M@ppemonde

Cognition spatiale et invasion biologique en forêt de Compiègne : analyses à l'aide d'un SIG

Frédéric Roulier

Université de Picardie Jules Verne

Résumé. — *Prunus serotina* est une espèce invasive qui menace aujourd'hui la biodiversité des forêts françaises, en particulier le massif de Compiègne. L'article présente l'exploitation, dans un SIG, d'une carte cognitive relative à cette invasion biologique. L'approche employée confronte la cartographie de *Prunus serotina* mesurée selon un protocole botanique avec la représentation spatiale qu'en ont des gestionnaires forestiers du massif. La surestimation et la sous-estimation du phénomène sont cartographiées à partir d'une régression linéaire. L'analyse met en avant le rôle de la visibilité de *Prunus serotina* et, au-delà, celui de la relation à la plante.

Carte cognitive • Forêt de Compiègne • Invasion biologique • SIG

Abstract. Spatial cognition and biological invasion in the Compiègne forest : GIS analysis. — *Prunus serotina* is an invasive species that threatens the biodiversity of the French forests today, especially the Compiègne forest. The paper presents the exploitation in GIS of a cognitive map of this biological invasion. The described method consists in confronting the invasion measured by a botanical protocol with forester's spatial representations. The overestimation and the underestimation of the phenomenon are represented using a linear regression. The analysis underlines the role of the visibility of *Prunus serotina* and, beyond that, the relation with this plant.

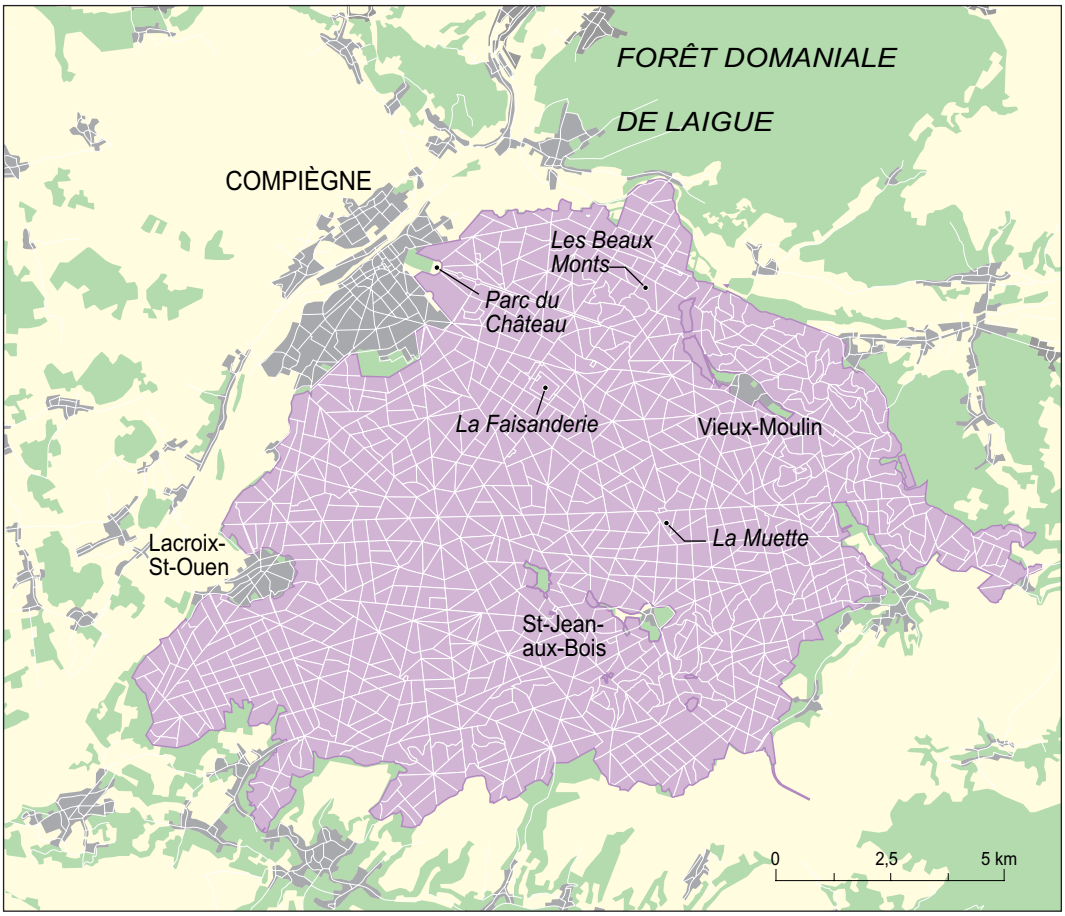
Biological invasion • Cognitive map • Compiègne forest • GIS

Resumen.— Cognición espacial y invasión biológica en el bosque de Compiègne : análisis con SIG.— Prunus serotina, especie invasiva, amenaza hoy la biodiversidad de los bosques de Francia, particularmente el de Compiègne. Se presenta la explotación, en un SIG, de un mapa cognitivo sobre esta invasión biológica. El trabajo confronta la cartografía de Prunus serotina medida según un protocolo botánico con la representación espacial de los forestales responsables del bosque. Se mapean la sobrestimación y la subestimación a partir de una regresión linear. El análisis distingue el papel de la visibilidad de Prunus serotina y la relación con la planta.

Bosque de Compiègne • Invasión biológica • Mapa cognitivo • SIG

Introduction

Originaire d'Amérique du Nord, le cerisier tardif *Prunus serotina* met aujourd'hui en péril la biodiversité des forêts de l'Europe occidentale (1). Le massif de Compiègne (fig. 1), classé en zone Natura 2000, est aujourd'hui la plus touchée des forêts françaises puisque plus des deux tiers de ses 14 442 ha sont affectés par la progression de la plante. La situation est préoccupante car, déjà, quelques îlots d'implantation de cette espèce allogène ont été repérés dans les massifs voisins, en particulier dans la forêt domaniale de Laigue…



1. La forêt domaniale de Compiègne

Pour mieux comprendre le processus invasif, il nous faut admettre que la forêt n'est pas uniquement tributaire de facteurs biologiques ou climatiques comme les tempêtes qui ont balayé la France en décembre 1999. La forêt est également produite pour partie par la société et ses représentations. Le cas de *Prunus serotina* constitue à cet égard un exemple révélateur. Considéré à l'origine comme un arbre ornemental et comme une essence de valeur, *Prunus serotina* a été intentionnellement introduit en Europe, dans les parcs et jardins botaniques au XVII^e^ siècle puis directement dans les forêts au XVIII^e^ siècle. En forêt de Compiègne, *Prunus serotina* aurait été introduit sous le second Empire, à partir d'une faisanderie pour servir de couvert et de garde-manger aux perdrix et faisans destinés à la chasse (2). La situation actuelle semble donc devoir beaucoup aux grandes qualités que l'on trouvait autrefois à cet arbre.

Aujourd'hui, en dépit d'une ample diffusion dans le massif, la plante n'a pas de visibilité sociale. Faute de représentations collectives, la question du *Prunus serotina* est abordée pour l'instant de façon partielle, à travers les cadres de connaissances et de pratiques des différents acteurs (Decocq, 2004) : les exploitants, ne pouvant l'affilier aux espèces usuelles, le qualifient de « bois bizarre » ou de « bois bâtard » ; non rentable, les experts forestiers l'ignorent ; le grand public (chasseurs, randonneurs, VTTistes, pêcheurs, associations non naturalistes), tout en constatant sa présence, ne peut lui attribuer de nom et ne le perçoit pas comme une menace pour la forêt…

Nous envisageons de mettre en rapport par la carte deux de ces regards portés sur *Prunus serotina*, celui du chercheur et celui du gestionnaire forestier de l'ONF.

1. *Méthodologie générale*

1.1 Confronter deux rapports à *Prunus serotina*

La question de la biodiversité est devenue un thème prioritaire de recherche en France (3). Après la destruction des habitats, l'introduction d'espèces allochtones est en effet considérée comme la seconde cause d'appauvrissement de la diversité biologique. Un système d'information géographique a ainsi été mis en place, dans le cadre d'un programme de recherche pluridisciplinaire (4), pour analyser la dynamique invasive de *Prunus serotina* en forêt de Compiègne. Or, si l'aptitude des SIG à modéliser le monde traduit en filigrane les modèles cognitifs des acteurs de l'aménagement du territoire (Roche, 1998), elle pourrait bien révéler aussi ceux des chercheurs sur la spatialisation des phénomènes. La production des données sur *Prunus serotina*, le choix des couches à croiser (sols, peuplements, chablis, drainage…) et les méthodes d'analyse (grilles de cellules, statistiques spatiales, modélisation mathématique) s'attachent en effet à mettre en évidence, comprendre et prévenir une dynamique invasive. Initialement du moins, le SIG et ses produits n'expriment que le point de vue et les attentes du chercheur.

Les gestionnaires forestiers de l'ONF constituent un second groupe sensibilisé à la question du *Prunus serotina*. Dès 1971, la plante est ressentie comme une menace économique par le responsable régional de l'époque. Exploitant au mieux les apports de lumière, elle parvient en effet à se développer rapidement à l'occasion des coupes à blanc et empêche la régénération des essences commercialisables. Mais c'est seulement depuis une dizaine d'années que le « problème » posé par *Prunus serotina* est reconnu par l'ensemble des agents de l'ONF du massif de Compiègne.

Des travaux socioanthropologiques (Javelle, 2004) montrent cependant que, faute de statut social, l'invasion biologique en forêt de Compiègne n'est pas traitée d'un point de vue global et systématique associant de multiples savoirs. Les forestiers abordent *Prunus serotina* à travers leur propre schéma technique d'exploitation sylvicole (5) (Decocq, 2004). Surtout, adoptant plus souvent la forme de taillis que celle de tiges commercialement exploitables, la plante pourrait bien en partie rester cachée aux yeux mêmes des professionnels de la forêt qui la confondent d'ailleurs fréquemment avec des espèces indigènes, en particulier le cerisier à grappes (*Prunus padus*).

Comment concevoir une cartographie de ces deux rapports distincts à *Prunus serotina* ? Peut-on mettre en évidence par une approche statistique ce qui les sépare ?

1.2 Traitements des données

L'analyse statistique suppose en premier lieu une cartographie des deux représentations du phénomène dans le SIG (6) :

- les données de la « carte scientifique » ont été collectées en juillet et août 2002, selon un protocole mis au point par des botanistes. Les indices de contamination présentés ici s'échelonnent de 0 à 30 ;
- une « carte cognitive » de synthèse a été élaborée à partir d'une enquête réalisée auprès de 13 des 14 agents de l'ONF en février 2005. Les données ont été étalonnées par rapport à la valeur 100 qui nous semble constituer un maximum plus expressif que les indices calculés ;
- enfin, les données de ces deux cartes ont été transférées vers une grille composée de 9 216 cellules de 250 m de côté. Les analyses statistiques s'appuient sur ce carroyage permettant, par ailleurs, d'exploiter d'autres découpages que le parcellaire forestier.

La confrontation des deux représentations est tout d'abord établie dans un graphique cartésien à partir des données du SIG. L'intensité de la relation entre les deux caractères

est estimée par le coefficient (**r**) de corrélation linéaire de Bravais Pearson. Le nuage de points est ensuite résumé par un ajustement linéaire. La droite de régression est calculée en prenant les comptages sur le terrain comme variable explicative et la représentation des agents comme variable à expliquer.

Les écarts entre les valeurs attendues calculées par le modèle et les valeurs observées de la représentation sont donc supposés exprimer la sous-estimation (résidus négatifs) et la surestimation (résidus positifs) du phénomène d'invasion par rapport au modèle. Les écarts sont enfin analysés à travers une carte des résidus de régression puis par un graphique les rapportant aux indices d'agglomération moyens par strate.

2. *La « carte scientifique »*

La cartographie du phénomène s'appuie ici sur une approche méthodique de prospection systématique réalisée sur l'ensemble du massif (7) (Chabrerie *et al.*, 2006). Le repérage par GPS a été réalisé par un groupe composé de chercheurs et d'étudiants préparés à l'identification de *Prunus serotina*.

Pour les besoins de l'étude botanique, les données initiales ont été recueillies pour 3 strates de développement : strate herbacée (moins de 1 m), strate arbustive (état non mature de 1 à 3 m) et strate arborescente (état mature de plus de 3 m).

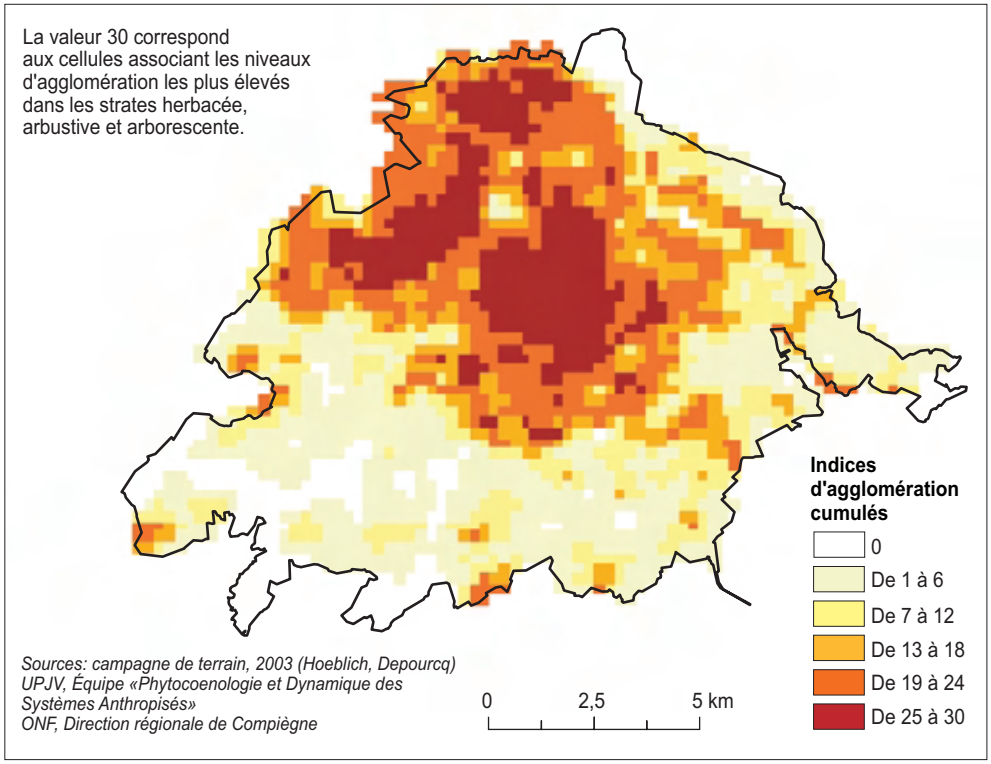
Le protocole de l'étude botanique affecte un indice d'agglomération, indicateur de gravité de l'invasion, à chaque parcelle forestière et dans chacune des strates observées (indices d'agglomération de Braun-Blanquet) :

- indice 1 : éléments ponctuels (individus isolés) ;
- indice 2 : population très fragmentée (mosaïque de petites taches) ;
- indice 3 : population pas (enclave) ou peu (grandes taches) fragmentée ;
- indice 4 : population linéaire (corridor), éventuellement anastomosée (réseau) ;
- indice 5 : population matricielle (peuplement dense).

Cette méthode de recensement nécessite une carte par strate de développement pour rendre compte précisément du phénomène invasif. Pour établir une seule carte de synthèse, indispensable à notre approche comparative, nous avons affecté une nouvelle codification aux parcelles en considérant que l'intensité de l'invasion dépendait à la fois des indices d'agglomération et des strates contaminées : la strate herbacée est ainsi codée selon les indices 1 à 5, la strate arbustive est codée de 6 à 10 et la strate arborescente est codée de 11 à 15. Chaque parcelle forestière est ensuite affectée d'une valeur correspondant à la somme des 3 indices relevés dans chaque strate. Les valeurs s'échelonnent donc théoriquement de 0 (8) à 30. La figure 2 montre qu'une grande partie du centre du massif et de sa moitié nord est fortement affectée. Cette distribution spatiale correspond aux sols podzoliques et bien drainés.

3. *La collecte et le codage des cartes cognitives*

Nombreuses sont les métaphores qui renvoient à l'encodage de la connaissance spatiale : images environnementales et cartes caoutchouc (Lynch, 1971), atlas cognitifs (Kuipers, 1982), collages cognitifs (Tversky, 1993)… L'expression de « carte mentale » est sans doute la plus utilisée (Gould, White, 1986). Ambiguë, elle suggère l'existence de cartes préexistantes auxquelles la conscience aurait accès. Les travaux récents en la matière montrent que la cognition spatiale traite en réalité des données de nature très différente, à la fois propositionnelle et analogique, rassemblées pour les besoins d'une tâche précise (Barkowsky, 2003). Il n'en reste pas moins que le produit cognitif final relève du visuel.



2. L'invasion de *Prunus serotina* mesurée sur le terrain

Pour Michel Denis (1994), « l'image constitue un instrument cognitif au service de la planification et de la régulation de l'action de l'individu dans son environnement spatial ». C'est pourquoi la méthode employée pour externaliser le contenu spatial des représentations est fondée sur l'expression graphique et la technique de la *sketch map*. Il s'agit donc de demander aux personnes interrogées de dessiner à main levée et de mémoire leur espace de l'invasion.

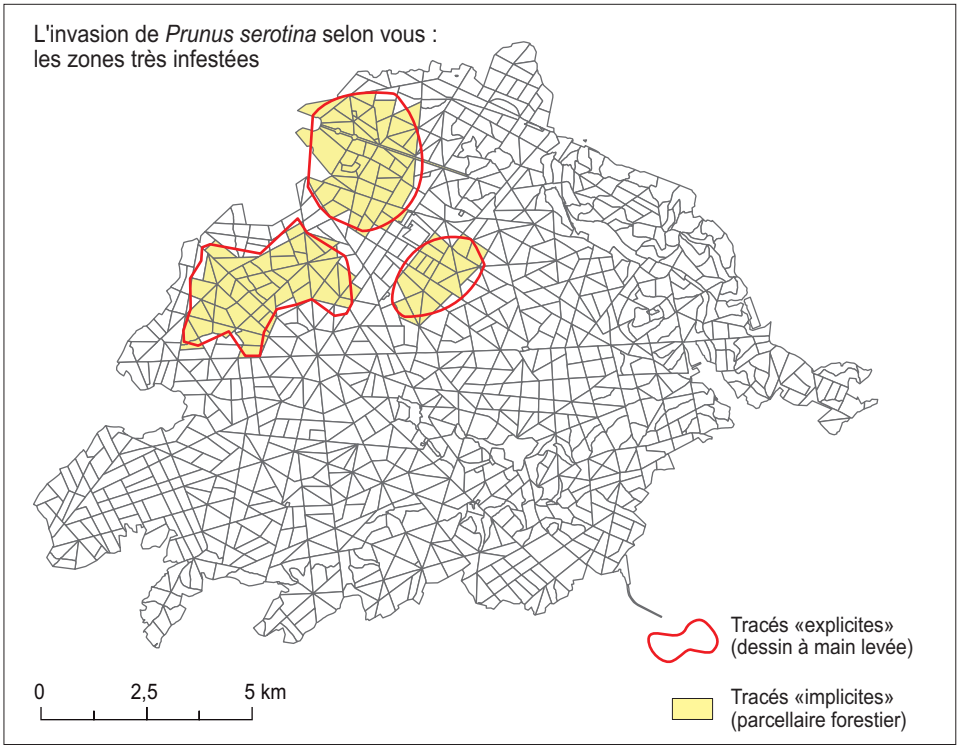
Sur le plan méthodologique, il nous faut à ce stade établir une correspondance entre les mots d'un texte (substance de l'analyse sémantique des représentations) et les fragments d'un espace (substance de l'analyse spatiale des représentations). Deux grandeurs peuvent en effet être utilisées pour établir les représentations mentales à partir d'un matériau textuel : la fréquence et l'importance. La première, correspond au nombre de fois où un mot a été inclus dans les propos (9) d'une population donnée (Abric, 2003). Comme le souligne J.-C. Abric, la fréquence est alors un indicateur de centralité dans la représentation. Mais pour l'auteur, cette « saillance » n'est pas suffisante. Elle doit être complétée par l'importance accordée aux mots cités. Nous avons utilisé la combinaison fréquence-importance pour la cartographie des représentations spatiales. La fréquence correspond dans ce cas aux occurrences de parcelles forestières dans les dessins du groupe.

L'importance est traduite dans l'enquête par un jeu de plusieurs cartes. Le choix des thèmes a été arrêté sur les conseils d'un des agents de l'ONF (ne participant pas à l'enquête) afin de proposer une échelle de valeurs appartenant à l'univers sémantique des forestiers.

Quatre niveaux d'intensité correspondant à quatre cartes par individu ont été collectés :

- code 1 : zones peu ou pas infestées ;
- code 2 : zones moyennement infestées ;
- code 3 : zones très infestées ;
- code 4 : zones où l'échec de la régénération s'explique par la présence de *Prunus serotina*.

Basées sur des fonds vierges du parcellaire forestier, 52 cartes ont été ainsi dessinées, numérisées puis géo-référencées dans le SIG (fig. 3).



3. La numérisation des zones très infestées (exemple de l'agent n° 13)

4. *La méthode de cartographie cognitive*

La méthode consiste à combiner la fréquence et l'importance en calculant pour le groupe la somme des importances attribuées à chaque parcelle. La carte de synthèse est donc fondée sur des tracés implicites, ceux du parcellaire inclus dans les dessins des gestionnaires forestiers (fig. 3). Le prétraitement des données suppose un regroupement en trois étapes de l'information concernant chaque agent :

• le recodage des parcelles forestières implicitement désignées par chaque agent dans ses cartes (de 1 à 4 pour l'importance de l'invasion) ;

• le regroupement en couches individuelles des quatre cartes concernant l'évaluation de l'invasion ;

• la moyenne des importances pour la couche individuelle (10).

Quatre étapes sont ensuite à distinguer dans l'élaboration d'une carte cognitive :

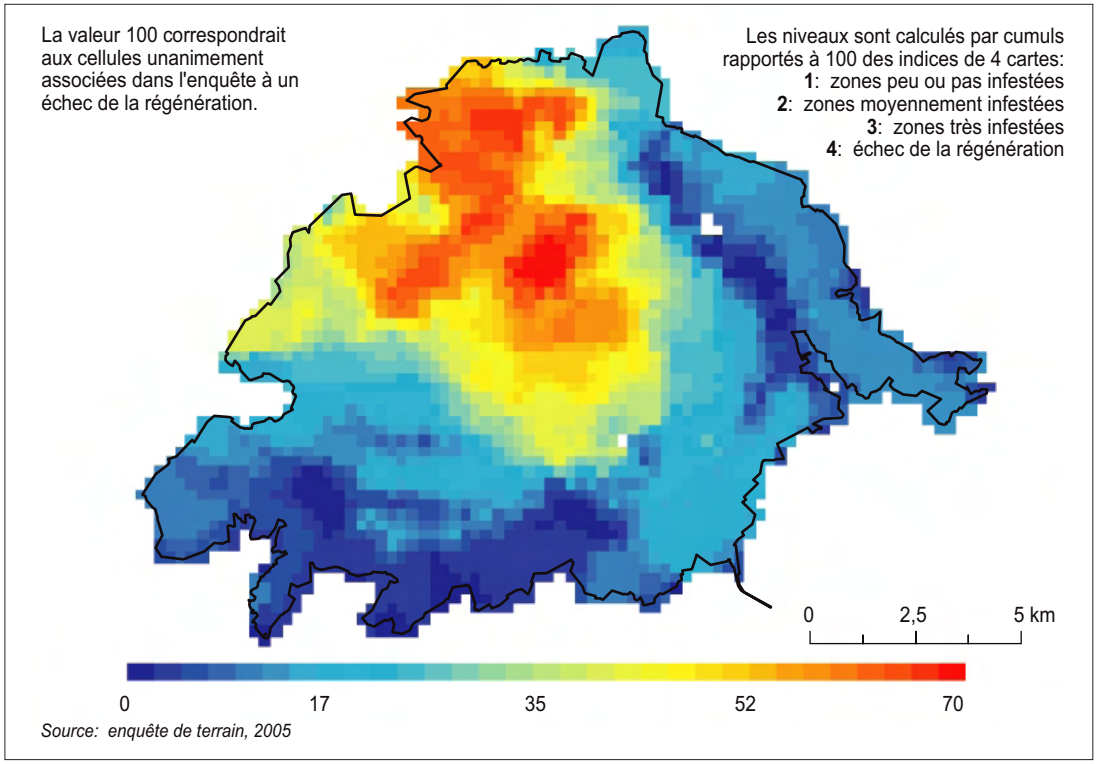
• le regroupement des couches individuelles de tout ou partie de la population enquêtée (la carte présentée porte sur la population totale) ;

• la fusion en une seule couche des cartes sélectionnées et le calcul pour chaque parcelle forestière de la somme des degrés d'importance (degrés d'importance cumulés, DIC) ;

• le transfert des degrés d'importance cumulés dans les cellules de la grille. Même s'il s'agit de nombres, les données sont de nature qualitative et ne correspondent pas à un effectif. Le transfert vers le carroyage n'est donc pas effectué au prorata des surfaces. La valeur transmise à une cellule correspond à la moyenne des DIC des parcelles recouvrant cette cellule ($\overline{DIC}$) ;

• la transformation des données de la grille. Les degrés d'importance cumulés sont étalonnés sur une échelle de 0 à 100 de la manière suivante :

$$\overline{DICi'} = \frac{\overline{DICi}}{n * DImax} * 100$$



4. La représentation de l'invasion chez les forestiers

où :

$\overline{DICi}$ correspond au degré d'importance cumulé moyen pour la cellule i ;
n correspond au nombre d'individus enquêtés ;
*DI*max correspond au degré maximum (4 dans l'exemple).

$\overline{DICi'}$ varie donc entre 0 et 100. La valeur 100 correspond à une situation théorique où tous les agents auraient affecté le degré maximum à une même zone contenant la cellule i (fig. 4).

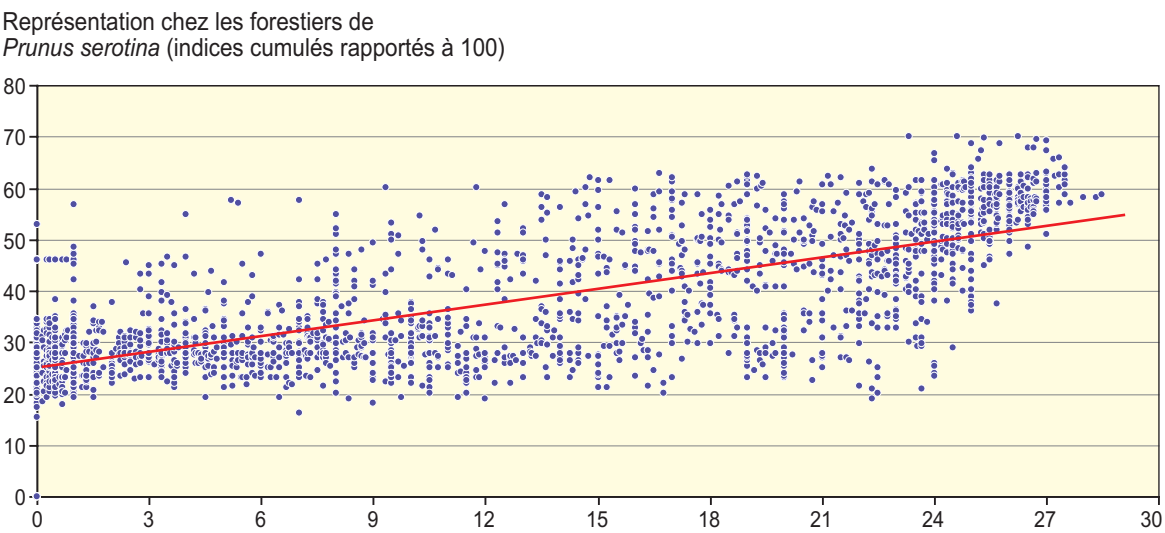
5. *Analyse des écarts à l'ajustement linéaire*

5.1 Accord des deux représentations pour les indices élevés

L'analyse statistique porte sur les 2610 cellules significatives correspondant à l'implantation de la forêt de Compiègne. Par sa forme générale, le nuage de points (fig. 5) témoigne visuellement d'une corrélation positive entre les cellules des deux cartes (le coefficient de Bravais-Pearson **r** atteint 0,75). La distribution se révèle toutefois hétérogène. Chargée aux deux extrêmes, elle semble regrouper deux sous-populations.

Un premier groupe concerne les cellules d'indice de contamination inférieur à 15. Il n'y a pas ici de véritable liaison entre les deux caractères puisque la représentation s'établit ici peu ou prou à 30 %. À l'inverse, pour le second groupe, constitué par les cellules d'indices de contamination élevés (entre 18 et 27), le nuage s'organise globalement selon une pente assez harmonieuse, témoignant là d'une liaison statistique entre les deux variables.

Pour ce qui est des indices de contamination moyens (entre 15 et 18), la distribution apparaît aléatoire et la représentation varie entre 20 % et 60 %. L'ajustement analytique initialement envisagé est de type linéaire, mais un ajustement exponentiel aurait pu être employé, eu égard à la forme du nuage. Le graphique montre en effet que, souvent, la surestimation (résidus positifs) est associée à une forte pénétration de *Prunus serotina*. Inversement, la sous-estimation (résidus négatifs) renvoie généralement à de faibles densités de la plante.



5. Le graphique cartésien

5.2 Quelles explications pour les résidus ?

Onze classes ont été retenues pour la cartographie des résidus (11) (fig. 6). Le graphique de distribution indique que la classe centrale, correspondant à la meilleure adéquation entre la mesure sur le terrain et la représentation de *Prunus serotina* par les forestiers, rassemble déjà près du tiers de la surface. Si l'on ajoute les deux classes périphériques, c'est plus de 60 % du massif forestier qui se trouve être évalué globalement de la même manière dans les deux cas.

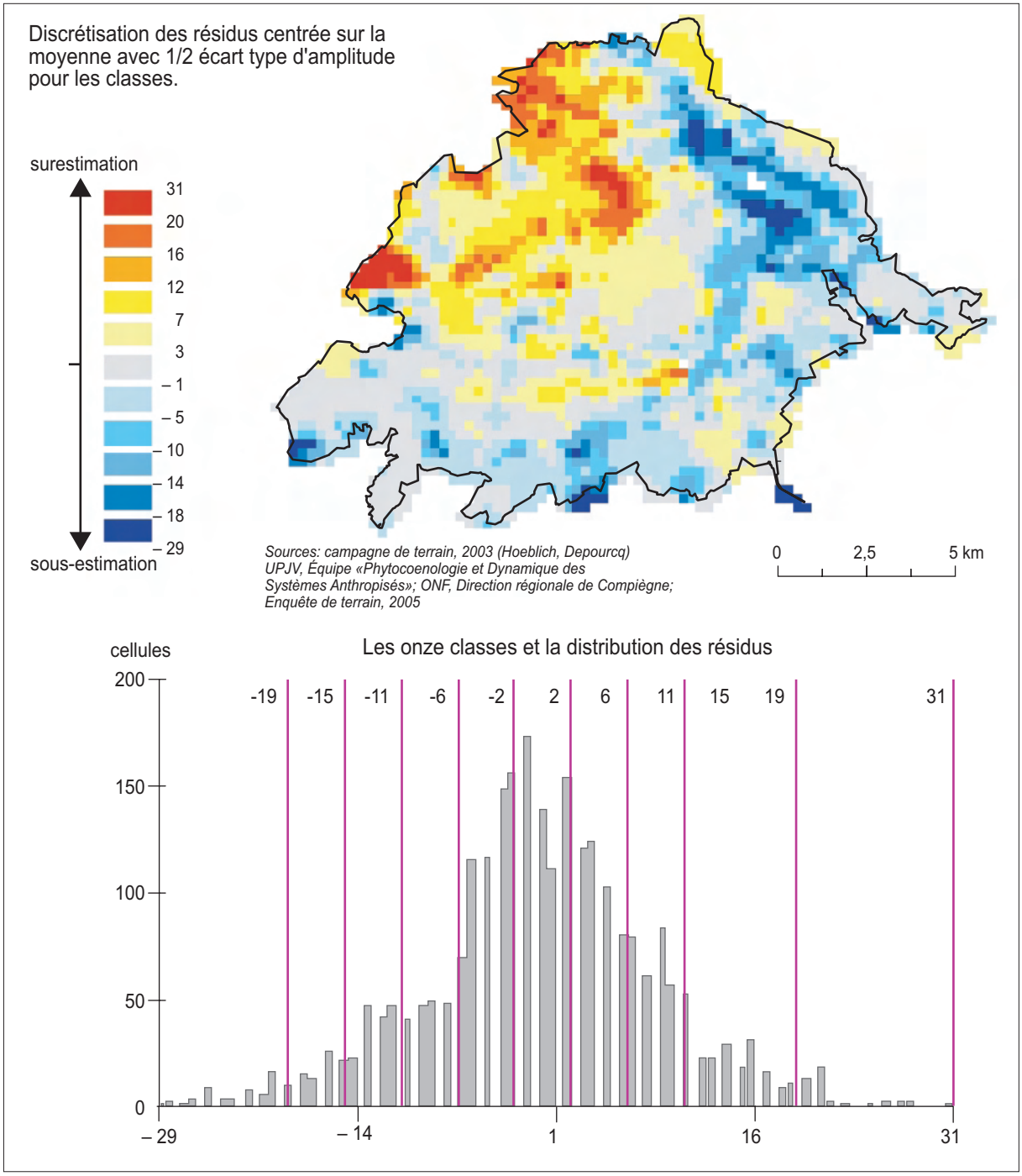
Pour le reste, on observe au Nord-Est une sous-estimation de l'invasion, peut-être due à un refus de voir le processus dans un secteur habité (Vieux-Moulin). À l'inverse, on constate une forte surestimation pour des zones de faible pénétration ou même d'absence totale de *Prunus serotina* (prairie de la Faisanderie, abords de Compiègne, Avenue des Beaux-Monts). Comment expliquer ces différences ? Sont-elles dues à une généralisation incluant dans les dessins des zones épargnées mais cernées par la plante allogène ou bien à une présence effective de celle-ci dans les représentations des agents ? Dans tous les cas, la carte des écarts au modèle ne nous renseigne pas sur les logiques mises en œuvre dans les tracés. Celles-ci ne sont intelligibles que par l'intermédiaire d'entretiens.

5.3 *Prunus serotina* invisible

L'agglomération moyenne de *Prunus serotina* a été calculée pour chacune des trois strates à l'intérieur des zones correspondant aux onze classes de résidus (12) (fig. 7). On précise ici les observations précédentes à propos des écarts positifs.

Jusqu'à un certain seuil de surestimation, l'exagération du phénomène va de pair avec des indices d'agglomération croissants, et cela dans les trois strates ; puis la courbe s'infléchit brutalement : la surestimation extrême correspond à une présence discrète, voire une absence totale de la plante.

On observe ensuite un phénomène constant : la strate herbacée présente des indices d'agglomération plus forts que ceux de la strate arbustive, eux-mêmes toujours supérieurs à ceux de la strate arborescente. Une différence notable apparaît en revanche entre la surestimation et la sous-estimation. Dans le premier cas, les niveaux d'agglomération sont assez proches dans les trois strates ; dans le second cas, les écarts se creusent et

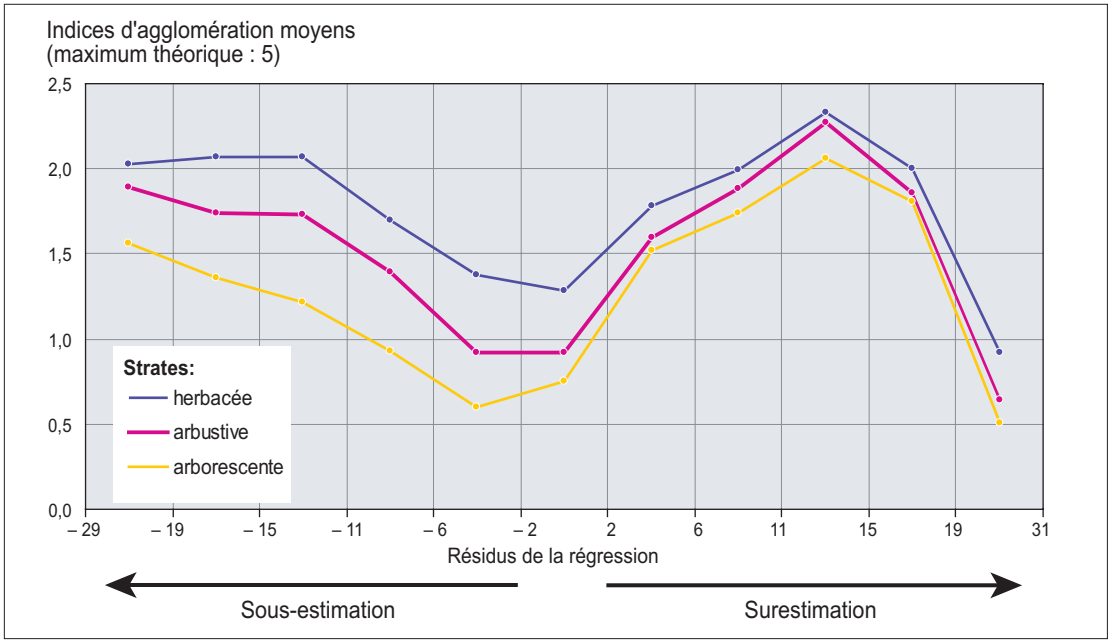


6. Écarts entre la représentation observée de l'invasion et la représentation calculée d'après l'invasion mesurée sur le terrain

l'agglomération moyenne mesurée sur le terrain doit beaucoup plus aux strates herbacée et arbustive qu'à la strate arborescente. La sous-estimation observée semble bien liée au niveau de développement de la plante et à sa visibilité.

Conclusion

Les représentations spatiales du gestionnaire forestier et du chercheur se révèlent globalement assez proches. On note toutefois des écarts liés au stade de développement de la plante. L'analyse statistique vient par là confirmer en fin de compte l'existence de deux rapports différents au phénomène *Prunus serotina*.



7. Les résidus rapportés aux indices d'agglomération par strate

Le chercheur, préoccupé par une dynamique invasive, s'attache à l'exhaustivité, prenant notamment en compte dans sa représentation les états de faible développement (herbacé en particulier), fondamentaux dans le processus (13). Le forestier a lui aussi une vision professionnelle de *Prunus serotina* ; il l'identifie mieux à l'état arborescent, c'est-à-dire sous une forme exploitable, qu'à l'état de plantules, supposées sans intérêt et peu menaçantes. Les deux représentations de l'invasion ne coïncident donc qu'à partir du moment où la plante devient visible pour le forestier. D'une manière générale, les zones de sous-estimation du phénomène sont caractérisées par une forte proportion de plantes de taille modeste.

À l'issue de cette recherche, il apparaît souhaitable qu'une telle approche soit complétée par une série d'entretiens destinés à justifier les croquis et à mieux comprendre l'estimation spatiale des phénomènes.

Bien qu'apportant un éclairage complémentaire sur la même réalité, les représentations spatiales sont encore peu associées aux données objectives composant classiquement les SIG. Il est vrai que les différences sont grandes entre les deux types d'espace. Alors que le SIG traite un référentiel unique, chaque individu recourt à sa propre métrique pour se déplacer ou communiquer (14). De plus, contrairement au SIG, notre rapport à l'espace varie selon les échelles mais également, nous l'avons constaté ici, en fonction des logiques qui l'organisent. Ainsi que le souligne Christopher Gold (1992), les différences inévitablement observées entre les espaces représentés des individus sont bien peu de chose face au gouffre qui sépare encore le modèle cognitif humain de l'espace (même s'il reste encore sujet à discussion) et les modèles de structuration de l'information actuellement utilisés dans les SIG.

Remerciements

J'adresse mes remerciements à l'Office national des Forêts (Direction régionale de Compiègne), en particulier à Jérôme Jaminon, Michel Leblanc, ainsi qu'aux agents qui ont bien voulu répondre au questionnaire.

Références bibliographiques

ABRIC J.-C. (2003). « L'analyse structurale des représentations sociales ». In MOSCOVICI S., BUSCHINI F., dir., *Les Méthodes des sciences humaines*. Paris : PUF, p. 375-392. ISBN : 2130530664

Glossaire

Carte cognitive. Processus composé d'une série de transformations psychologiques par lesquelles un individu acquiert, stocke et décode de l'information sur l'emplacement et les attributs d'un phénomène, dans son environnement spatial de tous les jours.

Chablis. Arbre (ou groupe d'arbres) renversé, déraciné, ou rompu par le vent, ou brisé par le poids de la neige, de la glace, ou de l'âge.

Cognition spatiale. Connaissance et représentation interne, ou cognitive, de la structure, des entités et des relations de l'espace. Reflet interne et reconstruction de l'espace dans l'esprit.

Coupe à blanc. Mode de régénération qui donne un peuplement équienne, où les nouveaux semis s'installent dans des micro-environnements complètement dégagés par la coupe de tous les arbres, ou de presque tous les arbres. La régénération pourra se faire naturellement, ou par plantation, ou ensemencement. La coupe peut se faire par blocs, ou par bandes, ou par bouquets.

Régénération. Renouvellement d'un peuplement forestier par voie naturelle ou artificielle. C'est aussi le jeune peuplement ainsi obtenu. Il a été constaté que les régénérations entièrement naturelles (liées au chablis) ou consécutives à des coupes pratiquées par les forestiers (coupes à blanc) étaient parfois compromises par la présence de *Prunus serotina*.

Représentation analogique. Représentation se rapportant aux images (visuelles, auditives, olfactives, gustatives, tactiles).

Représentation propositionnelle. Représentation se rapportant au langage et utilisant des concepts articulés les uns aux autres.

Barkowsky T. (2003). *Mental representation and processing of geographic knowledge – A computational approach*. Berlin : Springer, 174 p. ISBN : 3540002162

Chabrerie O., Hoeblich H., Decocq G. (2006). « Déterminisme et conséquences écologiques de la dynamique invasive du cerisier tardif (*Prunus serotina* Ehrh.) sur les communautés végétales de la forêt de Compiègne ». *Acta Botanica Gallica*, à paraître.

Decocq G. (2004). « Dynamique invasive du cerisier tardif, *Prunus serotina* Ehrh., en système forestier tempéré : déterminants, mécanismes, impacts écologiques, économiques et socioanthropologiques ». In Decocq G., dir., *Rapport intermédiaire du programme INVABIO II* - Prunus serotina. Paris : Ministère de l'Écologie et du Développement durable, Université de Picardie Jules Verne, 38 p.

Denis M. (1994). *Image et cognition*. Paris : PUF, 198 p. ISBN : 978-2-13-042250-1

Freundschuh S.-M., Egenhofer M.-J. (1997). « Human Conceptions of Spaces : Implications for Geographic Information Systems ». *Transactions in GIS*, vol. 2, n° 4, p. 361-375.

Gold C.-M. (1992). « The Meaning of 'Neighbour' ». In Frank A., Campari I., Fomentini U., dir., *Theories and Methods of Spatio-Temporal Reasoning in Geographic Space*. Berlin : Springer, coll. « Lecture Notes in Computing Science », n° 639, p. 220-235. ISBN : 0387559663

Gould P., White R. (1986). *Mental Maps*. Winchester, Mas. : Allen & Unwin. ISBN : 0415084822

Hirtle S.-C. (1998). « The cognitive atlas : Using GIS as a metaphor for memory ». In Egenhofer M.-J., Golledge R., dir., *Spatial and temporal reasoning in geographic information systems*. Oxford : Oxford University Press, p. 263-271. ISBN : 0195103424

Javelle A. (2004). *Aspects anthropologiques de l'invasion de la forêt domaniale de Compiègne par* Prunus serotina. Paris : Muséum national d'histoire naturelle, 45 p., mémoire de DEA.

Kuipers B.-J. (1982). « The 'Map in the Head' Metaphor ». *Environment and Behavior*, vol. 14, n° 2, p. 202-220.

Lynch K. (1971). *L'Image de la cité*. Paris : Dunod, 232 p. ISBN : 2100037161

Roche S. (1998). « L'appropriation sociale des technologies de l'information géographique ». *L'Espace géographique*, n° 4, p. 317-327.

TVERSKY B. (1993). « Cognitive Maps, Cognitive Collages, and Spatial Mental Models ». In FRANK A., CAMPARI I., dir., *Spatial Information Theory - A Theoretical Basis for GIS*. Berlin : Springer, coll. « Lecture Notes in Computing Science », n° 716, p. 14-24. ISBN : 0387572074

Notes

1. Allemagne, Pays-Bas, Belgique, Danemark, Pologne, Autriche, Roumanie, Sud de l'Angleterre, Nord de l'Italie, Nord-Est de la France.

2. D'autres sites peuvent être à l'origine de l'introduction de *Prunus serotina* : le Parc du Château, les Beaux Monts, La Muette.

3. Second Comité interministériel de la Recherche scientifique et technologique du 1er juin 1999.

4. Programme de recherche « Dynamique invasive du cerisier tardif, *Prunus serotina L.*, en système forestier tempéré : déterminants, mécanismes, impacts écologiques, économiques et socioanthropologiques » (programme INVABIO II, Ministère de l'Écologie et du Développement durable, convention n° 09-D/2003).

5. Ils ont par exemple une grande confiance dans les moyens de neutralisation habituellement employés (arrachages, coupes, traitements chimiques…).

6. Logiciel ESRI ArcGIS.

7. La méthode s'apparente à une battue en ligne pour le comptage du gibier.

8. *Prunus serotina* est totalement absent dans certaines parcelles.

9. Méthode de l'association libre.

10. Même si les thèmes des cartes sont différents puisque gradués, des recoupements ont été observés dans les tracés. Une moyenne individuelle des réponses est donc nécessaire.

11. Les classes extrêmes ont été fusionnées car les effectifs étaient très faibles.

12. C'est l'échelle de mesure botanique qui est retenue pour le graphique (de 0 à 5). Elle correspond aux niveaux d'agglomération observés par strate sur le terrain.

13. *Prunus serotina* peut rester en effet de nombreuses années à l'état de plantule avant de croître rapidement s'il trouve des conditions favorables de luminosité (syndrome d'Oscar).

14. Cet obstacle a été en partie levé dans la mesure où le groupe interrogé avait l'habitude de travailler et d'échanger à partir du parcellaire forestier utilisé comme support des dessins dans l'enquête.

Adresse de l'auteur

Université de Picardie Jules Verne, Département de Géographie, Amiens - UMR 6590 ESO, Laboratoire CARTA, Angers. Courriel : frederic.roulier@wanadoo.fr.