

VERS UNE DEFINITION UNIQUE DES ZONES PERIURBAINES? L'APPORT DE L'ECOLOGIE DU PAYSAGE POUR LA SEGMENTATION DU GRADIENT URBAIN-RURAL

M. ANDRE, DOCTORANTE, UNIVERSITE DE LIEGE, GEMBLoux AGRO-BIO TECH, UNITE BIODIVERSITE ET PAYSAGE

G. MAHY, PROFESSEUR, UNIVERSITE DE LIEGE, GEMBLoux AGRO-BIO TECH, UNITE BIODIVERSITE ET PAYSAGE

P. LEJEUNE, PROFESSEUR, UNIVERSITE DE LIEGE, GEMBLoux AGRO-BIO TECH, UNITE DE GESTION DES RESSOURCES FORESTIERES ET
DES MILIEUX NATURELS

J. BOGAERT, PROFESSEUR, UNIVERSITE DE LIEGE, GEMBLoux AGRO-BIO TECH, UNITE BIODIVERSITE ET PAYSAGE

Résumé : Cette étude présente une méthode de segmentation du gradient urbain-rural qui s'appuie sur des éléments et indices paysagers décrivant la composition et la structure paysagères. Ces indices illustrent sous forme quantifiable les caractéristiques morphologiques les plus couramment citées pour décrire les différentes zones situées dans le gradient.

Mots-clés : gradient urbain-rural, indices de structure spatiale, morphologie, patron paysager, sémantique

1 INTRODUCTION

Depuis la sédentarisation de l'homme et l'avènement de l'agriculture, l'homme n'a cessé d'augmenter son emprise sur les ressources naturelles (Mazoyer et Roudart, 1997). L'augmentation continue des rendements agricoles, le passage progressif d'une société de production à une société de services dans de nombreuses régions du monde ont contribué à la création des villes puis à leur extension suite à l'afflux de populations venues de la campagne, ce dernier phénomène étant mieux connu sous le nom d' "exode rural" (World Bank, 1984; FAO, 2002). Il n'existe pas de réel consensus concernant l'existence ou non d'un potentiel "exode urbain", phénomène aussi connu sous les noms de "rurbanisation" ou de "contre-urbanisation", qui désigne le retour des citadins vers les zones rurales (Hervoët, 2001). En effet, certains auteurs préfèrent parler d'une simple redistribution de la population urbaine à l'intérieur du "système urbain" (Hervoët, 2001). Toujours est-il que cette (re)colonisation, caractérisée par une expansion diffuse de la ville dans un milieu mitoyen gardant son caractère rural, porte un nom: la périurbanisation (Hervoët, 2001; Fisher, 2003). L'agriculture, la déforestation et la (péri)urbanisation sont donc les trois phénomènes principaux de dynamique paysagère conduisant à l'anthropisation des paysages (Rudel, 2009). Cette contribution se concentre sur le troisième des trois phénomènes. De l'an 100 à 1850, la proportion de population mondiale vivant dans un environnement urbain n'a probablement jamais dépassé 6% (World Bank, 1984). En 1920, cette proportion est passée à 14% puis à 40% en 1980 avant d'atteindre 50% en 2000 (Rodiek, 1995). Aujourd'hui, le nombre de personnes vivant dans ce qu'on désigne sous le terme de "ville" a dépassé celui des personnes vivant en dehors; il est attendu qu'il augmente à près de 70% en 2050 (United Nations, 2007). Cette dominance de population urbaine se vérifie depuis quelques dizaines d'années dans les pays industrialisés alors que dans les pays non industrialisés, cela devrait être le cas dans les années à venir (World Bank, 1984; United Nations, 2007). L'extension des villes n'est pas sans effet; il convient donc d'étudier en profondeur les conséquences que ce phénomène amène et de les quantifier (Trefon et Cogels; Larcher, 1998; Briggs et Mwamfupe, 2001; Brück, 2002; ULB-GEPAC, 2006; Alberti, 2008; Marco, 2008; Jaeger *et al.*, 2010; Rutherford, 2010). Pour cela, il est nécessaire de commencer par délimiter les contours de chacune des zones que l'on peut rencontrer dans un gradient urbain-rural (Grimm *et al.*, 2003).

Une récente étude présentant les résultats d'une synthèse bibliographique sur le sujet démontre qu'il n'existe pas de consensus sur le nombre de zones rencontrées dans ce gradient ni sur les définitions et caractéristiques de chacune de ces zones (André *et al.*, en préparation). Cet article identifie dans la littérature, à l'aide de deux indices, I_c (Indice de citation) et I_a (Indice de caractéristique), chacune des zones les plus couramment citées (à savoir les zones urbaines, de banlieue, périurbaines et rurales) ainsi que les caractéristiques qui sont utilisées pour les définir (André *et al.*, en préparation). Celles-ci sont de type morphologique (types d'occupation et d'utilisation du sol dominant, densité de constructions, continuité du bâti, position dans un gradient s'éloignant du centre-ville, proportion de maisons unifamiliales, distance à la ville centre, dispersion de l'habitat et évolution de la surface bâtie), démographique (densité de population, nombre de personnes total dans la zone, croissance de la population), énergétique (comparaison de la consommation énergétique et de matériaux et de leur production), environnemental (comparaison de la production de déchets et son assimilation), institutionnel (présence d'un

gouvernement/d'une autorité propre), de mobilité (navettes des travailleurs vers l'agglomération, accessibilité) et lexical (définition par un autre mot) (André *et al.*, en préparation). L'article conclut qu'en vue d'une identification spatiale des zones à l'aide de la télédétection, il est préférable d'utiliser préférentiellement les caractéristiques morphologiques qu'il convient de traduire sous forme d'indices de structure spatiale permettant l'implémentation pratique des définitions données aux zones (André *et al.*, en préparation).

2 L'APPORT DE L'ÉCOLOGIE DU PAYSAGE

La présente étude propose une méthode qui permet d'identifier les différentes zones du gradient urbain-rural sur des données référencées comme des cartes numériques ou des images satellites. Pour ce faire, elle se base sur les indicateurs quantitatifs que sont les indices de structure spatiale. Ces indices sont couramment utilisés en écologie du paysage afin de quantifier le patron paysager (McGarigal, 2002; Herold *et al.*, 2003). Ce dernier peut être modélisé selon le paradigme "patch-corridor-matrix" qui subdivise le paysage en unités fonctionnelles aussi appelées "taches" présentant des conditions environnementales homogènes (Forman et Godron, 1986; Burel et Baudry, 2000). La "classe" représente l'ensemble des taches ayant des caractéristiques similaires. La "matrice" est le type de tache le plus répandu et le moins fragmenté; en quelque sorte, c'est l'arrière plan du paysage dans lequel viennent s'inscrire les autres éléments (Iorgulescu et Schlaepfer, 2002). Lorsqu'aucune matrice ne peut être mise en évidence, on parle de "mosaïque". Les "corridors" représentent un type de tache particulier car ayant une forme linéaire. Le patron paysager peut être décrit par sa composition et/ou sa configuration. La première concerne la présence et le nombre de taches issues de différentes classes au sein du paysage; la seconde, se rapporte à la distribution spatiale, la forme et la variabilité des aires de ces taches (Alberti, 2008). La description du patron paysager est importante car selon l'hypothèse centrale de la discipline, le "pattern-process paradigm", les processus écologiques découlent des structures caractéristiques des paysages et vice versa (Coulson *et al.*, 1999; Bogaert *et al.*, 2004).

3 SEGMENTATION PAYSAGÈRE

Les tableaux 1 à 4 présentent les résultats de la mise en correspondance entre les caractéristiques morphologiques issues de la synthèse bibliographique de André *et al.* (en préparation) et les indices de structure paysagère pour chaque zone dans un gradient urbain-rural, soit respectivement pour les zones urbaine, de banlieue, périurbaine et rurale. Les caractéristiques morphologiques proviennent indifféremment de définitions ou de descriptions des zones. La première colonne énonce les dites caractéristiques morphologiques, la seconde présente l'interprétation des caractéristiques morphologiques par les différents auteurs, la troisième montre l'élément paysager quantifiable qui correspond, enfin, la dernière présente les indices paysagers correspondants disponibles dans la littérature. Dans ces tableaux, la notion d'"occupation du sol" se réfère aux caractéristiques de la surface, que celle-ci soit naturelle ou artificielle, et découle d'observations directes alors que celle d'"utilisation du sol" se base à la fois sur l'occupation du sol et sur une interprétation socio-économique des activités qui prennent place sur cette surface (Anderson *et al.*, 1976; Fisher *et al.*, 2005). Les équations qui permettent de calculer les différents indices sont données en annexe 1.

| Caractéristiques morphologiques | Interprétation | Éléments paysagers quantifiables | Indices paysagers correspondant |
|-----------------------------------|--|----------------------------------|---|
| Continuité du bâti | Bâti continu | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) Distance bord à bord au plus proche voisin (z) Indice d'agrégation (R) Indice de proximité (PX) |
| Densité de constructions | Plus élevée que celle des autres zones | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) |
| Type d'occupation du sol dominant | Surfaces bâties | Matrice paysagère | Indice de dominance (D) |

Tableau 1 Caractéristiques morphologiques et leurs interprétations, éléments paysagers quantifiables et indices paysagers pour les zones urbaines

| Caractéristiques morphologiques | Interprétation | Éléments paysagers quantifiables | Indices paysagers correspondant |
|--|---|----------------------------------|---|
| Continuité du bâti | Bâti continu | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) Distance bord à bord au plus proche voisin (z) Indice d'agrégation (R) Indice de proximité (PX) |
| Densité de constructions | Plus faible que la densité urbaine mais plus élevée que celle des autres zones | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) |
| Types d'occupation et d'utilisation du sol dominants | Dominance du type d'occupation du sol "surfaces bâties" et du type d'utilisation du sol "résidentiel" | Matrice paysagère | Indice de dominance (D) |

Tableau 2 Caractéristiques morphologiques et leurs interprétations, éléments paysagers quantifiables et indices paysagers pour les zones de banlieue

| Caractéristiques morphologiques | Interprétation | Éléments paysagers quantifiables | Indices paysagers correspondant |
|--|--|----------------------------------|---|
| Continuité du bâti | Bâti discontinu | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) Distance bord à bord au plus proche voisin (z) Indice d'agrégation (R) Indice de proximité (PX) |
| Densité de constructions | Densité faible | Taches de surfaces bâties | Densité de taches (ρ) |
| Dispersion du bâti | Bâti dispersé | Taches de surfaces bâties | Indice d'agrégation (R) Indice de proximité (PX) |
| Evolution de la surface bâtie | Evolution rapide | Taches de surfaces bâties | Différence de surface bâtie entre les temps t_1 et t_2 . |
| Types d'occupation et d'utilisation du sol dominants | Dominance du type d'occupation du sol "agricole" et des types d'utilisation du sol "rural", parfois mosaïque de différentes utilisations | Matrice paysagère | Indice de dominance (D) |

Tableau 3 Caractéristiques morphologiques et leurs interprétations, éléments paysagers quantifiables et indices paysagers pour les zones périurbaines

| Caractéristiques morphologiques | Interprétation | Éléments paysagers quantifiables | Indices paysagers correspondant |
|--|---|----------------------------------|---------------------------------|
| Types d'occupation et d'utilisation du sol dominants | Utilisation et occupation principale du sol: agricole ou forestière | Matrice paysagère | Indice de dominance (D) |

Tableau 4 Caractéristiques morphologiques et leurs interprétations, éléments paysagers quantifiables et indices paysagers pour les zones rurales

4 DISCUSSION

Les résultats des tableaux 1 à 4 montrent qu'il existe un ou plusieurs indice(s) paysager(s) correspondant à chacune des caractéristiques morphologiques; il semble possible de définir les limites des différentes zones à partir de quelques indices paysagers qui existent déjà. Par ailleurs, l'examen des tableaux fait apparaître les éléments suivants:

- Aucun des indices paysagers ne se base sur l'élément "corridor". Ce type d'interprétation fonctionnelle de la connectivité du paysage n'est pas pertinente dans ce cas-ci.
- La littérature ne mentionne pas l'utilisation du sol dominante pour décrire la zone urbaine mais plutôt l'occupation du sol. Cela peut être dû au fait qu'à l'occupation du sol "surfaces bâties" peut correspondre un très grand nombre d'utilisations dans cette zone; cet inconvénient a rendu ce critère non pertinent pour la majorité des auteurs.
- La notion de "continuité" n'est pas à comprendre au sens propre du terme mais plutôt au sens de "proximité".
- Certains indices comme la densité de taches, l'indice d'agrégation et l'indice de proximité ont l'avantage de permettre la définition plusieurs caractéristiques morphologiques.

- L'indice de dominance est utilisé dans tous les cas, c'est donc un indice de référence pour la segmentation. Dans le cas de la zone rurale, il est le seul indice permettant de définir les limites de la zone. Cela peut être un avantage en terme de simplicité, pour autant que cet indice soit suffisant, ce que seule la mise en pratique des indices paysagers pourra confirmer.
- C'est principalement la classification bâti/non-bâti qui est à la base du calcul des différents indices. Cela rejoint le constat d'autres auteurs comme Kasanko *et al.* (2006) ou Herold *et al.* (2003).

Certaines notions mises en évidence par André *et al.* (en préparation) ne sont pas reprises dans cette contribution, bien qu'il s'agisse de caractéristiques morphologiques. Ainsi la "proportion de maisons unifamiliales" n'est pas reprise car cette notion, correspondant à la proportion de pavillons quatre façades, est impossible à mettre en évidence en pratique dans une analyse cartographique. La notion de "distance à la ville centre" n'est pas non plus retenue car elle suppose un modèle de ville concentrique, ce qui n'est pas toujours le cas. Les indices retenus sont tous indépendants de la structure de la ville. La notion de "position dans un gradient s'éloignant du centre-ville" n'est pas non plus considérée. En effet, cette caractéristique n'est pas indépendante car elle se repose sur la définition des limites des autres zones. Elle n'est donc pas pertinente.

A propos des indices retenus, les commentaires suivants peuvent être formulés:

- Une attention particulière a été portée sur le fait d'éviter l'utilisation d'indices corrélés. En effet, la corrélation statistique entre indices de structure spatiale amène à une redondance d'informations et complique l'interprétation du patron paysager; elle doit donc être évitée (Bogaert et Hong, 2004). Une manière d'éviter ce problème est d'utiliser un nombre limité d'indices se rapportant aux composantes de base de la structure spatiale (Li et Reynolds, 1994; Bogaert *et al.*, 2004).
- Pour le calcul de la distance au plus proche voisin, de l'indice d'agrégation et de l'indice de proximité, c'est la distance bord à bord entre taches qui est considérée et pas la distance entre les points les plus éloignés ou la distance centre à centre. En effet, la considération des deux derniers types de distance pourrait introduire un biais dû à la taille du bâti. Ainsi, deux bâtiments de grande taille situés à égale distance bord à bord l'un de l'autre que deux autres bâtiments de plus petite taille sont considérés comme situés à égale distance, moins éloignés ou plus éloignés l'un de l'autre selon que la première, la deuxième ou la troisième distance est considérée (Bogaert, comm. pers.).
- Les indices paysagers proposés correspondent aux caractéristiques le plus couramment citées par les auteurs selon André *et al.* (en préparation). Toutefois, ces caractéristiques peuvent se révéler non pertinentes ou insuffisantes. Si cela s'avère être le cas, il conviendra de compléter le panel d'indices paysagers permettant la segmentation du gradient urbain-rural.
- On peut se demander si la notion de "continuité de bâti" n'est pas redondante avec celles de "densité de constructions" ou de "dispersion du bâti". En effet, ce sont les mêmes indices de structure spatiale qui permettent de les mettre en évidence. L'utilisation du nombre le plus limité possible d'indices pour la segmentation du gradient est souhaitée dans un souci d'efficacité lors, par exemple, du traitement d'un grand nombre d'images satellitaires.
- Au contraire, les notions de "densité de taches" et de "dispersion spatiale des taches" se rattachent à des notions différentes, comme illustré à la Figure 1.

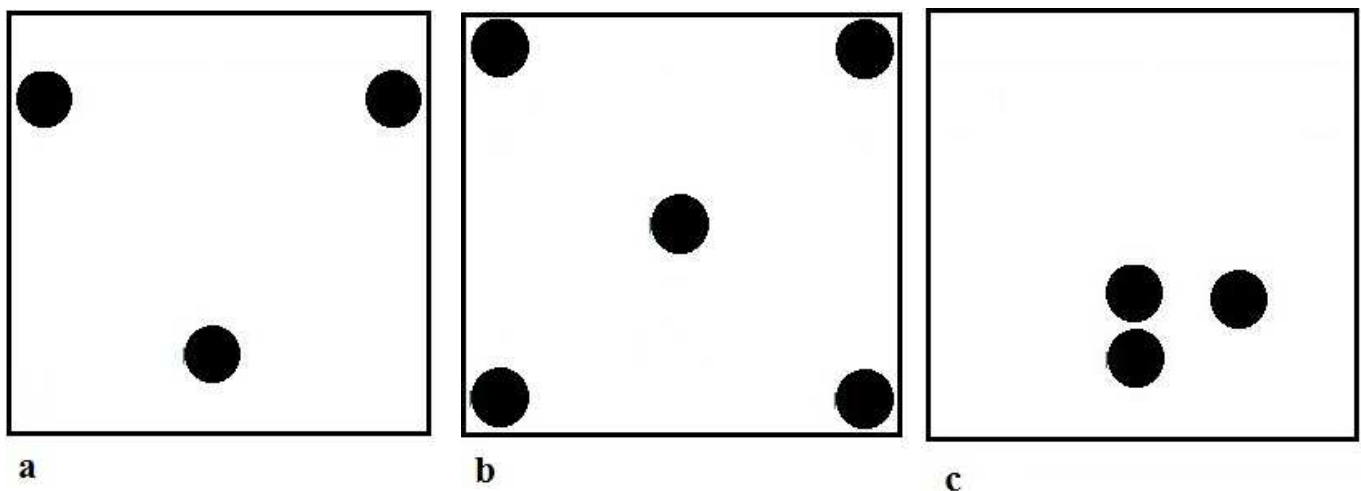


Figure 1 Notions de dispersion et de densité de taches pour la description de la configuration du paysage. En (a), la dispersion des taches est maximale et la densité est de trois taches. En (b), la dispersion est toujours maximale mais la densité est de 5 taches. En (c), la dispersion n'est plus maximale mais la densité de taches vaut de nouveau trois.

Afin de calculer la valeur des indices paysagers, il est important de disposer d'une cartographie des villes (au sens large du terme) suffisamment précise pour mettre en évidence les taches de surface bâtie. Cela dépendra en grande partie de la résolution des images satellitaires sur lesquelles se basera cette cartographie.

La présente contribution se distingue d'autres études similaires par son objectif de segmentation spatiale du gradient. En effet, la plupart des études existant sur le sujet proposent des indices qui permettent d'évaluer le degré de *sprawl* d'une ou plusieurs villes dans un but de comparaison diachronique d'une même ville ou en vue de comparer plusieurs villes entre elles. Toutefois, ces études ne permettent pas une localisation exacte des différentes zones au sein d'une ville (Razin et Rosentraub, 2000; Galster *et al.*, 2001; Davis et Schaub, 2005; Theobald, 2005).

Enfin, il est important de tester les indices dans la réalité afin de vérifier leur pertinence, leur efficacité et la faisabilité de leur mise en œuvre. Suite à ces tests, des seuils critiques pourront être déterminés. Ces seuils permettront de tracer les limites des différentes zones et d'apprécier la gamme des valeurs prises par les seuils pour différents types de villes.

5 ANNEXE : EQUATIONS DES INDICES PAYSAGERS

- Densité des taches (ρ)

$$\rho = n/E$$

où n est le nombre de taches et E la superficie de la zone d'étude

- Distance bord à bord au plus proche voisin (z): distance du bord d'une tache au bord de la tache la plus proche
- Indice d'agrégation de Clark et Evans (R) (Clark et Evans, 1954)

$$R = \bar{z}_i / \bar{r}_a = 2\bar{z}_i \sqrt{\rho}$$

où \bar{z}_i est la distance bord à bord moyenne de chaque tache à son plus proche voisin, calculée comme suit:

$$\bar{z}_i = \sum_{i=1}^n r_i / n$$

et où \bar{r}_a est la distance bord à bord moyenne attendue pour une distribution spatiale aléatoire des taches, calculée via la formule:

$$\bar{r}_a = 1/2\sqrt{\rho}$$

- Indice de proximité de Gustafson (PX) (Gustafson et Parker, 1994)

$$PX = \sum_{i=1}^n (S_i / z_i)$$

où S est la surface de la tache considérée

- Indice de dominance de Turner (D) (Turner et Ruscher, 1988)

$$D = H_{max} - H$$

où $H_{max} = \ln M$

avec M le nombre de classes du paysage

et où H est l'indice d'hétérogénéité de Shannon (Shannon et Weaver, 1949) in (Magurran, 2004)

$$H = - \sum_{i=1}^m p_i \ln p_i$$

où p_i est la proportion de la classe i en terme de superficie

6 REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Alberti M. (2008), *Advances in Urban Ecology: Integrating humans and ecological processes in urban ecosystems*, Springer, New York.
- Anderson J. *et al.* (1976), «A land use and land cover classification scheme for use with remote sensor data», *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 964.
- André M. *et al.* (en préparation), «Définitions des zones dans un gradient urbain-rural», *Base*.
- Bogaert J. *et al.* (2004), «A decision tree algorithm for detection of spatial processes in landscape transformation», *Environmental Management*, 33, 62-73.
- Bogaert J., Hong S. (2004), «Landscape ecology: Monitoring Landscape dynamics using spatial pattern metrics», in Hong, S. *et al.*, e. (dir.), *Ecological Issues in a Changing World - Status, Response and Strategy*, Kluwer Academic Publishers. the Netherlands.
- Briggs J., Mwamfupe D. (2001), «The changing nature of the peri-urban zone in Africa: Evidence from Dar-es-Salaam, Tanzania», *Scottish Geographical Journal*, 115, 269-282.
- Brück L. (2002), *La périurbanisation en Belgique: comprendre le processus de l'étalement urbain*, ULg, Liège.
- Burel F., Baudry J. (2000), *Ecologie du paysage: concepts, méthodes et applications*, Tec & Doc, Paris, France.
- Clark P., Evans F. (1954), «Distance to nearest neighbor as a measure of spatial relationships in populations», *Ecology*, 35(4).
- Coulson R. *et al.* (1999), «A knowledge system environment for ecosystem management», in Klopatek, J. *et* Gardner, R. (dir.), *Landscape ecological analysis - Issues and applications*, Springer. New York.
- Davis C., Schaub T. (2005), «A transboundary study of urban sprawl in the Pacific Coast region of North America: The benefits of multiple measurement methods», *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 7, 268-283.
- FAO. (2002), *World agriculture: towards 2015/2030*, FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), 106.
- Fisher P. *et al.* (2005), «Land Use and Land Cover: Contradiction or Complement», in Fisher, P. *et* Unwin, D. (dir.), *Representing GIS*, John Wiley & Sons.
- Fisher T. (2003), «Differentiation of growth processes in the peri-urban region: an australian case study», *Urban studies*, 40, 551-565.
- Forman R., Godron M. (1986), *Landscape Ecology*, Wiley, New York.
- Galster G. *et al.* (2001), «Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept», *Housing policy debate*, 12, 681-716.
- Grimm N. B. *et al.* (2003), «An ecosystem approach to understanding cities: familiar foundations and uncharted frontiers», in Berkowitz, A. R., Nilon, C. H. *et* Hollweg, K. S. (dir.), *Understanding urban ecosystems*, Springer. USA.
- Gustafson E. J., Parker G. R. (1994), «Using an index of habitat patch proximity for landscape design», *Landscape and Urban Planning*, 29, 117-130.
- Herold M. *et al.* (2003), «The spatiotemporal form of urban growth: measurement, analysis and modeling», *Remote Sensing of Environment*, 86, 286-302.
- Hervoët V. (2001), «La Sémantique périurbaine: ou comment se repérer dans un dédale de mots et d'expressions», *ESO-UMR 6590*, 15, 121-126.
- Iorgulescu I., Schlaepfer R. (2002), *Paysage en tant qu'écosystème: définition, types, caractéristiques, fonctionnement et fonctions*, Laboratoire de Gestion des Ecosystèmes, Ecole Polytechnique de Lausanne.
- Jaeger J. *et al.* (2010), «Suitability criteria for measures of urban sprawl», *Ecological indicators*, 10, 397-406.
- Kasanko M. *et al.* (2006), «Are European cities becoming dispersed? A comparative analysis of 15 European urban areas», *Landscape and Urban Planning*, 77, 111-130.
- Larcher G. (1998), *La gestion des Espaces périurbains. Rapport d'information au Sénat.*, Sénat.
- Li H., Reynolds J. (1994), «A simulation experiment to quantify spatial heterogeneity in categorical maps», *Ecology*, 75, 2446-2455.
- Magurran A. (2004), *Measuring Biological Diversity*, Blackwell Publishing, United Kingdom.

- Marco A. (2008), *Patrons d'espèces végétales introduites et déterminisme de leur variabilité dans les territoires urbanisés: étude de la flore cultivée des jardins et échappée dans les friches post-culturelles de l'arrière-pays méditerranéen français*. Université de Provence Aix-Marseille I, 308.
- Mazoyer M., Roudart L. (1997), *Histoire des agricultures du monde*, Seuil, Paris.
- McGarigal K. (2002), *FRAGSTATS: Spatial pattern analysis program for categorical maps*. University of Massachusetts.
- Razin E., Rosentraub M. (2000), «Are fragmentation and sprawl interlinked? North American evidence», *Urban Affairs review*, 35, 821-836.
- Rodiek J. (1995), «Landscape and urban planning: The Journal's role in communicating progress in the evolution of future urban environments», *Landscape and Urban Planning*, 32, 3-5.
- Rudel T. (2009), «States and settlement expansion: suburban sprawl and tropical reforestation in a comparative perspective», *American Journal of Sociology*, 115, 129-135.
- Rutherford R. (2010), «The wildland-urban interface: evaluating the definition effect», *Journal of Forestry*, 108, 9-15.
- Shannon C., Weaver W. (1949), *The mathematical theory of communication*, University of Illinois Press, Urbana, IL.
- Theobald D. M. (2005), «Landscape patterns of exurban growth in the USA from 1980 to 2020», *Ecology and Society*, 10, 32.
- Trefon T., Cogels S. *Espaces périurbains d'Afrique centrale et Gouvernance environnementale*, ULB, Institut de Sociologie, 71.
- Turner M., Ruscher C. (1988), «Changes in landscape patterns in Georgia, USA», *Landscape Ecology*, 1(4), 241-251.
- ULB-GEPAC. (2006), *Troisième Rapport d'activités annuel*, ULB.
- United Nations. (2007), *World Urbanization Prospects 2007*, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 244.
- World Bank. (1984), *World Development Report*. Oxford University Press. Oxford.