées sur une base centrale comportant environ 3 millions d'échantillons, pour 700 000 mesures complètes - une base gigantesque portant le nom de " base Dendron " <sup>3</sup>. La base cartographique (2,5 Go de cartes) est également hébergée sur le même serveur, situé au siège. La couverture nationale a été atteinte en 1998, les cartes étant produites soit avec une légende complète, correspondant à une légende nationale en 10 points (forêt, lande,

Nicolas Robert, chargé de la communication, et Marianne Duprez, chargée de l'information géographique, sur le perron de l'IFN.



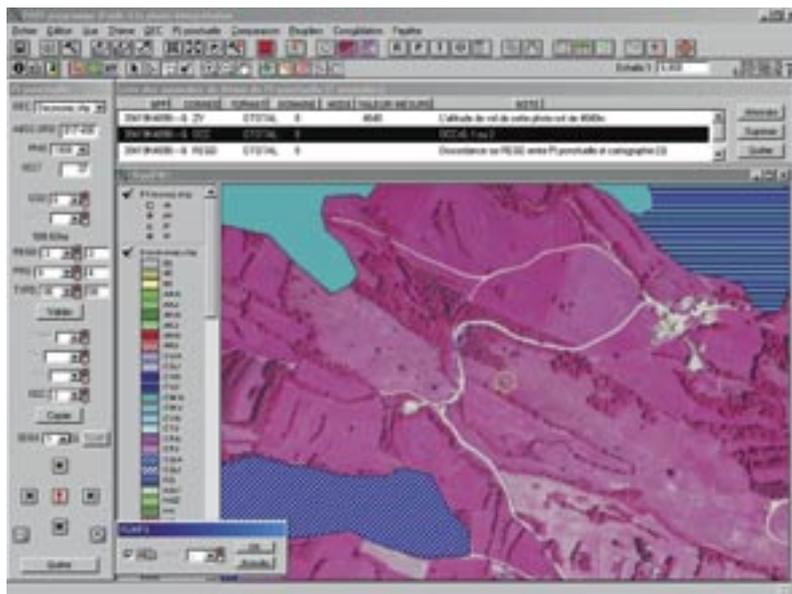
<sup>2</sup>La Manche est le département le moins boisé de France (mais compte le plus de haies). Le département des Landes, à l'inverse, est le plus boisé, suivi du Var (avec plus de 60 % de surface forestière).



Pour confirmer la photo-interprétation, des agents de terrain se déplacent en des « placettes » aléatoires où ils dressent un état des lieux, effectuent des mesures sur des arbres, etc.

pointue en interprétation, doublée d'un minimum de formation SIG pour pouvoir exploiter ArcView. Naturellement, l'œil du photo-interprète n'est pas infallible, et certaines essences, comme le sapin et l'épicéa se distinguent très mal même en infrarouge : il

Bien sûr, les points choisis, repérés sur une orthophotographie parfois un peu âgée peuvent conduire à des surprises : parfois les parcelles ont été exploitées, les arbres n'existent plus ; parfois, les parcelles sont closes et il faut rencontrer le propriétaire pour y accéder ; parfois, les propriétaires, prévenus à l'avance, exécutent des travaux en urgence pour " améliorer " l'aspect de leurs terrains, etc. En tout état de cause, lors de la disponibilité d'une nouvelle orthophotographie, les analystes relèvent



Dorénavant, les clichés numérisés et géoréférencés sont directement intégrés dans le SIG, le photo-interprète peut donc effectuer son zonage sur écran informatique, sans passer par le restituteur.

peupleraie, futaies, taillis, etc.) plus des paramètres régionaux, soit avec la seule légende nationale. Chaque carte représente trois couches d'informations différentes grâce à une représentation mêlant linéaire, couleur et hachures.

Actuellement sous *SQLserver*, celle-ci devrait prochainement évoluer vers une solution *OpenSource* de type *PostgreSQL*. L'IFN possède également d'autres couches cartographiques propres : couche des classes de propriété, limites des régions forestières (309 régions + un découpage départemental), limite des types de formations végétales, etc. Outre ces données " endogènes ", l'Inventaire a de plus en plus recours à des données externes (" exogènes ") : *BD Alti* au pas de 50 mètres, *Scan25*, *Scan 250* pour la production des cartes papiers, limites administratives, *BD Ortho* bien sûr, en partenariat avec les autres services du ministère de l'Agriculture, comme l'ONIC par exemple (voir *Géomatique Expert* n° 23). L'IFN compte beaucoup sur la couche végétation de la future *BD Topo* pour pouvoir récupérer les informations sur les parcelles boisées de moins de 2,5 ha : " Nous sommes en veille sur les techniques de photo-interprétation semi-automatiques, mais nous préférons d'ores et déjà envisager l'intégration automatique

des contours issus de la *BD Topo*. Pourquoi refaire ce que l'IGN a déjà fait ? "

## Objectif : diffusion

Le but de l'Inventaire n'est pas de produire des cartes pour produire des cartes. Il faut qu'elles puissent être diffusées, et pour cela, il est désormais impératif de les appuyer sur une base géométrique fiable, en l'occurrence, le référentiel IGN. Dans un avenir proche, le référentiel actuel, la base *Scan 25*, devrait être remplacé par la *BD Ortho*, dans la mesure où la photographie infrarouge serait disponible. L'IFN envisage également la possibilité d'utiliser des photographies satellites pour améliorer sa fréquence de revisite, en s'aidant du SIG pour gérer l'historique et améliorer la précision du cliché.

Le principal cheval de bataille actuel de l'IFN est la diffusion de ses cartes sur Internet. Pour cela, l'administration a demandé à la société savoyarde *CamptoCamp* de concevoir un nouveau site de diffusion géographique autour du logiciel libre *Mapserver*. Ce nouveau site devrait ouvrir à l'automne : la cartographie y sera très riche, notamment toutes les cartes vectorielles de la tempête de 2000

y seront publiées. Deux axes d'entrées seront proposés, selon que l'utilisateur sera intéressé par les données nationales à légende simplifiée (cette dernière devrait faire l'objet d'une refonte de sorte à la rapprocher de la série de l'enquête *Corine Land Cover*), ou bien par les données départementales complètes.

En tant qu'administration, l'IFN n'est pas tenue de faire du commerce de ses données. En fait, la ligne adoptée, comme on l'a vu, suit la convention de Malmö, à savoir que le prix perçu pour les données se limite aux frais de constitution du support de diffusion. Les ventes de produits, qui représentent 10 % du budget de l'Inventaire, sont réalisées autour des bases de données, des photos aériennes puis par des études spéciales.

## Un avenir sous le signe des échanges

L'IFN souhaite développer les échanges qu'elle entretient avec les autres administrations françaises : le ministère de l'Ecologie et du Développement durable, le Crige Paca, le SIG incendie du Gard ; mais également européennes (commission) ou mondiales, comme la FAO, pour lesquels l'IFN élaborera des indicateurs synthétiques. Des échanges de savoir-faire ont également lieu avec des homologues étrangers, comme au Maroc, par exemple.

" Ailleurs, il reste encore beaucoup de choses à faire, par exemple dans le domaine des enquêtes terrain : développer le logiciel PDA, essayer de l'interfacer avec des outils GPS. Revoir l'édition des documents, l'organisation des tournées... Avec la nouvelle organisation des sondages, la réalisation du site Web et la préparation du prochain rapport sur le développement durable, cela nous fait du pain sur la planche ! ", conclut Marianne Duprez. ■

