

# VERS UNE NOUVELLE CARTOGRAPHIE DES FORMATIONS FORESTIÈRES

Joël Boulier \*

**RÉSUMÉ.** Pour affranchir les utilisateurs des contraintes d'échelle liées à la collecte des données sur les forêts, nous présentons une méthode originale d'extrapolation spatiale des données ponctuelles sous contrôle des images satellitaires, ce qui permet l'élaboration d'un atlas forestier dynamique et d'une base de données géographiques forestières pertinentes.

• CARTOGRAPHIE • FORÊT • FUSION •  
IMAGE • INVENTAIRE • RESSOURCE •  
MULTISOURCE • SATELLITE

**ABSTRACT.** To those who are limited by scale constraints linked to forest data collection, we present an original method of punctual data space extrapolation, under satellite image control. This allows for the elaboration of a dynamic forest atlas and of a relevant geographic forest data base.

• FOREST • FUSION • IMAGE • MAPPING •  
MULTISOURCE • RESOURCE • SATELLITE •  
SURVEY

**ZUSAMMENFASSUNG.** Um den Benutzern Maßstab-verkleinerungen zu ersparen, die mit Walddatasammlung verbunden sind, empfehlennwir eine originelle Methode. Diese Methode erlaubt eine Raumhypothese von punktuellen Daten, unter der Kontrolle eines Satellitenbildes. Damit kann man einen dynamischen Waldatlas und eine zutreffende geographische Walddatenbasis.

• AUFGEHEN • BESTANDSAUFNAHME •  
BILD • KARTOGRAPHIE • MITTEL • SATEL-  
LIT • VIELQUELLE • WALD

Alors même que le rôle de l'IFN (Inventaire forestier national) est renforcé, la connaissance fine de la forêt et sa représentation se heurtent à la nature même des informations de l'inventaire. L'IFN fournit aux acteurs forestiers des données relatives à des points-échantillons (un pour quelque 300 hectares), pour plusieurs dizaines de variables (volume, essences, etc.), à l'échelle d'une décennie. Par ailleurs, l'IFN fournit aussi une cartographie des formations forestières, types de propriétés et régions forestières, à partir de photo-interprétation, selon le même pas de temps. Or les données ponctuelles ne permettent pas d'établir une cartographie spatialement continue des résultats d'inventaire et les données n'offrent pas une résolution temporelle suffisamment fine pour permettre une cartographie précise de la ressource forestière et de son évolution. Cependant, il existe un réel besoin de

cartes dendrométriques précises. Pour combler cette lacune, nous avons mis au point une méthode d'extrapolation spatiale de données ponctuelles, sous contrôle de l'imagerie satellitaire.

## Principes de la méthode

Les principes sont simples. Nous cherchons à connaître la valeur d'une variable dendrométrique pour tout carreau d'une zone géographique carroyée à l'hectare. Pour chaque individu, nous disposons de la valeur de cette variable et d'informations de type radiométrique. Il s'agit alors de comparer un carreau inconnu avec l'ensemble des points-échantillons : le carreau inconnu prendra la valeur du point-échantillon auquel il « ressemble » le plus, selon les valeurs radiométriques des pixels qui le composent.

\* UMR PRODIG, Université Paris I, 191 rue Saint-Jacques, 75005 Paris

## Étapes de la méthode

Les étapes sont les suivantes :

- toutes les données géographiques sont recalées dans un même référentiel ;
- un plan-image, servant de guide d'extrapolation, est construit par combinaison d'images de satellites, de manière à ce que le pouvoir différentiel de la signature spectrale des échantillons soit optimal pour les classes forestières étudiées (à chaque variable dendrométrique peut correspondre un plan-guide qui lui est propre) ;

- chaque point-échantillon est constitué de plusieurs pixels issus de ce plan-guide, et forme un carreau d'un hectare ;

- chaque ensemble de pixels est représenté dans un espace à  $n$  dimensions, de manière à représenter le mieux possible l'information radiométrique contenue dans chaque carreau ;
- nous construisons une distance entre individus et une dissimilarité entre groupes, afin de comparer les comportements radiométriques des individus ;

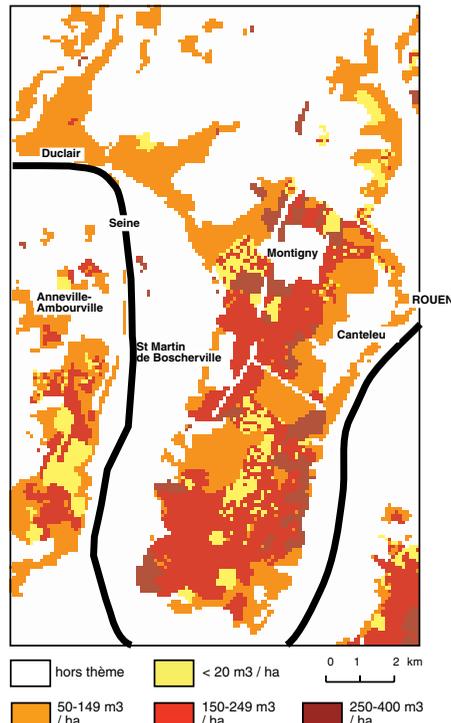
- nous regardons alors si les points-échantillons sont plus proches (dans l'ensemble de représentation) des autres individus de leur propre classe que de ceux d'une autre classe ; dans le cas contraire, tout point-échantillon litigieux est rejeté ;

- les points alors conservés forment l'ensemble d'apprentissage, et serviront à la classification finale de l'ensemble des éléments de la zone, régulièrement carroyée à l'hectare ;

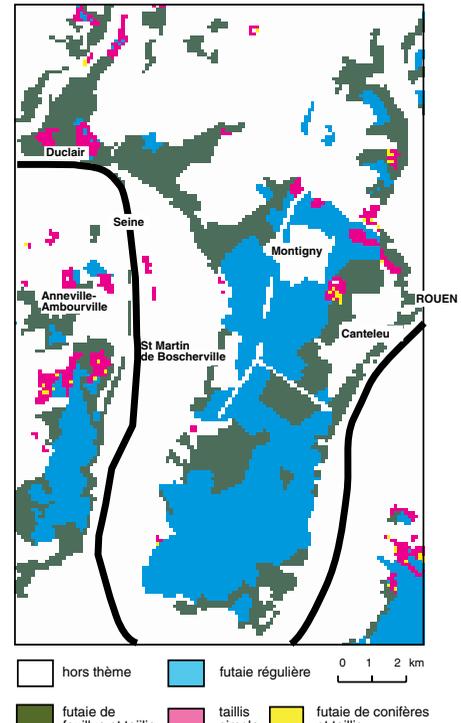
- les valeurs radiométriques de tout carreau « inconnu » du carroyage sont relevées et représentées de la même manière que celles des points-échantillons ;

- nous regardons alors, pour tout carreau, la classe la plus proche, au regard de l'ensemble d'apprentissage (principe des régions de Voronoi), et ainsi, chaque carreau se voit attribuer une valeur unique relative à la variable étudiée ;

- les résultats obtenus sont ensuite validés sur le terrain, d'une part, par une étude de cohérence, en les confrontant



1. Forêt de Roumare (Seine-Maritime) :  
classes de volume à l'hectare



2. Forêt de Roumare (Seine-Maritime) :  
structure forestière

aux données initiales de l'IFN et de l'Office National des Forêts (tris croisés, étude des relations statistiques et spatiales) et, d'autre part, en réalisant des transects le long desquels toutes les variables étudiées sont réellement mesurées : cette réalité de terrain est ensuite comparée aux résultats du carroyage obtenu et fournit alors un pourcentage de carreaux bien classés (92 % de réussite pour l'essence prépondérante, 93 % pour la composition comme pour la structure).

## Apports spécifiques de l'informatique

Les apports de l'informatique dans ce type de cartographie sont indéniables. Tout d'abord, l'application de cette méthode aurait été impensable sans de puissants supports de calcul. Toutes les étapes de l'extrapolation nécessitent un nombre très important de calculs, du recalage géométrique des données à la fourniture des résultats. Par ailleurs, les possibilités offertes en aval de cette extrapolation sont directement liées à l'informatique. La restitution des résultats n'est plus monolithique, grâce à la souplesse des traitements envisageables, tant dans les formats que dans les modes de représentation. De plus, les outils informatiques permettent

de croiser l'ensemble des données. L'algèbre de cartes, par exemple, fournit une autre réalité forestière, impossible sans l'ordinateur (localisation et qualité de la ressource en bois). Enfin, la géomatique et les données numériques apportent une souplesse générale aux inventaires : délais plus courts pour la fourniture de résultats fiables, forte répétitivité des inventaires, mise à jour rapide des bases de données. De fait, les traitements possibles de l'information géographique affranchissent les utilisateurs d'un certain nombre de problèmes d'échelles, dans l'espace et dans le temps. La mise au point et l'application de cette méthode ouvre donc une autre voie à la cartographie.

## Références bibliographiques

- BOULIER J., LANGLOIS P., 1994, «Méthode d'extrapolation spatiale de données descriptives ponctuelles des SIRS : application à la valorisation de l'Inventaire Forestier National», *Revue Internationale de Géomatique*, vol. 4, n° 3-4.
- BOULIER J., LANGLOIS P., 1995, «Methodology for building a geographical forestry database from a set of sample areas», Spa (Belgique) : 9<sup>e</sup> colloque de Géographie Quantitative et Théorique.
- BOULIER J., 1995, *Méthodologie et construction d'une base de données géographiques forestières, application à l'Inventaire Forestier National*, Rouen : Thèse de doctorat en Géographie, 425 p.

## Les nouvelles épreuves de géographie au baccalauréat

À compter de la session 1999, entrent en application les nouvelles épreuves d'histoire-géographie du baccalauréat général pour les séries L, ES, S et STT. Le *Bulletin Officiel de l'Éducation Nationale* (BOEN) du 20 mars 1997 définit ces nouvelles épreuves. La durée totale reste de 4 heures mais l'épreuve comprend dorénavant deux parties inégales. La première partie donne au candidat le choix entre trois sujets de difficulté équivalente : deux compositions et une étude de documents en histoire ou en géographie. C'est le recteur de l'académie responsable de l'élaboration des sujets qui tire au sort la discipline (histoire ou géographie) faisant l'objet de la première partie. La seconde porte obligatoirement sur l'autre discipline. Cette seconde partie donne au candidat le choix entre deux croquis de géographie en réponse à un sujet donné, ou deux commentaires d'un document d'histoire.

«La composition remplace la dissertation mais les objectifs demeurent identiques», précise le texte officiel, et l'une des deux compositions de géographie au moins prévoit la réalisation d'un croquis (à partir d'un fond de carte) mettant en valeur la dimension spatiale du sujet. La nouveauté vient de l'introduction de deux nouveaux types d'épreuves : l'étude de documents de géographie et la réalisation d'un croquis de géographie. En ce qui concerne l'étude de documents, le sujet fait apparaître une problématique claire et porte sur l'un des grands thèmes ou ensembles géographiques définis par le programme. Cinq documents (au maximum) sont soumis au candidat. Ils doivent être majoritairement des cartes, des croquis ou des schémas mais les statistiques, les graphiques et les textes ne sont pas exclus. L'exercice se décompose en trois parties toujours semblables : présentation des documents, puis sélection, classement, confrontation des informations géographiques tirées de l'ensemble des documents, regroupement de celles-ci par thèmes et, enfin, rédaction d'une réponse argumentée à la problématique en une page environ, en faisant appel, y compris de manière critique, à l'ensemble des informations tirées des documents. Cet exercice paraît positif dans la mesure où il amène le candidat à construire un raisonnement géographique et à synthétiser.

L'épreuve de réalisation d'un croquis de géographie est l'autre nouveauté. En réponse à un sujet donné qui porte, là encore, sur l'un des grands thèmes ou ensembles géographiques définis par le programme, le candidat doit réaliser un croquis accompagné d'une légende organisée, puis expliquer ses choix en quelques phrases. Il est convenu qu'une problématique claire (explicite ou implicite) le guidera. Un fond de carte est donné. Les sujets seront à l'échelle nationale (pour les États au programme), à l'échelle continentale ou mondiale. Aucun document n'accompagne le fond de carte, si ce n'est quelques brèves données statistiques. Ce nouvel exercice est incontestablement intéressant car il permet de juger de la capacité des candidats à hiérarchiser, à mettre en relation des phénomènes et à organiser une légende. Il réclame une véritable formation des élèves à la réalisation de croquis de géographie dès la classe de seconde (si ce n'est avant). Les enseignants d'histoire-géographie, n'en doutons pas, trouveront dans la préparation de cet exercice un excellent moyen de pratiquer une géographie active. – **Laurent Grison**