



HAL
open science

Visualisation des paysages forestiers à partir des bases de données de l'IFN.

Daniel Auclair, René Lecoustre, Jean-Pierre Naudet, Gérôme Pichard

► To cite this version:

Daniel Auclair, René Lecoustre, Jean-Pierre Naudet, Gérôme Pichard. Visualisation des paysages forestiers à partir des bases de données de l'IFN.. *Revue forestière française*, 2001, 53 (3-4), pp.468-474. 10.4267/2042/5264 . hal-03442765

HAL Id: hal-03442765

<https://hal.science/hal-03442765v1>

Submitted on 23 Nov 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

VISUALISATION DES PAYSAGES FORESTIERS À PARTIR DES BASES DE DONNÉES DE L'IFN

DANIEL AUCLAIR – RENÉ LECOUSTRE – JEAN-PIERRE NAUDET – GÉRÔME PIGNARD

Les préoccupations des sylviculteurs et des gestionnaires de l'espace rural se tournent de plus en plus vers la perception des paysages par le public et la prédiction de leur évolution en fonction de choix d'aménagement. Mais il n'est pas toujours aisé de communiquer l'impact visuel d'une action d'aménagement future à l'ensemble des acteurs intervenant sur le paysage (décideurs locaux ou régionaux, gestionnaires, paysagistes, promeneurs...). Lecoustre *et al.* (1997) ont développé une méthode de simulation des paysages forestiers qui relie des données contenues dans un système d'information géographique avec la technique de modélisation architecturale des plantes. Auclair *et al.* (2000) ont utilisé cette méthode pour simuler des aménagements agroforestiers. Ces recherches ont permis de visualiser des paysages à l'échelle d'une ou de plusieurs parcelles forestières, mais ces méthodes n'avaient pas, jusqu'à présent, été utilisées à des échelles plus vastes.

Les bases de données de l'IFN fournissent sur l'ensemble du territoire français une cartographie des types de peuplement, ainsi qu'une évaluation statistique de leurs principales caractéristiques dendrométriques. Les logiciels de la gamme "AMAP" permettent de visualiser des paysages virtuels, construits à partir de maquettes informatiques basées sur les concepts scientifiques de la modélisation architecturale des végétaux (de Reffye *et al.*, 1989, 1996), et de modèles numériques de terrain. Il est donc apparu intéressant d'étudier la faisabilité d'un couplage des données de l'IFN avec les logiciels AMAP en vue d'élaborer une éventuelle "base de données de paysages forestiers".

MÉTHODES

Dans un premier temps, un échantillon de sites sur lesquels les formations forestières sont suffisamment variées a été choisi dans le Nord-Ouest de l'Hérault (région des Monts de Lacaune, Somail, Espinouse). La superficie à visualiser a été déterminée en fonction d'une part de la précision de la cartographie de l'IFN, et d'autre part des possibilités fournies par AMAP pour représenter correctement un nombre d'arbres satisfaisant, sans que les temps de calcul ne deviennent prohibitifs. Une superficie de 200 à 300 ha a été recherchée. Après confirmation sur le terrain, permettant de vérifier les observations cartographiques, un premier site a été retenu, situé en bordure de la forêt domaniale du Somail, au lieu-dit la Fajole.

Pour cette étude préliminaire, un modèle numérique de terrain approché a été relevé directement à partir de la carte IGN (série bleue 2444E). Il a permis une représentation tridimensionnelle du relief par le logiciel AMAP-TERRAIN⁽¹⁾.

(1) Les logiciels de la gamme AMAP développés par l'Unité de Modélisation (CIRAD-INRA) sont à présent commercialisés par la société Bionatics.

Les données cartographiques et dendrométriques concernant les formations forestières ont été extraites de la base de données de l'IFN (sous système d'information géographique ArcInfo) par l'intermédiaire du logiciel IMAGIS⁽²⁾. Pour chaque type de formation forestière, seules les essences présentes à plus de 10 % (en nombre de tiges) ont été retenues. Les dimensions (diamètre, hauteur) de chaque espèce retenue ont été estimées d'après les valeurs dendrométriques moyennes par type de formation forestière et par type de propriété. Des maquettes des espèces présentes ont été calculées par AMAP-GLANCE⁽¹⁾. Elles ont ensuite été reportées sur le terrain "virtuel", à la densité moyenne, en adoptant la convention suivante :

- les "reboisements" ont été installés avec une maille rectangulaire, comportant un espacement entre lignes double de l'espacement sur les lignes,
- les autres formations forestières ont été installées par répartition des arbres au hasard.

Le paysage virtuel ainsi calculé a été visualisé par le logiciel AMAP-LANDMAKER⁽¹⁾, en plaçant la caméra "virtuelle" en un point déterminé lors de la prospection de terrain.

RÉSULTATS

La carte des types de formations forestières visualisées est représentée figure 1 (p. 471), et les détails dendrométriques sont reportés au tableau I (p. 470).

La couleur est un élément important de l'image, celle-ci a été calculée de manière à représenter les nuances de couleurs des différentes espèces présentes, en été (figure 2, p. 473). Elle permet de distinguer plusieurs parcelles comportant des espèces différentes. En guise de comparaison, une photographie prise depuis un point de vue proche du point de visée "virtuel" est reproduite ici (figure 3, p. 473).

DISCUSSION

On peut constater tout d'abord que l'image calculée présente une très forte homogénéité des peuplements par rapport à la réalité du terrain. Ceci s'explique entre autres par le choix qui a été fait de représenter des arbres de dimensions moyennes, cette moyenne étant calculée par type de peuplement, catégorie de propriété et espèce, sur l'ensemble de la région forestière. Nous avons introduit une hétérogénéité arbitraire de 20 % sur les dimensions des arbres ; celle-ci est très largement insuffisante dans la situation échantillonnée. D'autre part, les différences entre types de peuplements sont estompées sur l'image calculée. Ceci provient de cette homogénéisation des dimensions. Enfin, le peuplement visible en premier plan (derrière la première parcelle de lande, représentée par une texture) contient une forte densité de hêtres répartis sur toute la superficie de la parcelle sur l'image calculée, alors que, sur la photographie, cette parcelle ne contient que quelques formations ligneuses groupées. Les hêtres, présents statistiquement à raison de 82/ha dans la "grande formation pastorale hors de la zone des garrigues", cachent le "reboisement en plein d'autres conifères", qui se trouve derrière et légèrement en contrebas, et qui est bien visible sur la photographie. En l'absence d'informations spécifiques sur la parcelle en question, ils ont été répartis de manière homogène sur toute la surface, alors qu'en réalité ils sont moins nombreux et groupés par bouquets.

(2) Projet Imago Metropolis, associant le CIRAD (AMAP), l'IAURIF (Institut d'Aménagement et d'Urbanisme d'Île-de-France), le Politecnico de Milan, et la société Eurosense (Perrin, 2000).

TABLEAU I Principales espèces représentées par type de formation forestière.

Seules les espèces présentes à plus de 10% sont représentées, ainsi que celles correspondant au type de végétation décrit (Sapin, Pin sylvestre). Certaines espèces du même genre (Épicéas, Sapins, Pins noirs) ont parfois été regroupées. Le diamètre et la hauteur sont estimés d'après les caractéristiques moyennes des peuplements. Plusieurs formations forestières comportent les mêmes proportions d'espèces.

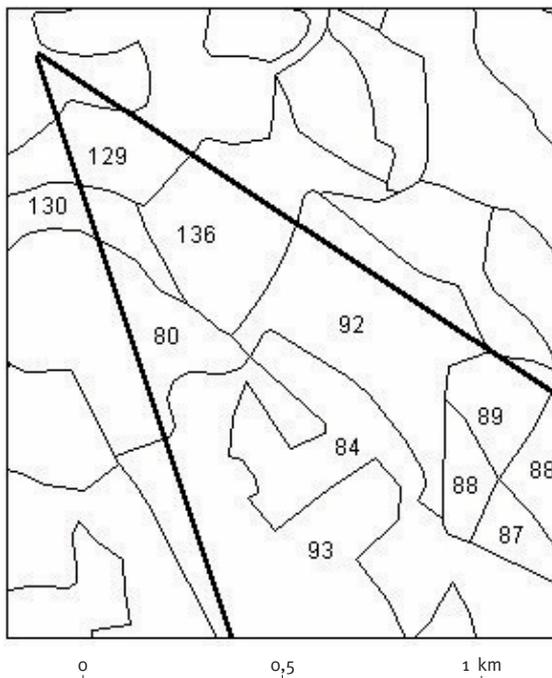
| Code | Type de formation forestière | Essence | Densité | | Diamètre (cm) | Hauteur (m) |
|----------------|--|-----------------|---------|-----|------------------|----------------|
| | | | N/ha | % | | |
| 129 | Grande formation pastorale hors de la zone des garrigues (privé) | Hêtre | 82 | 83 | 15 | 15,2 |
| | | Total | 99 | 100 | | |
| 130 | Futaie de Hêtre (privé) | Hêtre | 770 | 93 | 24 | 21,5 |
| | | Total | 825 | 100 | | |
| 136 | Reboisement en plein d'autres conifères (privé) | Épicéa commun | 271 | 37 | 21 | 21,3 |
| | | Épicéa de Sitka | 142 | 19 | 22 | 21,4 |
| | | Hêtre | 86 | 12 | 15 | 14,1 |
| | | Sapins | 72 | 10 | 20 | 21,5 |
| | | Total | 733 | 100 | | |
| 80 | Futaie de Hêtre (domanial) | Grands Érables | 98 | 13 | 13 | 18,3 |
| | | Hêtre | 575 | 79 | 23 | 21,6 |
| | | Total | 732 | 100 | | |
| 92 93 | Futaie mixte de feuillus et conifères (domanial) | Douglas | 34 | 13 | 40 | 31,2 |
| | | Épicéas | 27 | 10 | 48 | 27,5 |
| | | Hêtre | 159 | 61 | 25 | 22,8 |
| | | Sapins | 29 | 11 | 30 | 19,4 |
| | | Total | 259 | 100 | | |
| 84 89 88 | Futaie de Sapin-Épicéa (domanial) | Épicéas | 382 | 49 | 21 | 20,1 |
| | | Pins noirs | 78 | 10 | 16 | 15,1 |
| | | Sapins | 64 | 8 | 30 | 19,4 |
| | | Total | 772 | 100 | | |
| 87 | Reboisement en plein d'autres Pins (domanial) | Épicéas | 166 | 21 | 25 | 22,2 |
| | | Pins noirs | 542 | 69 | 23 | 17,6 |
| | | Pin sylvestre | 73 | 9 | 28 | 13,9 |
| | | Total | 789 | 100 | | |

Cette discordance entre le terrain et les images calculées provient du fait que les données dendrométriques estimées sont des moyennes représentatives à l'échelle de la région forestière, mais ne concernent pas directement un lieu précis sur le terrain. Les données cartographiques sont assez précises, mais le contenu réel des parcelles peut s'éloigner assez fortement des valeurs moyennes estimées pour la région forestière. On peut noter par exemple que des formations forestières différentes peuvent contenir les mêmes espèces dans les mêmes proportions (elles sont regroupées dans le tableau I, ci-dessus).

En matière de visualisation des paysages, d'autres éléments sont particulièrement importants : il s'agit surtout de tout ce qui n'est pas de la végétation. Ici, une piste forestière est visible sur la photographie, ainsi qu'une ligne électrique. Ces éléments attirent l'œil de l'observateur, mais

FIGURE 1
 CARTE DES FORMATIONS FORESTIÈRES
 VISUALISÉES DANS LA PRÉSENTE ÉTUDE

Les lignes en noir représentent l'angle de visée. Seules les parcelles visibles sont numérotées ; les nombres correspondent à ceux du tableau I, p. 470.



ne sont pas représentés sur l'image calculée. Ils ne sont en effet pas représentés dans la base de données de l'IFN.

Un des problèmes principaux qui s'est posé dès le début de cette recherche a concerné les différentes échelles de représentation. Il a fallu trouver un compromis entre l'échelle de résolution de l'IFN et les possibilités de visualisation, car la silhouette d'un arbre de 10 à 15 m de haut est reconnaissable jusqu'à environ 1 km de distance, mais pas au-delà. Sur un écran d'ordinateur, un arbre de cette dimension représente 10 à 12 points de l'image (pixels). Lorsqu'on s'éloigne encore, l'arrière-plan serait rempli par un grand nombre d'arbres, peu ou pas du tout reconnaissables sur l'image. Mais, même si chaque arbre n'est représenté que par un petit nombre de pixels, il doit néanmoins être correctement positionné sur l'image (en coordonnées mais aussi en altitude), ce qui peut accroître considérablement le temps de calcul.

Jusqu'à présent, les logiciels de visualisation des arbres représentent un nombre et une qualité de détails décroissants en fonction de l'éloignement de l'observateur : à un grand nombre de détails à haute résolution lorsque l'observateur est proche se substituent des détails de moins en moins précis et de moins en moins nombreux lorsque le point d'observation "virtuel" s'éloigne. Une poursuite de ce travail consisterait à trouver un continuum entre les arbres les moins détaillés, observés à environ un kilomètre, et une simple texture permettant de représenter un couvert forestier à plus grande distance. Cette texture devra, bien entendu, dépendre des espèces présentes et de la saison d'observation.

Afin d'améliorer les images, il serait intéressant de disposer de données plus précises concernant les dimensions des arbres présents sur chaque parcelle. Plusieurs voies permettent d'aller dans ce sens :

- D'une part, certains gestionnaires possèdent une connaissance relativement précise des caractéristiques dendrométriques de leurs peuplements. Les données intéressantes ne concernent cependant pas seulement des dimensions moyennes pour chaque parcelle, mais surtout une bonne

caractérisation de la variabilité à l'intérieur des parcelles. Mais ceci s'éloigne du sujet de notre présent travail, puisque l'objectif de l'IFN n'est pas de représenter exactement chaque peuplement.

- Une autre voie pourrait être d'utiliser des informations complémentaires, observables sur photographies aériennes, qui nécessiteraient un travail supplémentaire de photo-interprétation. On pourrait ainsi affiner les représentations en estimant mieux les âges ou hauteurs, les densités, les mélanges spécifiques.
- Enfin, une troisième voie concerne les développements que pourrait offrir l'utilisation du nouveau satellite Spot-5. En effet, celui-ci permettrait, dans un avenir plus ou moins proche, d'obtenir, de la part de l'IGN, non seulement un modèle numérique de terrain très fidèle, mais également des données précises sur la hauteur de la végétation.

Une étude est actuellement en cours pour tenir compte de l'ensemble des éléments du paysage, présents dans les bases de données de l'IGN. Ceci devrait permettre de représenter non seulement la végétation, mais également les autres éléments marquants du paysage, tels que les routes et pistes, les lignes électriques, et les bâtiments.

CONCLUSIONS

Le présent travail était une étude de faisabilité du couplage des données de l'IFN avec les logiciels AMAP de représentation du paysage en vue d'élaborer une éventuelle "base de données de paysages forestiers". On a pu montrer qu'il est en effet possible de calculer et représenter des images de paysages à partir des formations forestières décrites par l'IFN. Les résultats concrets peuvent cependant paraître peu convaincants ; les limites mises en évidence par cet exercice sont les suivantes :

- résolution insuffisante des données de l'IFN pour représenter les parcelles de premier plan,
- difficulté à gérer la représentation des arbres en fonction de leur éloignement (nécessité de calculs lourds y compris pour les arbres éloignés),
- absence de prise en compte des points singuliers, souvent non forestiers (ligne électrique, route, piste...).

La représentation des paysages et de leur évolution demeure l'objet d'une demande forte, et les logiciels AMAP basés sur les modèles architecturaux présentent des atouts indiscutables, notamment l'aptitude à simuler les changements d'aspect des végétaux (croissance, variation selon les saisons...). Les données de l'IFN présentent l'avantage de leur disponibilité sur l'ensemble du territoire ; mais leur utilisation ne pourra s'envisager que complétée par une information à la fois plus large (éléments non forestiers), et plus localisée. La présente étude sera poursuivie par une photo-interprétation plus fine sur la zone-test, de manière à améliorer la précision des images calculées.

Il y a également lieu de s'interroger sur les critères de "validation" à prendre en compte : quels critères permettent d'affirmer qu'une image représente un paysage donné de manière satisfaisante ou non ? Ce travail sera poursuivi en direction des utilisateurs, pour mieux cerner les demandes en fonction des différentes utilisations envisagées.

Daniel AUCLAIR – René LECOUSTRE
Unité mixte de Recherches Botanique et bioinformatique
de l'Architecture des Plantes (AMAP)
CIRAD-CNRS-INRA-UNIVERSITÉ Montpellier II
TA 40/E
F-34398 MONTPELLIER CEDEX 5
(auclair@cirad.fr)
(lecoustre@cirad.fr)

Jean-Pierre NAUDET – Gérôme PIGNARD
INVENTAIRE FORESTIER NATIONAL
Place des Arcades
BP 1001 MAURIN
F-34971 LATTES CEDEX
(jpnaudet@ifn.fr)
(gpignard@ifn.fr)

FIGURE 2

REPRÉSENTATION DU PAYSAGE, CALCULÉE D'APRÈS LA CARTE
DES FORMATIONS FORESTIÈRES représentée en figure 1, p. 471

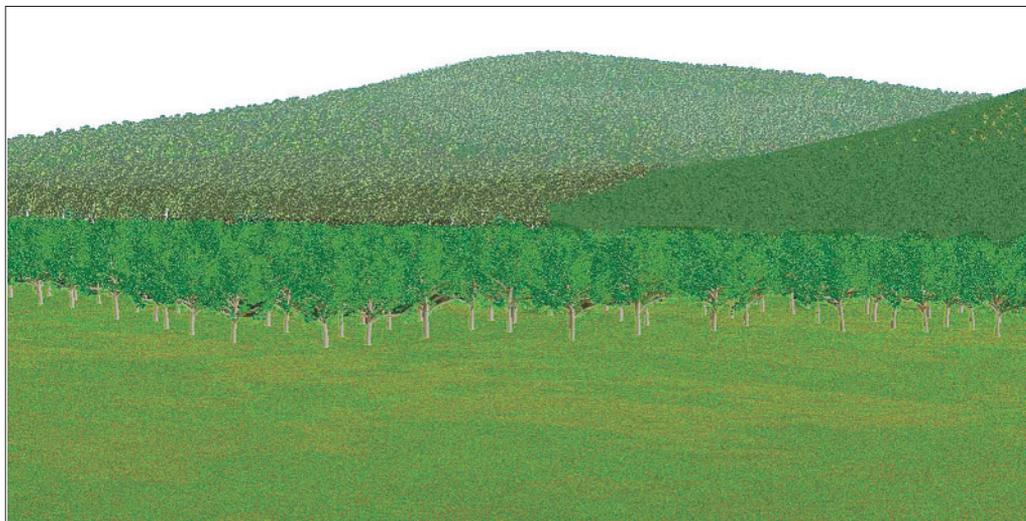


FIGURE 3

PHOTOGRAPHIE DU SITE ÉTUDIÉ



BIBLIOGRAPHIE

- AUCLAIR (D.), BARCZI (J.-F.), BORNE (F.), ÉTIENNE (M.). — Landscape visualisation software as a forest management decision support system. *In* : EFI proceedings. Proceedings International Conference Criteria and indicators for sustainable forest management at the forest management unit level. Nancy, 21-25/03/00. — 2000.
- LECOUSTRE (R.), SAITO (K.), KUMAGAY (Y.), HONJO (T.), REFFYE (P. de), ISHIDA (Y.). — Simulation d'un paysage forestier à partir d'un SIG et de la technique de modélisation des plantes. *In* : Modélisation et simulation de l'architecture des végétaux / J. Bouchon, P. de Reffye, D. Barthélémy, Eds. — Paris : INRA Éditions, 1997. — pp. 425-434 (Science Update).
- PERRIN (L.). — Imago Metropolis ou la modélisation procédurale du "grand paysage". — Note IAURIF n° 3, mars 2000, 4 p.
- REFFYE (P. de), ÉDELIN (C.), JAEGER (M.). — Modélisation de la croissance des plantes. — *La Recherche*, vol. 20, n° 207, 1989, pp. 158-168.
- REFFYE (P. de), HOULLIER (F.), BLAISE (F.), BARTHÉLÉMY (D.), DAUZAT (J.), AUCLAIR (D.). — Modélisation et simulation de la croissance d'une architecture végétale : une approche morphogénétique expérimentale. *In* : Tendances nouvelles en modélisation pour l'environnement / F. Blasco Ed. . — Paris : Elsevier, 1996. — pp. 91-112.