

Huitièmes Rencontres de



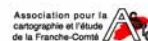
Besançon, 10-12 janvier 2007

Nouvelles approches en Géographie Théorique et Quantitative

Résumés des communications

<http://thema.univ-fcomte.fr/theoq>
theoquant@univ-fcomte.fr

Théo Quant 2007 - ThéMA UMR 6049
(J. C. Foltête)
32, rue Mégevand
25030 Besançon cedex
FRANCE



Sommaire

Atelier 1. Modélisation spatiale des.....	5
Atelier 2. Epidémiologie et géographie de la santé.....	15
Atelier 3. Représentations paysagères.....	25
Atelier 4. Hiérarchies, lois d'échelle	33
Atelier 5. Modélisation en géographie physique.....	39
Atelier 6. Modélisation de l'occupation du sol	45
Atelier 7. Space-time geovisualization, time-geography, mobility	51
Atelier 8. Statistique et analyse spatiale	61
Atelier 9. Aménagement, planification	67
Atelier 10. Écologie du paysage	83
Atelier 11. Space-time modelling, accessibility, activity-based approach	91
Atelier 12. Forme urbaine, environnement urbain.....	101
Atelier 13. Structures socio-culturelles.....	111
Atelier 14. Interactions sociales et dynamiques spatiales.....	117
Atelier 15. Transport et aménagement.....	127
Session des posters.....	127

Atelier 1

Modélisation spatiale des risques

Président : Damienne Provitolo

Florent Demoraes

Vulnérabilité de l'accessibilité et risques encourus. Le cas du District Métropolitain de Quito (Équateur)

Camille Grivault

Méthode d'évaluation des flux de transport routier de matières dangereuses dans l'agglomération dijonnaise

Aleksandra Barczak

Le graphe hydrologique urbain : structuration de donnée pour déterminer le cheminement de l'eau dans la ville

Elise Beck, Christiane Weber, Michel Granet

Identification des réactions en chaîne suite à un séisme

Vulnérabilité de l'accessibilité et risques encourus. Le cas du District Métropolitain de Quito (Équateur)

Florent Demoraes

Laboratoire EDYTEM – Université de Savoie
CISM, Campus Scientifique
F-73376 Le Bourget du Lac cedex
Florent.Demoraes@univ-savoie.fr

Contexte et objectifs

Le District Métropolitain de Quito (DMQ), siège de la capitale équatorienne, situé entre 2400 et 2800 m d'altitude en moyenne et rassemblant 1,8 million d'habitants en 2001, est exposé à de nombreux risques compte tenu de ses multiples formes de vulnérabilités en partie attribuables à la variété et à la gravité potentielle des aléas naturels, d'origine naturelle, et anthropiques en présence (séismes, éruptions volcaniques, glissements de terrain, coulées boueuses, inondations, effondrements, explosions de produits dangereux, soulèvements des populations autochtones, pannes électriques...). Ces phénomènes affectent notamment les réseaux de transport de façon récurrente. Or, la capacité à se déplacer est fondamentale pour une collectivité. Les dommages subis par les réseaux de transport remettent en cause l'accessibilité des différents espaces, et entravent ainsi le fonctionnement général d'un territoire, ce qui a orienté l'angle d'approche de notre recherche sur les risques.

Cette recherche avait donc pour objectif de proposer une réflexion sur les risques encourus par le District Métropolitain de Quito compte tenu de la vulnérabilité des réseaux de transport et des problèmes d'accessibilité associés. La démonstration se fonde sur un travail de terrain réalisé durant deux ans et demi à Quito (2000-2002), dans le cadre du programme de recherche « Système d'Informations et Risques dans le District Métropolitain de Quito » initié en 1999 par l'Institut de Recherche pour le Développement (IRD) en collaboration avec la Municipalité de Quito, sous la direction de Robert d'Ercole et Pascale Metzger.

Données et méthodes

La méthode d'évaluation des réductions possibles d'accessibilité¹ et des risques associés repose sur une approche spatiale qui a nécessité la constitution et l'exploitation d'une base de données socio-économiques et infrastructurelles géo-référencées à l'échelle du district de Quito. Cette dernière est structurée grâce au Système d'Information Géographique « SavGIS », gratuit développé par l'IRD. La méthode s'articule en plusieurs étapes.

Découpage de l'agglomération en « bassins routiers » et évaluation de leurs degrés d'accessibilité habituelle et en période de crise. 1) Découpage dirigé de l'espace métropolitain : digitalisation de « bassins routiers » délimités en fonction de l'armature du réseau routier structurant et principal, lui-même agencé selon la topographie et l'hydrographie ; 2) Dénombrement du nombre de points d'entrée/sortie pour chaque « bassin routier », du pourcentage de surface à plus de 1 km, d'un axe majeur, de la pente, densité, connexité et sinuosité moyennes du réseau innervant ; 3) Calculs combinatoires (analyse des situations possibles et classification) compte tenu de la perte d'opérationnalité des infrastructures-clefs les plus vulnérables permettant l'accès immédiat aux « bassins routiers » ; 4) Mesure des distances à parcourir lorsque l'itinéraire habituel est fermé à la circulation compte tenu de la perte d'opérationnalité des infrastructures-clefs les plus vulnérables du réseau viaire.

Évaluation des risques encourus. Recoupement entre la localisation des fonctions urbaines stratégiques (grands centres hospitaliers, installation vitale de la logistique urbaine...) et les degrés

¹ L'accessibilité a été évaluée uniquement au regard du réseau routier sur le simple critère de distance kilométrique (n'ont pas été retenus les critères de coût et de durée, faute d'information suffisante).

de réduction possible d'accessibilité des « bassins routiers » (géo-appartenance).

Résultats

Partir de la vulnérabilité des réseaux de transport, et notamment des infrastructures-clefs, permet de comprendre la vulnérabilité des communications au sein d'un territoire, de mettre en exergue la vulnérabilité de l'accessibilité de certaines zones qui, à son tour, témoigne d'une forme de vulnérabilité des zones. Cette dernière atteste d'une forme de vulnérabilité des populations y résidant et des fonctions urbaines s'y trouvant, ce qui renseigne enfin sur la vulnérabilité du territoire urbain dans son ensemble. Ont ainsi été cartographiés :

- 1) Le niveau d'accessibilité habituelle des « bassins routiers » (degré de facilité avec lequel on peut les atteindre par la route en temps normal) et du degré de facilité avec lequel on peut circuler à l'intérieur.
- 2) Les possibilités de réduction de leur accessibilité (depuis l'extérieur proche). Permet de mettre en exergue les possibilités d'isolement au moins partiel de certains « bassins routiers » vis-à-vis des secteurs limitrophes.

3) Les possibilités de réduction d'accessibilité compte tenu des détours à effectuer pour atteindre les différents secteurs de l'agglomération depuis l'extérieur du DMQ.

4) Une sélection de fonctions urbaines enjeux dans les « bassins routiers » susceptibles de connaître une forte ou très forte réduction de leur accessibilité.

5) Les incidences spatiales pressenties du dysfonctionnement ou de l'impossibilité d'accéder aux fonctions urbaines stratégiques dans les « bassins routiers » susceptibles de se retrouver isolées, au moins partiellement.

En partie inspirée des méthodes d'analyses antérieures du risque réalisées par des géographes de l'université de Savoie sur les villes de Nice et d'Annecy, cette recherche ciblée sur les enjeux visait à proposer des éclairages sur les risques encourus par le District de Quito liés à des problèmes de mobilité habituels ou plus exceptionnels mais prévisibles. Dans une perspective de planification préventive, cette recherche, élaborée de façon à être reproductible, procure une base de réflexion utile aux différents acteurs urbains, fournit des pistes pour la réduction des vulnérabilités et apporte des orientations pour la préparation aux crises.

Mots-clés : vulnérabilité, réseaux de transport, mobilité, accessibilité, risques, planification territoriale préventive, Quito.

Bibliographie

- Appert M., Chapelon L., 2001, The urban traffic system vulnerability: definition and measures, *12^e colloque international de Géographie théorique et quantitative*, St Valéry en Caux, France, septembre 2001.
- Bavoux J.-J. (dir.), 1998, *Introduction à l'analyse spatiale*, Armand Colin, Paris.
- Beguín H., 1995, Analyse quantitative, in : *Les concepts de la géographie humaine*, Masson, Paris, 211-219.
- Berdica K., 2002, An introduction to road vulnerability: what has been done, is done and should be done? *Transport Policy*, 9(2), 117-127.
- Demoraes F., 2004, Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur), Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry.
- D'Ercole R., Metzger P., 2004, *La vulnerabilidad del Distrito Metropolitano de Quito*, colección Quito Metropolitano, IRD/DMTV-MDMQ, Quito-Ecuador.
- Gleyze J.-F., 2001, Les dommages induits par les coupures du réseau routier, *Colloque « Risque d'accidents et risques environnementaux dans les transports routiers »*, Octobre 2001, Besançon.
- Miller J. H., 2003, Transportation and Communication Lifeline Disruption, in : Cutter S. L., Richardson D. B., Wilbanks T. (eds.), *The Geographic Dimensions of Terrorism*, Routledge.
- MDMQ/DMT, 2002, Plan Maestro de Transporte para el Distrito Metropolitano de Quito.
- Pumain D., Saint-Julien T., 2001, *Les interactions spatiales, Flux et changements dans l'espace géographique*, Armand Colin, Paris.

Méthode d'évaluation des flux de transport routier de matières dangereuses dans l'agglomération dijonnaise

Camille Grivault

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Bourgogne

Boulevard Gabriel

F-21000 Dijon

camille.grivault@u-bourgogne.fr

Contexte et objectifs

Cette proposition de communication porte sur la thématique de l'analyse des risques technologiques et plus particulièrement des risques induits par le transport routier de matières dangereuses en milieu urbain. Cette recherche part de plusieurs constats relatifs à la réglementation et à la gestion des risques liés aux transports de matières dangereuses (Bérard, 1999). Le premier concerne la directive Seveso 2 régissant la gestion des risques liés aux installations industrielles. Cette réglementation, qui vise notamment à réduire les quantités de matières dangereuses présentes dans les établissements industriels, engendre un transfert des risques des sites industriels vers les infrastructures de transport via les transports de matières dangereuses plus difficiles à gérer parce que diffus et encore mal appréhendés sur le plan réglementaire. Le second concerne la connaissance des flux et des itinéraires empruntés par les matières dangereuses (TMD) sur le réseau routier qui, actuellement, reste en France très imparfaite surtout à l'échelle d'une agglomération urbaine. Le troisième concerne l'intégration de l'environnement des TMD dans la politique de gestion des risques. À l'heure actuelle la réglementation vise essentiellement à réduire les probabilités d'accident TMD (aléa) et s'abstrait presque totalement des particularités des territoires traversés afin de garantir la libre circulation des marchandises dans l'espace européen.

Dans cette perspective ce travail propose d'adopter une approche territorialisée des risques TMD appliquée à l'agglomération dijonnaise en collaboration avec la direction départementale de l'équipement de Côte-d'Or. Ce travail poursuit deux objectifs principaux :

- d'une part, l'évaluation de la nature et des quantités de matières dangereuses circulant sur le réseau routier, ainsi que l'identification des itinéraires

empruntés par les véhicules qui devront permettre d'aboutir à une cartographie des flux de matières dangereuses dans l'agglomération dijonnaise ;

- d'autre part, l'analyse spatio-temporelle de la vulnérabilité des enjeux humains, matériels et environnementaux présents dans l'agglomération qui prendra la forme d'un indicateur synthétique de vulnérabilité.

Ces deux résultats devront nous permettre de proposer un outil d'aide à la planification d'itinéraires alternatifs TMD sur le territoire d'étude cherchant à minimiser la vulnérabilité sur les itinéraires empruntés par les véhicules transportant des matières dangereuses. Cette proposition de communication présentera la méthodologie employée pour répondre au premier objectif exposé, c'est-à-dire l'évaluation des itinéraires, de la nature et des quantités transportées sur le réseau routier.

Méthode

Les enjeux méthodologiques de ce travail sont doubles. 1) *Mise en place d'un modèle d'affectation de trafic* alimenté par des données fines concernant d'une part, la demande de transport de matières dangereuses dans l'agglomération et d'autre part, l'offre de transport associée au réseau routier. Ce modèle devra permettre une cartographie des flux à une échelle infra-urbaine. 2) *Couplage du modèle de trafic* avec une modélisation des conséquences des accidents susceptibles de se produire en fonction de la nature et des quantités de matières dangereuses circulant sur le réseau.

Pour répondre à ces enjeux nous proposons un dispositif méthodologique en quatre étapes. Tout d'abord, le recueil des données concernant la demande de transport sera réalisé par l'intermédiaire d'une enquête exhaustive concernant les réceptions et les expéditions de matières dangereuses auprès des entreprises générant ce type de trans-

ports. Cela nous permettra d'obtenir des matrices origine/destination pour chaque catégorie de matières dangereuses. La construction de ce questionnaire s'appuie sur le retour d'expérience issu d'autres enquêtes de ce type (Albergel et al., 2002 ; CETE, 2004 ; Leroux et Baudoïn, 2002). Les informations collectées devront pouvoir être spatialisées précisément sur le territoire de l'agglomération dijonnaise.

L'évaluation de l'offre de transport sera réalisée par l'intermédiaire d'une modélisation du réseau routier s'appuyant sur la théorie des graphes pour intégrer les contraintes générales de circulation (sens de circulation, interdictions de tourner, feux tricolores, trafic, etc.) et celles propres aux transports de matières dangereuses (gabarit des voies, restrictions de circulation spécifiques aux TMD, ouvrages d'art limitant l'accès des véhicules TMD).

Un algorithme d'affectation de trafic minimisant les coûts de l'itinéraire pour chaque couple origine/destination sera utilisé pour reporter la demande de transport sur le réseau routier.

Enfin, une modélisation des conséquences de certains scénarii d'accident sera réalisée à partir de modèles de diffusion de produits toxiques dans l'atmosphère, d'explosion ou de rayonnement thermique déjà utilisés dans le cadre d'études similaires (Droïn et Leroux, 2002). Cette modélisation nous permettra d'identifier les espaces exposés à l'aléa.

Résultats attendus

Cette proposition présentera tout d'abord un état de l'art des travaux en la matière. Ensuite nous exposerons les modalités de l'enquête auprès des entreprises générant les flux de matières dangereuses et plus précisément le questionnaire construit à cette fin. Nous proposerons également une modélisation conceptuelle du réseau routier dédié à l'étude des risques TMD en vue de son implémentation dans un système d'information géographique (Albergel et al., 2002). Enfin, nous présenterons une application de l'algorithme d'affectation de la demande. Cette application sera réalisée en fonction du retour des questionnaires : sur un échantillon restreint des itinéraires ou sur un exemple fictif afin d'approcher la forme que prendra le résultat définitif.

À terme, les résultats définitifs proposeront une cartographie des flux de transports de matières dangereuses sur le territoire de l'agglomération par type de matières dangereuses. À partir des itinéraires identifiés, une modélisation de l'aire d'extension des conséquences de certains scénarii d'accidents sera réalisée afin d'évaluer la vulnérabilité des enjeux par une méthode d'analyse multicritère en s'inspirant de méthodes déjà utilisées pour répondre à ce type de problématiques (Griot et al., 2002 ; Tixier et al., 2005).

Mots-clés : risques technologiques, transport de matières dangereuses, modèle d'affectation de trafic, enquête origine/destination, système d'information géographique.

Bibliographie

- Albergel A., Segalou E., Routhier J. L., De Ram C., 2002, Mise en place d'une méthodologie pour un bilan environnemental physique du transport de marchandises en ville, rapport ADEME.
- Bédard Y., 1999, Principles of Spatial Database Analysis and Design, in: *GIS: Principles, Techniques, Applications & Management*, Wiley, New York, 413-424.
- Blancher P., 2003, L'inscription de la gestion des risques liés aux transports de matières dangereuses dans les pratiques des acteurs de l'aménagement et de la gestion des territoires : ressources et réseaux de compétence et d'expérimentation, *Economie et Humanisme*.
- CETE Nord-Picardie, 2004, *Méthodologie d'étude des flux de transport de marchandises générés par une activité industrialo-portuaire : enseignements de l'étude sur la zone industrialo-portuaire de Dunkerque*, CERTU.
- Droïn C., Leroux D., 2002, *Transport des matières dangereuses en Montérégie : dispersion atmosphérique des produits déversés et populations vulnérables*, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec.
- Griot, Sauvegnargues-Lesage, Dusserre, Pearson, Picheral, 2002, Vulnérabilité face au risques liés au transport de matières dangereuses : apports de deux méthodes multicritères d'aide à la décision, *Déchets, Revue d'écologie industrielle*, 27.
- Leroux D., Beaudouin M., 2002, *Le transport des matières dangereuses en Montérégie : L'enquête origine-destination*, Université du Québec à Trois-Rivières, Québec.
- Tixier J., Dandrieux A., Dusserre G., Bubbico R., Mazzarotta B., Silvetti B., Hubert E., Rodrigues N., Salvi O., 2005, Environmental vulnerability assessment in the vicinity of an industrial site in the frame of ARAMIS European project, *Journal of Hazardous Materials*.

Le graphe hydrologique urbain : structuration de donnée pour déterminer le cheminement de l'eau dans la ville

Aleksandra Barczak

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Bourgogne

Boulevard Gabriel

F-21000 Dijon

aleksandra.barczak@u-bourgogne.fr

Introduction

La ville contemporaine est celle où s'accumulent les risques majeurs naturels et technologiques (Dubois-Maury et Chaline, 2002). Parmi eux, notre attention se dirige vers un risque à forte composante anthropique, celui du ruissellement pluvial en milieu urbain. Les grandes surfaces imperméables rencontrées dans les villes ont une importance incontestable pour la formation de ce phénomène (Scarwell et Laganier, 2004). En effet, l'étalement et la densification des tissus urbains contribuent à l'artificialisation des surfaces et du proche sous-sol qui rend les événements pluvieux redoutables. En même temps, la pression exercée par l'urbanisation contribue à accroître les vulnérabilités des territoires et des populations qui les occupent.

Pour répondre aux défis de la prévention des inondations urbaines et de la gestion de crise, toute démarche repose sur une évaluation des composantes du risque. Cette proposition s'inscrit dans une thèse qui a l'ambition d'une part, d'analyser la vulnérabilité du territoire face à une inondation par ruissellement et d'autre part de quantifier et de spatialiser ce phénomène. Ce travail vise à apporter un outil d'aide à la décision pour la prévention des risques hydrologiques en milieu urbain et pour la planification des secours. La méthodologie proposée se décline en quatre étapes. Elle comporte tout d'abord une phase de collecte de données, ensuite une phase de spatialisation de l'aléa basée sur un modèle de fonctionnement de la ville par temps de pluie, suivie d'une phase d'intégration de la vulnérabilité à travers la construction d'un indice global de vulnérabilité. Enfin la dernière phase consiste à déterminer l'exposition des personnes au risque et à établir une typologie du territoire étudié en fonction du niveau du risque. Elle permettra également de comparer plusieurs scénarii d'événements pluvieux et de déroulement de la crise.

Cette proposition s'insère dans la phase de spatialisation de l'aléa à la fin de laquelle il nous sera possible de connaître les débits à la sortie des bassins versant urbains et au niveau de chaque nœud du réseau grâce à l'intégration d'un modèle hydrologique au sein d'un SIG. En effet, le fonctionnement hydrologique de l'agglomération étudiée sera analysé à l'échelle de petits bassins versant urbains en mobilisant le concept de l'hydrogramme unitaire géomorphoclimatique (Rodríguez-Intube et al., 1982, Rodríguez-Intube et Rinaldo, 1997) introduit comme un des nombreux développements de la théorie de l'hydrogramme unitaire (Sherman, 1932). Ce concept permet de rendre compte de la réponse hydrologique des bassins en fonction de la morphologie du réseau et des sollicitations pluviométriques. La connaissance des paramètres hydrologiques nous permettra également de produire une cartographie du territoire en fonction de sa propension à amplifier les épisodes de ruissellement.

Cette proposition, inspirée par des travaux menés au Laboratoire central des Ponts et Chaussées (Rodriguez et al., 2003 ; Rodriguez et al., 2002), s'efforcera d'exposer une étape préalable, indispensable pour la construction des hydrogrammes unitaires. Elle exposera la méthode appliquée pour reconstruire la circulation de l'eau dans un réseau hydrologique urbain.

Données mobilisées et méthode empruntée

En premier lieu, les données mobilisées pour construire le réseau hydrologique urbain seront présentées et structurées au sein d'un modèle conceptuel de données. Cela nous permettra de décrire précisément les objets retenus pour l'étude, leurs caractéristiques et les relations entre eux. Les problèmes concernant l'incompatibilité des unités physiques (bassins versant) et administratifs (agglomération), ainsi que ceux concernant l'hétérogénéité et la disponibilité de données pour les zones

urbaines et périurbaines seront détaillés. En effet, ce dernier problème induit une procédure de construction du réseau hydrologique différente pour les zones urbaines où elle se fait en fonction de la morphologie urbaine et pour les zones périurbaines où elle est réalisée en fonction de la topographie.

En second lieu, la méthode établie afin de reconstruire le cheminement de l'eau dans une agglomération sera présentée. Cette démarche en quatre étapes comporte tout d'abord une phase de délimitation des sous-bassins de drainage, suivie par la détermination des points où l'eau commence à circuler dans le réseau, ainsi que de ceux où elle se jette dans le milieu récepteur. L'étape suivante consistera à déterminer le cheminement de l'eau dans le réseau en procédant de deux manières. Dans les zones périurbaines la pente et l'altitude décideront de parcours de l'eau vers l'exutoire ou vers son entrée dans la zone urbaine. Dans les zones urbaines la voirie canaliser les écoulements qui rejoindront ensuite le réseau souterrain d'assainissement. Les tables relationnelles seront établies afin de reconstruire le parcours de l'eau tronçon par tronçon et de décrire les connexions entre les différents types de réseaux (réseau topographique, voirie, réseau d'assainissement). Le calcul du plus court chemin interviendra dans les cas où à l'aval d'un tronçon du réseau ne se trouvera pas un, mais plusieurs tronçons. Enfin, pour décrire l'organisation structurelle du réseau, le graphe hydrologique sera représenté par branche qui le compose selon la classification hiérarchique de Horton-Strahler (Horton, 1945 ; Strahler, 1952).

Afin de formaliser cette démarche complexe et d'assurer sa reproductibilité un modèle de traitements sera présenté.

Résultats attendus

Dans un premier temps nous présenterons les détails de la méthode, qui seront ensuite complétés par une application concrète, cette dernière n'étant pas possible avant d'avoir achevé la lourde étape d'acquisition des données concernant le réseau d'assainissement. À la fin de nos traitements nous disposerons d'un cheminement complet de l'eau à travers la ville. Ce résultat intermédiaire sera une source d'informations précieuses pour décrire la propension du territoire à aggraver ou à réduire un épisode de ruissellement et il constituera une base pour la construction du modèle hydrologique.

Grâce à l'analyse des réseaux il nous sera possible de décrire le cheminement de l'eau en trois dimensions, en tenant compte de la formation de ruissellement sur les surfaces urbaines, de sa canalisation sur les routes et enfin de son parcours souterrain avant de gagner le milieu récepteur. Les informations concernant le type de réseau et son diamètre nous permettront de tenir compte du phénomène de déversement des réseaux d'assainissement.

La connaissance fine de la nature de réseau et du cheminement de l'eau permettra également de produire les informations essentielles pour la description de l'aléa : la vitesse de l'eau, le temps de transfert, la hauteur d'eau.

Mots-clés : graphe hydrologique, modèle conceptuel de données, SIG.

Bibliographie

- Dubois-Maury J., Chaline C., 2002, *Les risques urbains*, Armand Colin, Paris.
- Horton R. E., 1945, Erosional development of stream and their drainage basins; hydrophysical approach to quantitative morphology, *Bulletin of the geological society of America*, 56, 275-370.
- Rodriguez F., Andrieu H., Yerchoff J., Creutin J. D., 2002, Intérêt des banques de données urbaines pour l'hydrologie, *Revue internationale de géomatique*, 12, 93-114.
- Rodriguez F., Andrieu H., Creutin J. D., 2003, Surface runoff in urban catchment: morphological identification of unit hydrographs from urban databanks, *Journal of Hydrology*, 283, 146-168.
- Rodriguez-Inrtube I., Gonzalez-Sanabria M., Bras R. L., 1982, A geomorphoclimatic theory of the instantaneous unit hydrograph, *Water Resources Research*, 18, 877-886.
- Rodríguez-Inrtube I., Rinaldo A., 1997, *Fractal Rivers basins. Chance and Self-Organisation*, Press syndicate of the University of Cambridge, Cambridge.
- Scarwell H.-J., Laganier R., 2004, *Risque d'inondation et aménagement durable des territoires*, Presses Universitaires du Septentrion, Villeneuve d'Ascq.
- Sherman L.K., 1932, Streamflow from rainfall by the unit hydrograph method, *English News Record*, 108, 501-505.
- Strahler A. N., 1952, Hypsometric (area-altitude) analysis applied to fluvially eroded landforms, *Bulletin of the geological society of America*, 69, 279-300.

Identification des réactions en chaîne suite à un séisme

Elise Beck*, Christiane Weber *, Michel Granet **

**Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / université Louis Pasteur*

Faculté de Géographie et d'Aménagement

3, rue de l'Argonne

F-67000 Strasbourg

elise.beck@lorraine.u-strasbg.fr

christiane.weber@lorraine.u-strasbg.fr

***Institut de Physique du Globe de Strasbourg UMR 7516 – CNRS / université Louis Pasteur*

5, rue René Descartes

F-67084 Strasbourg cedex

Michel.Granet@east.u-strasbg.fr

Contexte et objectifs

Les risques en milieu urbain constituent à l'heure actuelle une préoccupation grandissante. Leur prise en compte dans l'aménagement urbain et leur gestion passe encore aujourd'hui par des approches mono-risque ou mono-sectorielles, concentrées sur un type de risque à la fois. Ceci ne reflète pourtant pas la réalité du risque, puisque des effets dominos suite à une catastrophe peuvent être observés : par exemple, les incendies ayant fait suite aux séismes de San Francisco (1906) ou de Kobé (1999), les dommages causés aux industries pétrochimiques turques par le tremblement de terre d'Izmit (2001), la centrale du Blayais mise à l'arrêt suite à la tempête de décembre 1999. Ces interactions entre risques, encore trop peu étudiées, représentées et prises en compte, méritent pourtant une attention particulière, dans un contexte d'urbanisation croissante. Ce constat est d'autant plus justifié que la plupart des grandes métropoles sont exposées à des aléas divers, entre lesquels des réactions en chaîne sont à craindre. Concernée par sept aléas de nature différente (séismes, inondations, coulées boueuses, industries Seveso, transport de matières dangereuses, rupture de barrage et accident nucléaire), l'agglomération de Mulhouse (Haut-Rhin) constitue un site approprié à une étude multi-risques, abordant les risques dans leur globalité et les éventuels effets dominos survenant suite à une catastrophe majeure. Dans ce contexte, nous nous sommes focalisés sur deux risques, sismique et industriel, car 1) ils concernent l'ensemble de la zone d'étude ; 2) leur faible probabilité d'occurrence constitue un frein à la

construction d'une culture du risque. L'objectif majeur de cette étude a consisté à identifier les accidents industriels susceptibles de se produire suite à un séisme majeur affectant l'agglomération mulhousienne.

Méthode

La méthode d'identification des réactions en chaîne suite à un séisme repose sur un principe, celui qu'un séisme est susceptible de générer un accident industriel si un « bâtiment source » ne résiste pas aux secousses sismiques, parce qu'il est vulnérable d'un point de vue physique. Un bâtiment source correspond à bâtiment dans lequel se trouve un réservoir, une cuve, une conduite... contenant une/des substance(s) dangereuse(s) et qui sera le point de départ d'un accident.

La vulnérabilité physique d'un bâtiment aux séismes peut être considérée entre autres à partir de son potentiel à entrer en résonance. Ce potentiel est maximal lorsque la fréquence fondamentale de résonance d'un bâtiment f_{0B} est égale à la fréquence fondamentale de résonance du site f_0 sur lequel il est construit. Une première étape a donc consisté à déterminer la fréquence de résonance du site. La méthode de Nakamura (Nakamura, 1989), ou H/V, est reconnue comme performante dans l'estimation de cette fréquence. Le spectre obtenu en chaque site de mesure donne une estimation de sa fréquence fondamentale de résonance. Dans cet objectif, 565 mesures ponctuelles de bruit sismique ont été réalisées. Concernant le calcul de la fréquence de résonance des bâtiments, une formule empirique, fondée sur la hauteur du bâtiment (Madariaga et

Perrier, 1991), a été employée, dans l'impossibilité de procéder à des mesures dans l'ensemble des 35 000 bâtiments de l'agglomération, comme proposé par d'autres auteurs (Gallipoli et al., 2004). Au final, la vulnérabilité physique d'un bâtiment est proportionnellement inverse à l'écart Δf_{0B} entre fréquence fondamentale de site et fréquence fondamentale de bâtiment.

Par la suite, nous nous sommes fondés sur les données fournies par des extraits d'études de danger afin d'identifier les secteurs les plus exposés (exposition cumulée quantitative : Propeck-Zimmermann et al., 2002 ; exposition cumulée qualitative) et de localiser les bâtiments sources et les scénarios d'accidents associés.

L'intégration de l'ensemble de ces données et le croisement des deux critères – bâtiment vulnérable aux séismes et bâtiment source – dans un SIG a permis de mettre en exergue les scénarios d'effets dominos susceptibles de se produire suite à un tremblement de terre majeur.

Principaux résultats

En matière de vulnérabilité physique aux séismes, 49,5 % des bâtiments sont caractérisés par une vulnérabilité élevée aux séismes et neuf bâtiments correspondent à des points sources

d'accidents industriels (explosion, diffusion de substances toxiques ou incendie).

Cette méthode a permis d'identifier des réactions en chaîne potentielles sur l'un des quatre sites industriels mulhousiens classés Seveso « seuil haut ». En effet, deux bâtiments vulnérables aux séismes et non construits aux normes parasismiques constituent des bâtiments sources d'accidents industriels. Plusieurs scénarios pourraient se produire, le scénario majorant correspondant à une dispersion d'ammoniac sur un rayon de 129 m. Les effets de cette dispersion de substances toxiques ne dépasseraient pas l'emprise du site industriel dans sa partie sud, résidentielle, mais pourraient cependant affecter une partie de la gare de triage, localisée directement au nord du site. Ces conclusions doivent être cependant confortées par des investigations géotechniques approfondies dans l'objectif d'une caractérisation plus fine de la vulnérabilité physique des bâtiments aux séismes. Dans un contexte plus large, ces travaux ouvrent des perspectives intéressantes dans l'intégration de l'évaluation de risques dans l'évaluation des effets dominos (transport de matières dangereuses, inondations...). Ils soulignent également la difficulté à modéliser les risques chimiques, thermiques ou de suppression, notamment en l'absence de données précises sur les installations dangereuses.

Mots-clés : approche multi-risques, risque sismique, risque industriel, milieu urbain.

Bibliographie

- Gallipoli M. R., Mucciarelli M., Castro R. R., Monachesi G., Contri P., 2004, Structure, soil-structure response and effects of damage based on observations of horizontal-to-vertical spectral ratios of microtremors, *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 24, 487-295.
- Madariaga R., Perrier G., 1991, *Les tremblements de terre*, Presses du CNRS, Paris.
- Nakamura Y., 1989, A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface, *Quarterly Report of Railway Technical Research Institute (RTRI)*, Japan, 30(1), 25-33.
- Propeck-Zimmerman E., Ravenel L., Saint-Gérand T., 2002, Cartographie des risques technologiques majeurs : nouvelles perspectives avec les SIG, *Mappemonde*, 75, 17-21.

Atelier 2

Epidémiologie et géographie de la santé

Président : Thierry Brossard

Florian Tolle, François-Pierre Tourneux

Probabilité d'apparition d'un phénomène parasitaire et choix de modèles de régression logistique

Dominique Badariotti, Arnaud Banos, Vincent Laperrière

Sensibilité au contexte géographique de la dynamique d'une épidémie de peste : les apports de SIMPEST, modèle épidémique individu-centré

Anne Griffond-Boitier, Arlette Danzon, Pascal Bérion, Sébastien Grandjean, Evelyne Fournier, Damienne Provitolo, Raouchan Rymzhanova, Richard Stephenson, Cécile Tannier

Influence des conditions de vie sur l'incidence des cancers

Julie Vallée

L'entropie en géographie de la santé : un outil pertinent pour l'analyse de la transition épidémiologique au sein d'un espace urbain

Probabilité d'apparition d'un phénomène parasitaire et choix de modèles de régression logistique

Florian Tolle, François-Pierre Tourneux

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté

32, rue Mégevand

F-25030 Besançon cedex

florian.tolle@univ-fcomte.fr

francois.tourneux@msh.univ-fcomte.fr

Contexte et problématique

Les processus épidémiologiques sont de plus en plus fréquemment abordés à l'aide des outils de la statistique spatiale et de la modélisation. Ces travaux ont généralement pour but de mettre en évidence des foyers de contamination importants et d'identifier des variables pouvant expliquer la présence de ces foyers. Le caractère binaire des données sanitaires (sain/malade, présence ou absence d'un parasite) nécessite la mise en œuvre de méthodes spécifiques. Brooker et al. (2002) indiquent que les modèles de prévision d'occurrence et de distribution d'un agent pathogène sont souvent issus de modèles de régression logistique binaire. Dans leurs travaux sur la schistosomiase en Afrique, Brooker et al. (2001) mettent en œuvre ces modèles. De même, Wint et al. (2002) ont utilisé cette méthode pour identifier les variables ayant le plus fort potentiel de discrimination entre les échantillons positifs et les échantillons négatifs dans le cas de la tuberculose bovine au Royaume-Uni. Le modèle de régression logistique qui en est issu attribue à chaque échantillon un score de probabilité de présence de l'agent pathogène d'intérêt. La classification postérieure de chaque échantillon nécessite le choix d'un seuil de probabilité qui permet de définir le caractère à risque ou sans risque des différentes observations. Une méthode existe pour définir ce seuil, c'est la méthode ROC (Receiver-Operator Characteristic)(Metz, 1978), qui consiste à obtenir une visualisation du comportement du modèle, et permet de comprendre précisément les conséquences du choix du seuil. La courbe ROC s'obtient en mettant en regard, pour chaque valeur de césure, la sensibilité (le pourcentage d'échantillons positifs correctement classés) et la spécificité (le pourcentage d'échantillons négatifs correctement classés) (Greiner et al., 2000). L'aire sous la courbe, définie

comme l'AUC (Area Under Curve), donne une estimation de la performance du modèle (Pearce et Ferrier, 2000).

À partir d'une base de données ponctuelle renseignant sur la présence du parasite responsable de l'échinococcose alvéolaire, plusieurs modèles ont été générés et testés. L'échinococcose alvéolaire, maladie grave transmissible à l'homme, est considérée comme émergente bien qu'elle soit connue de longue date (Eckert et al., 2000). Les efforts conjoints de l'Université de Franche-Comté, de l'ERZ et de l'AFSSA ont permis de constituer une base de données sur la zoonose en France et notamment dans le département du Doubs, zone d'endémie et terrain d'étude retenu pour cette approche. Le lien présumé entre l'infestation des hôtes du parasite et les structures paysagères (Giraudoux et al., 2003) nous a conduit à explorer la capacité d'explication des indices paysagers (Tolle, 2005).

Données et méthodes

Les 175 échantillons disponibles dans le Doubs ont servi de base au calcul d'indices de composition et de configuration paysagère. Ces calculs ont été réalisés à partir d'une image IRS classée à une résolution de 25 mètres. Le choix de l'échelle à laquelle dériver ces indices a été effectué par maximisation de l'hétérogénéité paysagère dans l'environnement des points. Ainsi, trois échelles d'analyse ont été retenues. L'analyse des relations entre le caractère positif ou négatif des échantillons, et les variables paysagères qui ont été générées a été effectuée par régression logistique binaire. À chacune des trois échelles retenues, un modèle a été obtenu. Ces modèles ont été évalués par le calcul de l'AUC, ce qui a permis d'optimiser les valeurs de césure retenues pour la prédiction en positif ou en négatif de chaque échantillon. L'importance de

chaque variable retenue dans les modèles a également été quantifiée par le coefficient de probabilité e^B . Les valeurs de probabilité attribuées à chaque échantillon par les modèles ont été représentées spatialement ce qui donne un outil d'interprétation de la répartition attendue des échantillons contaminés.

Résultats

Les variables identifiées à ces trois niveaux d'échelle ont conduit à ébaucher des hypothèses quant aux facteurs paysagers qui entrent en jeu dans les processus épidémiologiques. Tout d'abord, la récurrence d'indices liés aux zones mixtes et aux zones humides peut laisser penser que ces classes paysagères et leurs agencements ont une influence sur une ou plusieurs étapes du cycle parasitaire. Si leur importance est confirmée, elles pourraient être considérées comme des indicateurs de risque présumé. La fréquence de contact entre classes d'occupation du sol semble également être un type de descripteur intéressant. Ce constat peut être interprété comme le reflet de l'importance des configurations paysagères, et plus spécifiquement des zones de lisière entre classes d'occupation du sol. Dans le choix des valeurs de césure, la sensibilité de la prédiction a été favorisée. Cela

équivalait à tolérer un plus grand nombre de faux positifs mais, dans le cas de phénomènes variables dans l'espace et dans le temps, cette propriété peut éventuellement aider à mettre en évidence des foyers potentiels dont les caractéristiques paysagères sont proches des vrais positifs bien que le parasite n'y ait pas été formellement trouvé. L'apparition de foyers de risque potentiel, à partir des données du Doubs, est un premier résultat qui nous a encouragé à aller plus loin dans l'exploitation de ces modèles. Les facteurs paysagers, identifiés ponctuellement à partir des données, ont été calculés en tout point de l'espace. Les trois modèles élaborés précédemment ont ainsi fait l'objet d'une généralisation spatiale des facteurs les composant. Nous avons ainsi obtenu une représentation continue des différentes variables entrant dans les modèles, ce qui nous a permis d'obtenir une image globale du risque de présence parasitaire attendu dans toute la zone d'étude. Cette phase de recherche nous a conduit à délimiter des zones présumées sensibles qu'il sera nécessaire de valider par une nouvelle campagne de terrain pour laquelle l'échantillonnage pourra être stratifié en fonction du gradient de vulnérabilité paysagère présumée.

Mots-clés : épidémiologie spatiale, régression logistique binaire, courbes ROC, modélisation prédictive.

Bibliographie

- Brooker S., Hay S. I., Issae W., Hall A., Kihamia C. M., Lwambo N., Wint W., Rogers D. J., Bundy D., 2001, Predicting the distribution of urinary schistosomiasis in Tanzania using satellite sensor data, *Tropical medicine and international health*, 6(12), 998-1007.
- Brooker S., Hay S. I., Bundy D., 2002, Tools from ecology: useful for evaluating infection risk models? *Trends in parasitology*, 18(2), 70-74.
- Eckert J., Conraths F. J., Tackmann K., 2000, Echinococcosis: an emerging or re-emerging zoonosis? *International Journal for Parasitology*, 30, 1283-1294.
- Giraudoux P., Craig P. S., Delattre P., Bao G., Bartholomot B., Harraga S., Quéré J. P., Raoul F., Wang Y., Shi D., Vuitton D.A., 2003, Interactions between landscape changes and host communities can regulate *Echinococcus multilocularis* transmission, *Parasitology*, 127, 121-131.
- Greiner M., Pfeiffer D., Smith R. D., 2000, Principles and practical application of the receiver-operating characteristic analysis for diagnostic tests, *Prev. Vet. Med.*, 45, 23-41.
- Metz C. E., 1978, Basic principles of ROC analysis, *Semin. Nucl. Med.*, 8, 283-298.
- Pearce J., Ferrier S., 2000, Evaluating the predictive performance of habitat models developed using logistic regression, *Ecological Modelling*, 133, 225-245.
- Tolle F., 2005, Paysage et risque sanitaire ; le cas de l'échinococcose alvéolaire, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Wint G. R., Robinson T. P., Bourn D. M., Durr P. A., Hay S. I., Randolph S. E., Rogers D. J., 2002, Mapping bovine tuberculosis in Great Britain using environmental data, *Trends in Microbiology*, 10(10), 441-444.

Sensibilité au contexte géographique de la dynamique d'une épidémie de peste : les apports de SIMPEST, modèle épidémique individu-centré

Dominique Badariotti*, Arnaud Banos**, Vincent Laperrière*

* Laboratoire SET UMR 5603 – CNRS / Université de Pau et des Pays de l'Adour

IRSAM, avenue du Doyen Poplawski

F-64000 Pau

dominique.badariotti@univ-pau.fr

vincent.laperriere@yahoo.fr

** Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / Université Louis Pasteur

3, rue de l'Argonne

F-67000 Strasbourg

arnaud.banos@lorraine.u-strasbg.fr

Contexte scientifique

Dans l'étude des maladies transmissibles, la recherche et la hiérarchisation des facteurs qui commandent l'apparition d'une épidémie et son évolution sont cruciales pour anticiper les catastrophes sanitaires et tenter de les enrayer par des mesures d'intervention efficaces. Au siècle dernier, avec l'avènement de la modélisation mathématique (Kermack et McKendrick, 1927; Mollison, 1995) s'est développée une véritable théorie des épidémies dont la principale avancée a été de définir le théorème du seuil épidémique, selon lequel la population susceptible d'être infectée doit dépasser une taille critique pour qu'une épidémie puisse se développer au sein de cette population. Ce seuil est étudié à travers une variable clé : le taux de reproduction épidémique R , qui est le nombre moyen d'infections secondaires produites par un individu infectieux typique durant sa période entière d'infectiosité. Au cours du temps, si $R > 1$, la maladie se développe, sinon elle tend à s'éteindre.

Cependant, les modèles compartimentaux classiques font bien souvent fi du contexte géographique dans lequel se développent les maladies, en agrégeant les comportements individuels et en faisant l'hypothèse d'une population de susceptibles et d'infectés mélangée de façon homogène. L'approche par les systèmes complexes, et notamment par la modélisation et la simulation

individu-centrée, apporte plus de réalisme dans les modèles épidémiologiques et ouvre la voie à de nouvelles investigations concernant les facteurs de différents ordres, épidémiologiques, démographiques, géographiques, sociaux favorisant le développement d'une épidémie (Bian, 2004; Dunham, 2005).

Stratégie de modélisation et objectifs des simulations

Nous présentons le modèle SIMPEST, développé pour simuler des épidémies de peste bubonique dans le contexte de la peste bubonique rurale qui sévit actuellement sur les hautes terres de Madagascar. Notre parti pris est d'explicitier dans le modèle les comportements spatiaux des agents impliqués dans la maladie – rats, puces et hommes – pour analyser en sortie une dynamique globale de la maladie qui tient compte des aspects contingents de la transmission de la maladie, liés aux rencontres fortuites entre ces agents.

L'objectif des simulations, à travers des analyses de sensibilité, est d'étudier l'influence des paramètres et conditions initiales du modèle, ces dernières reflétant notamment le contexte géographique local, sur la force et la forme globale de l'épidémie, à travers des variables-clés telles que la force globale de l'infection ou son taux de reproduction R . Les résultats de nos analyses peuvent alors être confrontés d'une part aux observations empiriques faites sur les conditions

pour que se développe une épidémie, d'autre part aux seuils théoriques de développement épidémique mis en évidence à travers les modèles mathématiques compartimentaux.

Structure du modèle

Notre modèle a été programmé sur la plateforme Netlogo, qui nous permet d'initialiser un espace schématique, représentant un village malgache et ses environs, sur lequel sont disposés et évoluent des agents rats, puces et humains. L'environnement est initialisé à une certaine époque de l'année, correspondant à un certain état des cultures, sources de nourriture pour les rats.

Le comportement des agents est dicté par quatre composantes réglées par les paramètres du modèle : (1) *une composante démographique*, dont les paramètres règlent la reproduction et la mort par vieillissement des populations de puces et de rats ; (2) *des règles de mobilité* spécifiques aux trois populations d'agents ; (3) *un processus de transmission inter-individuelle* : une puce s'infecte sur un rat infectieux et, à l'issue d'une période de latence, peut à son tour transmettre la maladie à un autre hôte, rat ou humain ; (4) une évolution individuelle de la maladie (passage par les différents états épidémiologiques successifs).

Résultats et perspectives

Une première série d'analyses de sensibilité nous a permis de hiérarchiser les paramètres de simulation du modèle selon leur degré d'influence – via leur coefficient de sensibilité relatif – sur une variable de sortie synthétique : le cumul des puces qui se sont retrouvées au cours de la simulation à la fois à l'état libre, et infectieuses, c'est-à-dire prêtes à

infecter un nouvel hôte, rat ou humain. Cette variable (cumul des puces libres infectieuses) est donc un indicateur de la force globale de l'épidémie et de son potentiel à générer des cas humains. Les analyses ont révélé une forte sensibilité aux paramètres traduisant une durée, notamment l'espérance de vie de la puce et les périodes infectieuses du rat et de la puce. Ces résultats sont proches de ceux de Keeling et Gilligan, obtenus sur un modèle mathématique compartimental (Keeling et Gilligan, 2000).

Concernant la sensibilité aux conditions initiales, dont, en premier lieu, la taille des populations initiales, des observations empiriques ont été faites selon lesquelles « *il n'y a pas de risque d'extension épidémique tant que l'indice puclidien [nombre de puces par rat] reste en dessous de un* » (Hirst et Grubbs, cités par Pollitzer, 1954). Or, ce fait a été observé par la simulation, à travers l'analyse de la sensibilité de la force globale de l'épidémie à l'indice puclidien initial, pour différentes tailles de population de rat.

Nos efforts se concentrent désormais sur l'étude de la sensibilité du taux de reproduction épidémique R aux conditions géographiques locales, à travers la confrontation du modèle à différentes situations empiriques, reflétant une organisation spatiale et une distribution initiale des populations particulière. En effet, cette variable, qui traduit le taux de production de nouveaux infectés, est très sensible à la structure des contacts qui se produisent au cours de l'épidémie entre individus susceptibles et infectés (Keeling et Grenfell, 2000), contacts eux-mêmes orientés par la structure spatiale locale.

Mots-clés : modèle épidémique, individu-centré, analyses de sensibilité, taux de reproduction épidémique R .

Bibliographie

- Bian L., 2004, A conceptual framework for an individual-based spatially explicit epidemiological model, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 31, 381-395.
- Dunham J. B., 2005, An agent-based spatially explicit epidemiological model in MASON, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 9(1).
- Keeling M. J., Grenfell B. T., 2000, Individual-based perspectives on R_0 , *Journal of Theoretical Biology*, 203, 51-60.
- Keeling M. J., Gilligan C. A., 2000, Bubonic plague: a metapopulation model of a zoonosis, *Proc. R. Soc. Lond. B*, 267, 2219-2230.
- Kermack W. O., McKendrick A. G., 1927, A contribution to the mathematical theory of epidemics, *Proc. Roy. Soc. A*, 115, 700-721.
- Mollison D. (dir.), 1995, *Epidemic models: their structure and relation to data*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Pollitzer R., 1954, *La peste*, OMS, Série de monographies n° 22, Genève.

Influence des conditions de vie sur l'incidence des cancers

Anne Griffond-Boitier*, Arlette Danzon**, Pascal Bérion*, Sébastien Grandjean*, Evelyne Fournier**, Damienne Provitolo*, Raouchan Rymzhanova**, Richard Stephenson*, Cécile Tannier*

*UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté
32, rue Mégevand
F-25030 Besançon cedex
agriffon@univ-fcomte.fr

**Registre des Tumeurs du Doubs, ORS de Franche-Comté
3, rue Auguste Rodin
F-25000 Besançon
registre-cancers@chu-besancon.fr

L'étude présentée ici est le fruit d'un travail interdisciplinaire qui associe géographes et médecins.

Contexte

Les pathologies cancéreuses sont en constante augmentation dans les pays occidentaux et de nombreuses études épidémiologiques cherchent à mieux comprendre les causes de ces pathologies pour mettre en place des politiques de dépistage et de prévention. Les causes environnementales, qu'elles soient physiques ou sociales, semblent jouer un rôle important, mais restent extrêmement difficiles à identifier. Il est d'ailleurs vraisemblable que de multiples facteurs se conjuguent pour expliquer la multiplication de ces pathologies. Les analyses récentes sur les disparités des événements de santé conduisent à s'intéresser aux degrés de pauvreté et de précarité des populations. Des analyses françaises, britanniques et canadiennes mettent bien en évidence les interactions entre « situations de pauvreté » et « problèmes de santé ». C'est une voie que nous souhaitons explorer sans être pour autant catégorique sur les hypothèses formulées. En effet, les situations de pauvreté peuvent être un facteur aggravant dans l'incidence des cancers, mais on trouve aussi des contre-exemples : le dépistage des cancers du sein ou de la prostate semble avoir moins de répercussion auprès des populations aisées qui, plus que d'autres, mettent en doute l'intérêt de la prévention.

Hypothèses et méthode

La méthode de travail proposée ici cherche à construire un outil de mesure des inégalités socio-économiques pour mieux comprendre leur influence sur l'incidence des cancers (nombre de patients atteints de pathologies cancéreuses). On ne dispose d'aucune information autre que médicale sur les patients eux-mêmes ; c'est pourquoi on est contraint d'agglomérer les données d'incidence des cancers à des échelons géographiques où des indicateurs socio-économiques existent. Il s'agit ensuite de constituer, à partir d'un groupe d'indicateurs, un zonage territorial identifiant différents « degrés de pauvreté et précarité », puis de comparer par zone, le taux d'incidence des cancers et de révéler ainsi d'éventuelles disparités. L'intérêt de travailler en équipe pluridisciplinaire est d'accroître notre capacité d'interprétation des résultats à la fois d'un point de vue médical et spatial. Dans un premier temps et dans un objectif de validation du protocole, les cancers du sang (hémopathies) font l'objet de la recherche. Le terrain d'étude retenu est celui de la Franche-Comté.

La démarche de travail se décompose en 4 étapes :

1) Identifier 10 indicateurs de pauvreté. Ceux-ci servent à décrire les conditions de vie des populations françaises et relèvent de plusieurs familles de variables : l'emploi, les ménages, les prestations sociales, les conditions de logement... Afin de fournir un outil de mesure facile à mettre en œuvre et reproductible sur tout type de territoire,

nous avons recours à des indicateurs faciles à mobiliser, notamment dans le RGP.

2) Recueillir, auprès des registres des tumeurs, les données d'incidence des cancers à l'échelon communal et par classes d'âge, afin d'éliminer l'effet de structure de l'âge dans les traitements statistiques ultérieurs.

3) Établir une typologie spatiale en fonction des indicateurs de pauvreté et précarité retenus comme pertinents. Deux méthodes statistiques sont utilisées : l'une relève d'une approche qualitative fondée sur une comparaison des profils de communes en fonction des indicateurs de pauvreté, appuyée sur une analyse factorielle suivie d'une classification ; l'autre relève d'une approche quantitative où les indicateurs sont analysés indépendamment les uns des autres. Leur discrétisation permet d'établir différents niveaux ou scores de pauvreté. Le profil des communes est ensuite obtenu par cumul de scores. Enfin, la typologie spatiale est construite en regroupant les communes dont les scores sont proches. Cette méthode permet de pondérer le rôle respectif de chaque indicateur et de « jouer » sur les seuils de discrétisation ou encore d'introduire des limites floues. Cela offre plus de souplesse pour adapter l'outil à des territoires spécifiques où l'expression de la pauvreté peut prendre des formes différentes (en milieu rural ou urbain par exemple). La pondération fait alors intervenir des choix subjectifs.

Ces deux méthodes permettent de comparer les zonages obtenus et d'en tester la pertinence en fonction des variations d'incidence des cancers.

4) Le dernier stade de l'analyse est de comparer l'incidence des cancers au sein des espaces-types prédéfinis qualifiés par différents degrés de

pauvreté et précarité. Pour chaque espace-type, le calcul d'un « ratio standardisé d'incidence » s'effectue en confrontant, par classe d'âge, l'incidence observée et l'incidence attendue selon un référentiel donné ici par le taux régional. Le « ratio standardisé d'incidence » ainsi obtenu peut révéler une sur ou une sous-incidence des cancers dans les zones spatiales prédéfinies.

Résultats et limites de l'étude

Les premières analyses révèlent bien des disparités dans l'incidence des cancers, mais aucun des résultats n'est statistiquement significatif. Toutefois, la seconde méthode d'élaboration de la typologie spatiale permet, par des procédés d'ajustement, de modifier le découpage spatial et d'en observer l'effet sur le calcul de ratios standardisés d'incidence des cancers. Cette phase est en cours de réalisation.

Quels que soient ces résultats, une telle étude soulève le problème du risque écologique (confronter des données individuelles à des données agrégées décrivant des unités spatiales) qui tend à réduire la pertinence du protocole mis en place et l'interprétation des résultats. Conscients de cette limite, il nous a cependant paru intéressant de conduire l'analyse, car l'objectif n'est autre que formuler des « présomptions » sur les causes d'explication des pathologies. Seules des enquêtes auprès des patients peuvent fournir une information statistiquement fiable. Mais, la mise en place de telles enquêtes est délicate et la présente étude peut être un argument de poids auprès des instances publiques pour les réaliser. Elle offre également des pistes pour orienter le recueil d'informations auprès des patients.

Mots-clés : géographie de la santé, épidémiologie, incidence des cancers, indicateurs socio-économiques de pauvreté, hémopathies.

Bibliographie

- Collectif, 2006, Pauvreté et Territoire en Nord-Pas-De-Calais, Volet 1, *Dossiers de Profils*, 82, Insee Nord-Pas-De-Calais, 2006.
- Danzon A., Woronoff A. S., 2004, *Épidémiologie du cancer en Franche-Comté. Incidence et mortalité de 1980 à 2000*, Registre des Tumeurs du Doubs, Besançon.
- Dejardin O., Remontet L., Bouvier A. M., Danzon A., Trétarre B., Delafosse P., Molinié F., Maarouf N., Velten M., Sauleau E. A., Bourdon-Raverdy N., Grosclaude P., Boutreux S., De Pourville G. Launoy G., 2006, Socioeconomic and geographic determinants of survival of patients with digestive cancer in France, *British Journal of Cancer*, 1-6.
- Strong M., Maheswaran R., Pearson T., 2006, A comparison of methods for calculating general practice level socioeconomic deprivation, *International Journal of Health Geographics*, 5:29.
- Viel J. F., Challier B., 2001, Pertinence et validité d'un nouvel indice composite français mesurant la pauvreté au niveau géographique, *Revue épidémiologique et santé publique*, 49, 41-50.

L'entropie en géographie de la santé : un outil pertinent pour l'analyse de la transition épidémiologique au sein d'un espace urbain

Julie Vallée

Université Paris X Nanterre, IRD – UR 178

15-21, rue de l'École de Médecine

F-75006 Paris

valleej@yahoo.fr

Contexte et objectif

L'objectif de l'enquête de santé réalisée à Vientiane, la capitale du Laos, en février et mars 2006 auprès de 2042 adultes, était de mettre en relation l'état de santé de la population avec le niveau d'urbanisation du lieu de résidence. Dans trois types d'espaces urbains distingués selon un gradient décroissant d'urbanisation (Vallée, 2007), 9 « villages » (ou quartiers) ont été sélectionnés pour mener l'enquête (Vallée et al., 2007). À partir des données collectées, l'analyse concerne ici la géographie du cumul des pathologies. Notre démarche s'inspire du modèle de la transition épidémiologique exposé par Omran (1971), qui décrit les changements des causes de décès dans le temps. Cette transition se déroule en trois phases (Picheral, 2001) : 1) les maladies infectieuses, parasitaires et de carence dominant largement les causes de décès ; 2) phase de transition durant laquelle on observe un cumul des différentes pathologies ; 3) la proportion de décès imputables aux maladies chroniques et dégénératives devient majoritaire, avec un allongement de l'espérance de vie. Habituellement étudiée à partir des données de mortalité, la transition épidémiologique peut également être appréhendée à partir de données de morbidité.

Vientiane, en tant que capitale d'un pays en voie de développement, est « le lieu d'observation privilégié de la transition épidémiologique » (Picheral, 1989). Il s'agit de situer chacun des espaces urbains de Vientiane dans la phase de la transition épidémiologique à laquelle ils appartiennent. À défaut de pouvoir analyser l'évolution temporelle de la transition épidémiologique en raison du manque de données multi-temporelles, il est possible de réaliser des distinctions spatiales selon la fréquence relative des causes de morbidité et de faire ainsi une lecture spatiale de l'évolution. Cette transposition de la transition épidémiologique du domaine du temps à celui de l'espace géographique, déjà envisagée par

Picheral (1989), a été réalisée par Vigneron et al. (1991) en Polynésie Française.

Méthode

Nous créons un indice qui mesure la diversité des causes de morbidité à partir de leur fréquence relative. Appliquée à Vientiane et à son maillage administratif en villages, cette approche permet de mesurer cette diversité au sein de chacun des villages et d'apprécier ainsi la diffusion spatiale de la transition épidémiologique. Nous utilisons l'entropie d'information relative (Hr) (Dauphiné, 2003) :

$$Hr = - \sum [p_i \log(p_i)] / \log(n)$$

avec p_i la proportion de personnes malades affectées par la maladie i et n le nombre de maladies prises en compte. Si dans un village, une seule cause de morbidité existe, l'homogénéité est totale et $Hr = 0$. Plus les causes de morbidité sont diverses et équilibrées, plus Hr est proche de 1. Hr est calculé pour chacun des 27 villages sélectionnés mais également pour chacune des trois strates urbaines. Deux systèmes sont étudiés à Vientiane :

– *Le système 1* prend en compte deux familles de maladies et reproduit le modèle de la transition épidémiologique : parmi l'ensemble des adultes hypertendus, diabétiques ou anémiés, nous calculons d'une part la proportion de ceux touchés par une maladie chronique (hypertension, diabète) et d'autre part la proportion de ceux touchés soit par une maladie de carence comme l'anémie. Hr est calculé à partir de ces deux proportions.

– *Le système 2* s'intéresse à la transition nutritionnelle qui exprime le passage de pathologies de maigreur à des pathologies de surcharge (Salem, 1998). En considérant uniquement les individus avec un Indice de Masse Corporelle inférieur à 18,5 ou supérieur à 27,5 (WHO, 2004), nous calculons les proportions de ceux qui sont modérément malnu-

tris, légèrement malnutris, en surpoids ou obèses. Hr est calculé à partir de ces quatre proportions.

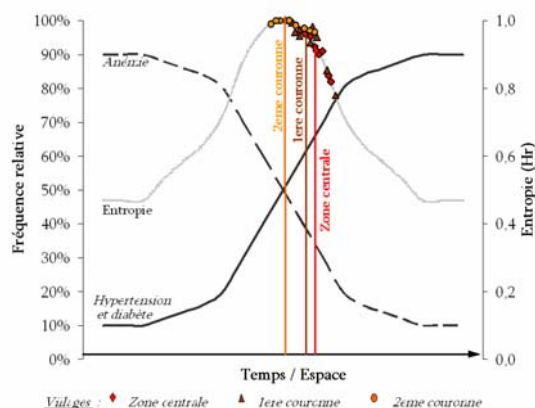


Fig. 1. Géographie du cumul des pathologies à Vientiane (système 1)

Pour chacun de ces deux systèmes, on représente sur un graphique les courbes d'évolution dans le temps des différentes maladies prises en compte et la courbe de l'entropie issue de ces courbes. Pour situer chacun des espaces sur l'axe temporel à partir de la valeur de Hr , il est nécessaire de s'appuyer sur la courbe de l'entropie qui est elle-même issue des courbes de fréquence des différentes maladies (p_i). Ces courbes reproduisent le modèle de la transition épidémiologique : les maladies de carence ont tendance à diminuer à mesure que les maladies chroniques et de surpoids augmentent.

Mots-clés : santé, transition épidémiologique, entropie, Vientiane.

Bibliographie

- Dauphiné A., 2003, *Les théories de la complexité chez les géographes*, Economica, Paris.
- Omran A., 1971, The Epidemiological Transition, a Theory of the Epidemiology of Population change, *The Milbank Memorial Fund Quarterly*, 49(4), 509-538.
- Picheral H., 2001, *Dictionnaire raisonné de géographie de la santé*, Université Paul Valéry, Montpellier.
- Picheral H., 1989, Géographie de la transition épidémiologique, *Annales de géographie*, 546, 129-151.
- Salem G., 1998, *La santé dans la ville. Géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal)*. Karthala-Orstom.
- Vigneron E., Baccou M., Debat V., Gaumet F., 1991, Analyses géographiques de la transition épidémiologique en Polynésie Française, *Cahiers GEOS*, 20.
- Vallée J., 2007, Espace urbanisé et périmètres urbains, une délimitation complexe. Dans Vientiane, développement urbain et patrimoine, in : Aphaylat K., Clément P., Goldblum C. Taillard C. (eds.), *Les Cahiers de l'Ipraus*, Editions Recherches, Paris.
- Vallée J., Souris M., Bochaton A., Mobillion V., Peyronnie K., Fournet F., Salem G., 2007, The sampling in health geography: how reconcile geographical and statistical approaches? Example of a health survey in Vientiane (Lao PDR), *Emerging Themes in Epidemiology*, article soumis.
- WHO expert consultation, 2004, Appropriate body-mass index for Asian populations and its implications for policy and intervention strategies, *The Lancet*, 363: 157-163.

Résultats

On observe à Vientiane une diversité décroissante des causes de morbidité à mesure que l'espace est plus urbanisé (Fig. 1). Dans les espaces périphériques de la ville, règne une grande diversité de pathologies : les problèmes de carence et de malnutrition ainsi que les maladies chroniques et les problèmes de surpoids sont importants ce qui induit une entropie élevée. Au contraire dans les espaces centraux de la ville, règne une plus grande homogénéité : les maladies chroniques et les problèmes de surpoids dominent largement les causes de morbidité.

Les nouvelles pathologies sont présentes en proportions notables dans l'ensemble de la ville mais leur émergence semble avoir plus rapide dans les espaces centraux que périphériques. Par rapport aux espaces centraux, les espaces moins urbanisés sont donc « à la traîne » dans la transition épidémiologique. Au vu de cette géographie de la transition épidémiologique qui apparaît liée au niveau de l'urbanisation, on peut donc estimer, même en l'absence de données temporelles, que l'émergence des maladies chroniques et la diminution des maladies de carence se fait plus rapidement dans les espaces centraux que périphériques de Vientiane. La différenciation spatiale observée entre les différents espaces urbains démontre l'intérêt d'effectuer une transposition de la transition épidémiologique du domaine du temps à celui de l'espace géographique via un indice d'entropie.

Atelier 3

Représentations paysagères

Président : Jean-Claude Wieber

Catherine Caille-Catin

De la connaissance des représentations du concept de paysage... Mise en œuvre d'un protocole méthodologique de recueil et d'analyse des représentations mentales de paysage des acteurs territoriaux et des auteurs d'atlas paysagers

Thierry Ramadier, Chrissanty Petropoulou, Anne-Christine Bronner, Hélène Haniotou

Mobilité quotidienne et paysages urbains : méthode et procédure d'analyse

Jean-Baptiste Litot, Arnaud Piombini

Les cartes postales paysagères : un outil d'analyse territoriale

De la connaissance des représentations du concept de paysage...

Mise en œuvre d'un protocole méthodologique de recueil et d'analyse des représentations mentales de paysage des acteurs territoriaux et des auteurs d'atlas paysagers

Catherine Caille-Catin

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté
32, rue Mégevand
F-25030 Besançon cedex
catherine.caille@univ-fcomte.fr

Contexte et objectif de la recherche

Les évolutions récentes du cadre législatif induisent la prise en compte des problématiques paysagères dans les politiques d'aménagement des territoires. Il ne s'agit plus seulement de sauvegarder les paysages, mais il faut aussi les gérer et les aménager. En même temps, ces évolutions conduisent les acteurs vers d'autres modes de gouvernance territoriale². L'élaboration de politiques territoriales associe de nombreux protagonistes pour « *organiser les usages et le développement de l'espace local* » (Vaivre, 2001), aussi, la demande sociale de paysage guide l'établissement de projets de territoire et revendique un cadre de vie de qualité pour les habitants. L'intelligence territoriale qui suscite la mobilisation des acteurs pour la création de politiques des territoires, semble engendrer une nouvelle forme de gouvernance : la gouvernance paysagère.

Cependant, la réunion de différents acteurs autour de l'élaboration de ces politiques, implique de chacun d'eux, une connaissance des paysages de leur territoire et des problématiques auxquels ils sont sujets, mais aussi des enjeux qui se dessinent. Certains d'entre eux possèdent déjà des éléments de connaissance paysagère, pour d'autres leur culture est davantage lacunaire, toutefois, que ce soit pour découvrir ou pour approfondir, les acteurs ont besoin d'outils de connaissance des paysages. En 1994, la Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme proposa une méthode (Luginbühl et al., 1994) pour leur réalisation, des atlas des paysages ont été ainsi publiés et couvrent à présent, une grande partie du territoire français. Ces publications dressent l'inventaire des paysages régionaux, les présentent et parfois disposent d'éléments permettant de les analyser. Ainsi les prises de

décision peuvent être facilitées par les informations contenues dans l'atlas.

La connaissance des représentations paysagères des acteurs territoriaux s'avère nécessaire pour comprendre le sens et les valeurs qu'ils accordent au paysage, mais aussi pour estimer la prise de conscience qu'ils ont des problématiques paysagères. La clarification des contextes de production des représentations, nous donnera des indices sur la nature des éléments qui participent à l'élaboration d'une culture du paysage. La confrontation des représentations des acteurs avec celles des auteurs d'atlas des paysages, révélera des écarts et similitudes susceptibles d'exister lorsqu'ils évoquent la thématique paysagère. Cette opération mettra en évidence des éléments pouvant participer à l'acquisition d'une culture paysagère dans une publication dont la vocation est la transmission d'informations sur les paysages. Nous avons donc besoin de mettre en place un protocole méthodologique afin de connaître les représentations mentales que les acteurs portent sur le paysage et les problématiques paysagères. Nous devons intégrer à cet objectif de recherche une méthode, afin de comparer les représentations des acteurs à celles des auteurs d'atlas sur la thématique paysagère.

Données

Nous disposons 1) d'un corpus de textes issus des tapuscrits de neuf atlas des paysages tirés de notre corpus initial, à partir de cédéroms dont les données pouvaient être utilisées ; 2) d'un corpus de textes constitué à partir des transcriptions des discours des vingt acteurs interrogés lors d'entretiens semi-directifs.

Nous souhaitons ainsi pouvoir confronter les discours des auteurs d'atlas des paysages avec ceux des acteurs de l'aménagement sur quelques axes de réflexion dont celui qui a trait au concept de

² Loi d'orientation pour le développement durable du territoire, 1999.

paysage, tel qu'il est défini par les individus de nos corpus et qui est présenté dans cette communication.

Les discours sont évidemment de nature différente, ils n'ont pas la même fonction. L'entretien est spontané et produit un discours souvent discontinu, le texte de la publication est issu d'un travail de composition, de réflexion plus distanciée par rapport à l'objet dont il est question. Cependant, ils révèlent les représentations paysagères de ces hommes, pour les uns chargés de produire un discours sur le paysage dans le but de le faire connaître, pour les autres, chargés de concevoir des projets paysagers à qui nous demandons lors d'un entretien de tenir un discours réflexif sur la problématique paysagère. Cette observation a été prise en compte dans le traitement des informations.

Méthodes

Les analyses textuelles portent sur :

- sur la sémantique globale des divers textes des corpus, tris et classements des éléments de réponses en fonction des objectifs fixés. Cette opération nous a permis de rester proche du discours des acteurs et auteurs et d'extraire les données dont nous avons besoin pour cerner leurs représentations ;

- sur les mots des corpus, afin d'avoir une représentation distanciée des discours dont nous connaissions le contexte de réalisation et le contenu, et cerner ainsi le lexique employé lorsqu'il s'agit de tenir des propos sur le paysage. Divers traitements des données furent réalisés à l'aide d'un logiciel de traitement d'enquête (*Modalisa*). Un logiciel de lemmatisation de termes, *Nomino*, opération qui consiste à extraire le radical des mots mais conserve sa nature, nous a permis de disposer d'un référentiel de mots classés en noms, verbes, adjectifs et adverbes sur lequel nous avons pu opérer un certain nombre de tris et classements différents en fonction de nos besoins. Nous avons voulu extraire des informations complémentaires à ce dernier

Mots clés : paysage, représentation de paysage, analyses textuelles, atlas des paysages, acteurs territoriaux.

Bibliographie

- Davalo E., Naim P., 1990, *Des réseaux de neurones*, Éditions Eyrolles, Paris.
- Josselin D., 1995, La déprise agricole en zone de montagne ; vers un outil d'aide à la modélisation spatiale couplant Système d'Induction et d'Information Géographique, Thèse de doctorat, Université de Grenoble 1, Grenoble.
- Lelu A., 1995, De l'émergence des concepts : réflexions à partir du traitement « neuronal » des bases de données documentaires, in : *Les sciences de l'information : bibliométrie, scientométrie, infométrie in Solaris*, Presses Universitaires de Rennes, Rennes.
<http://biblio-fr.info.unicaen.fr/bnum/jelec/Solaris/d02/2lelu.html>
- Luginbühl Y., Bontron J.-C., Croz Z., 1994, *Méthode pour des atlas des paysages, Identification et qualification*, DAU au Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Équipement et des Transports, STRATES/CNRS-SEGESA.
- Vaivre F., 2001, Les pays dans la dynamique intercommunale : analyse des jeux d'acteurs et des modes de construction territoriale, Thèse de doctorat en géographie, Université de Franche-Comté, Besançon.

traitement pour dégager les composantes thématiques principales de notre corpus textuel et connaître les liens qui existent entre elles. Nous avons donc souhaité réaliser un traitement statistique sur ce corpus, notre choix s'est donc tourné vers l'utilisation des réseaux de neurones (Josselin, 1995). Les capacités du logiciel *Neuronav* nous ont ainsi paru appropriées à nos objectifs. Il permet à partir du traitement « neuronal » des corpus, d'élucider « les conditions d'émergence des concepts » (Lelu, 1995) et offre la possibilité de modéliser cette émergence.

Principaux résultats obtenus

L'analyse des définitions données au paysage par les acteurs territoriaux et les auteurs des atlas des paysages, est révélatrice d'une sémantique convergente, car la notion de pays (dimension matérielle) et l'existence d'interférences entre Homme et Nature y apparaissent généralement, mais à divers degrés d'importance. La dimension idéale du paysage est exprimée lorsque la notion de perception, de construction et de représentation est évoquée, cependant cette dimension est plus rarement suggérée dans les différents propos que nous avons analysés.

Cette étude permet d'observer la polysémie du terme paysage. Elle révèle ainsi la nécessité de définir ce que représente le concept de paysage pour chacun lorsqu'un projet d'aménagement doit être élaboré entre différents acteurs territoriaux. Nos observations ont montré des conceptualisations différentes qu'il est utile pour les acteurs de connaître et de comprendre, afin d'intégrer les enjeux paysagers en lice. Cette recherche nous conduira à envisager des médiations paysagères, c'est-à-dire toute initiative, toute activité, tout outil ou tout instrument qui vise à l'amélioration de la prise en compte du paysage dans les diverses opérations ou politiques d'aménagement des territoires.

Mobilité quotidienne et paysages urbains : méthode et procédure d'analyse

Thierry Ramadier*, Chrissy Petropoulou**, Anne-Christine Bronner*, Hélène Haniotou*

*Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / université Louis Pasteur
Faculté de Géographie et d'Aménagement
3, rue de l'Argonne
F-67000 Strasbourg
thierry.ramadier@lorraine.u-strasbg.fr

**Université Aristote
Thessalonique, Grèce

Contexte

Saisir les formes urbaines qui sont associées à la mobilité quotidienne est un enjeu scientifique important, d'autant que les définitions de l'espace urbain, contrairement à celles de la ville, s'appuient de plus en plus sur le paradigme de la mobilité (Remy et Voyé, 1992 ; Bassand, 2001), au détriment parfois de l'approche morphologique. L'enjeu se situe en termes d'aménagement, notamment pour saisir quels peuvent être les paysages urbains qui contribuent à choisir un lieu d'activité plutôt qu'un autre. Cette approche explicative de la mobilité par les paysages urbains suppose de mobiliser des savoirs et savoirs-faire de la géographie et de la psychologie.

Tenter d'expliquer la mobilité quotidienne en s'appuyant sur les paysages urbains pose la question des valeurs paysagères ainsi que la difficulté de les relever et de les objectiver. Plus concrètement, cela suppose d'une part de relever des informations dont les enquêtés n'ont pas nécessairement conscience. D'autre part, les outils actuels relèvent des valeurs déclarées en matière de formes urbaines qui n'ont pas nécessairement de validité écologique (Matalon, 1988) d'un point de vue comportemental, et qui, de plus, amalgament les valeurs environnementales issues de pratiques spatiales avec celles qui proviennent de représentations de l'espace. Elles introduisent en définitive des imprécisions quant à l'analyse du rapport des individus à leur espace de vie. Nous chercherons à dépasser ces difficultés méthodologiques en pointant les récurrences quant aux formes urbaines sur lesquelles s'appuie le quotidien des

individus, que ce quotidien soit d'ordre géographique ou psychologique.

Méthode

L'objectif de la communication consiste donc à présenter les éléments méthodologiques et la procédure d'analyse qui permettent tout d'abord de repérer les récurrences aux niveaux des paysages urbains fréquentés et représentés. Les données de fréquentation des lieux sont issues d'entretiens téléphoniques effectués tous les 48 heures au domicile du répondant, après avoir fourni à ce dernier un carnet de bord lui permettant de noter l'ensemble de ses déplacements durant la semaine d'observation. Les informations dérivées de cette technique sont principalement : l'activité pratiquée, le lieu et le mode utilisé pour s'y rendre, la date (heure et jour de la semaine). Les données représentationnelles, quant à elles, proviennent de la passation du JRS (Ramadier et Bronner, 2006), une tâche permettant de recueillir les représentations cognitives de l'espace en se focalisant sur les lieux connus de l'individu.

La qualification des paysages urbains provient d'une procédure mise au point par C. Petropoulou (2003) pour interpréter les images satellites. Cette procédure s'appuie sur le modèle théorique de l'écologie du paysage, une approche qui met l'accent sur la compréhension des paysages en tenant compte de leur hétérogénéité, car c'est précisément cette hétérogénéité qui caractérise les paysages urbains. Les résultats nous ont permis d'établir trente types de paysages urbains qui ont ensuite été cartographiés sur l'ensemble du

territoire de la communauté urbaine de Strasbourg. Puis, sur la base de cette carte, nous avons construit une grille d'analyse paysagère, constituée de 488 cellules de taille identique, afin de pouvoir qualifier, d'un point de vue paysager, les lieux fréquentés comme les lieux représentés. Ainsi, la cellule devient une unité d'analyse spatiale identique aux deux types de données recueillies lors des entretiens.

Outre les récurrences paysagères des lieux fréquentés ou représentés par l'individu, la procédure d'analyse permet aussi de saisir la relation entre les deux types de paysages urbains (fréquentés / représentés) afin d'identifier finement

les valeurs environnementales des individus en considérant conjointement les formes urbaines qui reposent à la fois sur les pratiques spatiales et les représentations cognitives de l'espace. Ainsi, cette procédure permet d'éviter les biais issus de données qui reposent sur des préférences déclarées. Enfin la méthode décrite permet un dernier niveau d'analyse au niveau des individus, à savoir l'investigation des paysages urbains fréquentés en fonction des activités qui sont déployées sur les lieux. L'ensemble de ces niveaux d'analyse permettent finalement de comparer les groupes sociaux entre eux.

Mots-clés : paysages urbains, mobilité quotidienne, représentations cognitives de l'espace, JRS, valeurs environnementales.

Bibliographie

- Bassand M., 2001, Métropole et métropolisation, in: Bassand M., Kauffmann V., Joye D. (eds.), *Enjeux de la sociologie urbaine*, Presse Polytechniques et Universitaire Romandes, Lausanne.
- Matalon, B., 1988, *Décrire, expliquer, prévoir. Démarches expérimentales et terrain*, Armand Colin, Paris.
- Petropoulou C., 2003, Étude comparée des changements périurbains. Les quartiers spontanés à Athènes et à Mexico, Thèse de Doctorat, Université Louis Pasteur, Strasbourg.
- Ramadier T, Bronner A.-C., 2006, Knowledge of the environment and spatial cognition: jrs as a technique for improving comparisons between social groups, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33, 285-299.
- Remy J., Voyé L., 1992, *La ville : vers une nouvelle définition ?* L'Harmattan, Paris.

Les cartes postales paysagères : un outil d'analyse territoriale

Jean-Baptiste Litot, Arnaud Piombini

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté

32, rue Mégevand

F-25030 Besançon cedex

jb_litot@yahoo.fr

arnaud.piombini@univ-fcomte.fr

Contexte et problématique de la recherche

Longtemps considéré comme une simple externalité des activités économiques, le paysage, grâce à la place grandissante de l'image en tant que vecteur de communication, est devenu aujourd'hui préoccupation. Lois « paysage », études d'impact, préservation reflètent une considération physique du paysage, victime des aménagements anthropiques. Mais le paysage est aussi vécu, interprétation et attachement, sa capacité évocatrice et symbolique en font un promoteur territorial exceptionnel. Associé au produit, le paysage est terroir, associé au tourisme, il devient sa propre vitrine et à la communication, carte postale...

Support populaire de l'image d'un territoire, la carte postale cache sous une apparente simplicité de réelles possibilités d'analyse spatiale et paysagère. Portion de paysage à finalité lucrative, elle présente une information géographique double qui lui confère à la fois originalité et intérêt. En effet, elle est une image d'un lieu, vendue dans un autre lieu et synthétise par là même un ensemble d'interrelations très riche.

De cette particularité, naissent alors nombre de questionnements : pourquoi tel lieu de vente commercialise-t-il tel « lieu montré » ? Peut-on définir une hiérarchisation des sites touristiques ? La médiatisation des paysages est-elle le reflet de la structuration des territoires touristiques ? Quels sont les facteurs de cette médiatisation ?

Pourtant, les recherches utilisant la carte postale en temps que véritable outil d'analyse paysagère sont encore peu nombreuses, voire inexistantes, ce qui confère à notre démarche un aspect original, expérimental mais aussi sujet à critique. En outre, nos postulats sont les suivants :

- les cartes postales répondent à des facteurs objectifs et subjectifs de diffusion spatiale,
- aucun système de diffusion n'est purement aléatoire,
- des logiques spatiales sont identifiables et comparables à des modèles de diffusion-polarisation existants.

Pour faire suite à ces hypothèses, notre objectif consistera à mettre en évidence et l'évaluation des différents facteurs de médiatisation des points de vente en cartes postales.

Formalisation et concepts

Deux approches, à la fois opposées et complémentaires s'offrent à nous. La première repose sur la compréhension des phénomènes étudiés en partant des lieux de vente. Ces derniers fournissent des « aires de consommation paysagère », en d'autres termes l'ensemble des paysages commercialisés dans un même point de vente. La seconde consiste à se placer sur un site pour en déceler son « aire de chalandise », c'est-à-dire l'ensemble des points de vente dans lesquels est commercialisée son image.

Notre analyse se situera au point de rencontre de ces deux approches en cherchant à identifier les probabilités de médiatisation d'un site dans un lieu de vente. Au sein de cette relation entre espace médiatisé et médiatisant, les cartes postales peuvent être assimilées à un flux d'information particulier traduisant les préférences paysagères et associations spatiales des vendeurs et des consommateurs, ces flux seront par ailleurs nommés « vecteurs de médiatisation » en raison de la nature immatérielle des échanges.

Méthodes et données

Une enquête, réalisée dans le département du Doubs, a permis de recenser plus de 1 200 cartes postales dans 27 lieux de vente pour un total de 110 sites identifiés. L'ensemble de ces données a ensuite été géoréférencé. En outre, nous disposons d'un découpage régional en 22 unités paysagères réalisé par une équipe de chercheurs bisontins, découpage reposant sur le croisement d'informations topographiques et d'occupation du sol et dont la finalité est de créer des espaces délimités de paysages similaires.

Partant de ce corpus, il nous faudra établir une série de facteurs potentiellement explicatifs de la médiatisation. Ces facteurs, émanant à la fois des caractéristiques intrinsèques à chaque point de vente mais aussi des composantes propres aux sites touristiques sont les suivants :

- Depuis les points de vente, nous distinguerons l'accessibilité réseau aux sites c'est-à-dire les distances issues du réseau routier et séparant ces derniers des sites touristiques, nous faisons ici l'hypothèse que la proximité spatiale est décisive dans les choix de médiatisation. Nous observerons ensuite leur position relative dans l'aire d'étude (distance moyenne globale aux sites), il est en effet probable qu'une position « centrale » dans l'aire d'étude révèle des capacités de médiatisation exagérées. Enfin, les similitudes paysagères du

point de vente et du lieu montré seront comparées afin de déceler, en partie ici, le rôle discriminant du paysage. Dans ce cas, nous devons considérer le rattachement paysager au site médiatisé le plus proche, la concordance paysagère entre les points de vente et les sites, en d'autres termes leur appartenance à une même unité paysagère.

- Depuis les sites, nous comptabiliserons le nombre de cartes postales recensées pour chacun dans le but d'établir une classification. Nous nous intéresserons ensuite à leur position relative dans l'aire d'étude (distance moyenne globale aux points de vente) et comme précédemment depuis les points de vente nous faisons ici l'hypothèse qu'un site « excentré » dans l'aire d'étude sera a priori moins médiatisé. Pour finir, nous observerons l'éloignement au réseau des sites, traduisant ici l'hypothèse qu'un site facilement accessible depuis le réseau routier augmente sa capacité de médiatisation.

L'adéquation entre la réalité des flux et nos prévisions théoriques servira à mesurer l'intérêt des variables testées et notamment le degré d'interactions paysagères entre sites et points de vente. Nous proposerons ainsi un modèle probabiliste capable de suggérer la commercialisation ou non d'un paysage dans un lieu de vente ce qui favorisera notre compréhension des relations unissant paysage, image et territoire.

Mots-clés : paysage, médiatisation, territoire, carte postale.

Bibliographie

- Amirou R., Patrimoine, terroir et communication touristique. La relation entre imaginaire et communication, *Cahier ESPACES*, 64.
- Collectif, 2000, *Atlas des paysages de Franche-Comté*, NEO Edition, Besançon.
- Geneau De Lamarlière I., Staszak J. F., 2000, *Principes de géographie économique*, Bréal, Paris.
- Mathis P., 2003, *Graphes et réseaux*, Hermès, Paris.
- Merenne-Schoumaker B., 2003, *Géographie des services et des commerces*, Presse Universitaire de Rennes, Rennes.
- Paelinck J., Salles A., 1983, *Espace et localisation*, Économica, Paris.
- Ponsard C., 1988, *Analyse économique et spatiale*, PUF, Paris.
- Pumain D., Saint-Julien T., 2001, *L'analyse spatiale, les interactions spatiales*, Armand Colin, Paris.
- Rouget B., 1971, *Modèles de gravitation et théorie des graphes*, Dunod, Paris.

Atelier 4

Hiérarchies, lois d'échelle

Président : Pierre Frankhauser

Maxime Forriez, Philippe Martin

Structures hiérarchiques en géographie : des modèles linéaires aux modèles non linéaires (lois puissances et corrections log-périodiques)

Lucien Benguigui

The shape of the city size distribution

Structures hiérarchiques en géographie : des modèles linéaires aux modèles non linéaires (lois puissances et corrections log-périodiques)

Maxime Forriez, Philippe Martin

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

74, rue Louis Pasteur

F-84029 Avignon Cedex 1

maxime.forriez@wanadoo.fr

phmartin@club-internet.fr

Bien que les structures hiérarchiques aient été identifiées depuis de très longues années et qu'elles touchent de nombreux champs de la connaissance (Pareto, 1896 ; Levy, 1937 ; 1965 ; Korsac, 1940 ; Zipf, 1949 ; Mandelbrot, 1975 ; Schroeder, 1991 ; Laherrère, 1996 ; Bak, 1999 ; Nottale et al., 2000 ; Sornette, 2000 ; Zajdenweber, 2000) elles sont toujours restées un domaine de recherche riche et important. Au fil des siècles, elles sont apparues comme correspondant à une structure de plus en plus générale qu'exprime grossièrement la fameuse loi puissance. L'universalité de ce type de relation est en soi une question essentielle.

En géographie aussi l'ubiquité a été établie, par l'usage, et peut-être par l'abus de l'usage de la « loi » dite Rang / Taille issue des travaux de Zipf (1949) sur la fréquence d'utilisation des mots de la langue anglaise. On rappellera ainsi pour mémoire les nombreuses recherches sur la structure hiérarchique du réseau urbain, local, national (Guérin-Pace, 1993) ou mondial (Moriconi-Ebrard, 1993).

En conséquence le modèle plébiscité par la communauté des géographes correspond généralement à la loi puissance : $y = Ax^b$ (Dauphiné, 1995 : 53-61 ; Frankhauser, 1994 ; Pumain, 2006 ; Pumain et Saint-Julien, 2001), à quelques exceptions près. Cette loi qui associe à une distribution empirique – celle de la variable étudiée – celle, théorique, du rang signifie que quelque chose s'organise comme l'inverse de quelque chose d'autre pour reprendre une expression de Mandelbrot (1975 : 147-152). Rendant compte de la structure d'une distribution de niveaux d'une variable qui peut être, par exemple, la magnitude des tremblements de terre, il était logique qu'elle se trouve « englobée » et théorisée par la géométrie fractale, la géométrie de l'irrégulier et du fragmenté qui porte comme idée fondamentale sous-jacente celle de l'invariance d'échelle. En d'autres termes la variation d'un rang

à l'autre de la variable envisagée serait proportionnelle, voire constante, lorsque le rang, ou plutôt les rétro fréquences et les résultats de la mesure sont exprimés en logarithme. Cette approche est évidemment statistique dans un cadre empirique alors qu'elle est déterministe pour des modèles fractals bien connus comme l'ensemble de Cantor.

Cela étant il est assez rapidement apparu que l'idée d'invariance d'échelle n'était pas suffisante et que la relation ne pouvait donc pas être seulement résumée par l'exposant du modèle puissance, et cela même si l'on considère la variation de la valeur de la pente de la relation (Levy, 1965 ; Zajdenweber, 2000). Différents auteurs ont essayé de rendre compte au fond de ce qui apparaît comme étant des courbures, des oscillations lorsque l'on reporte les valeurs de la distribution empirique en fonction des niveaux des rétro fréquences. Une première tentative fut celle de Mandelbrot qui proposa de décaler le rang en introduisant, dans le modèle, un facteur supplémentaire (Frontier et Pichod-Viale, 1991 ; Martin, 1996). Une possibilité, plus intéressante, fut introduite par Laherrère (1996) qui proposa, sur la base d'une exploration empirique de phénomènes tant physiques qu'anthropiques, d'ajuster sur les logarithmes des deux distributions un modèle parabolique de la forme : $y = ax^2 + bx + c$ avec a le coefficient de courbure. Cette solution est remarquablement efficace et nous l'avons employée comme nous le verrons pour, en particulier, classer des accroissements de débits de sources karstiques du massif de la Sainte Baume (Martin, 2003) ou pour envisager les chiffres d'affaire des entreprises industrielles et commerciales de France (Martin, 2004).

Dans ces essais il apparaît clairement que la dimension fractale exprimée ici par la pente entre deux points sur le graphique bi logarithmique varie et que nous ne sommes plus dans un cas d'invariance d'échelle mais dans une covariance

d'échelle. Cette variation étant matérialisée par la courbure dont rend compte le coefficient de courbure.

Reste que dans certains cas la courbure est négative – la dimension fractale diminue des petites aux grandes échelles – et dans certains autres elle est positive – la dimension fractale augmente des petites échelles aux grandes échelles (Martin, 2003 : 187-191 ; 2004 : 130-131). L'approche initiale de B. Mandelbrot n'est donc plus suffisante. Cette constatation peut déboucher sur des avancées en particulier pour la géographie dans la mesure où il existe une seconde définition, pour les fractales, proposée par le physicien L. Nottale dès les années 1980 (1984 ; 1993 pour une première synthèse de ses travaux).

Est fractal tout objet ou espace non différentiable – c'est-à-dire fortement irrégulier – continu qui dépend de l'échelle d'observation. Dans ce cadre, l'invariance d'échelle n'est qu'un cas très exceptionnel. En effet, l'invariance d'échelle stricte n'existe pas dans la nature ; B. Mandelbrot l'avait lui-même indiqué dès 1975. Toutefois on peut considérer l'usage de ce concept comme une étape préliminaire dans la définition des fractales que nous offre la nature. De ce fait, la proposition de L. Nottale apparaît beaucoup plus pratique pour la géographie.

La non différentiabilité de l'espace ne signifie pas que les grandeurs qui le composent soient non différentiables. C'est tout le contraire ! L. Nottale définit les lois classiques $y = Ax^\delta$ comme la solution d'une équation différentielle dite d'échelle. Ainsi, le principe de causalité qui semblait être mis à mal par

la découverte des phénomènes chaotiques, est rétabli. Cependant, $y = Ax^\delta$ n'est solution que d'un modèle d'équation différentielle d'échelle du premier ordre, c'est-à-dire le modèle le plus simple, dans lequel $\delta = D - D_T$, où D est la dimension fractale constante et D_T la dimension topologique. Dans la plupart des cas empiriques, lorsqu'ils ont une gamme d'échelles suffisante (au moins sur 5 ordres de grandeur : 10^5), on observe une légère oscillation autour de la loi puissance. On peut la modéliser en posant une équation différentielle d'échelle du second ordre, et ainsi obtenir ce que l'on appelle une correction log-périodique.

Notre objectif est donc de présenter rapidement quelques distributions-tests bien connues en géographie (réseau urbain mondial par exemple) et d'autres en cours d'étude (site de Boves par exemple ; Forriez et Martin, 2006) dans lesquelles une correction log-périodique apparaît clairement et de proposer une meilleure modélisation mathématique des phénomènes. Il faut insister sur le fait qu'il ne s'agit que d'une correction possible dans laquelle on exige que la dimension fractale reste constante. Ceci implique que les ajustements paraboliques, sur les logarithmes des rétro fréquences (ou des rangs) *versus* ceux de la variable considérée, n'ont pas encore été intégrés dans un cadre théorique. L'approche ne pourra, dans ce cas, qu'être empirique tout en montrant que l'essentiel des efforts doit porter sur l'articulation de cet empirisme avec un corpus théorique en construction.

Mots-clés : Géographie, fractale, invariance d'échelle, covariance d'échelle, dépendance d'échelle.

Bibliographie

- Bak P., 1999, *Quand la nature s'organise. Avalanches, tremblements de terre et autres cataclysmes*, Flammarion, Paris.
- Bouvier A. (dir.), 1999, *Pareto aujourd'hui*, PUF, Paris.
- Dauphiné, A., 1995, *Chaos, fractales et dynamiques en géographie*, Reclus, Paris.
- Forriez M., Martin P., 2006, De l'utilité de la théorie de la relativité d'échelles de L. Nottale en géographie. Recherche d'un modèle scalaire spatio-temporel, *Géopoint juin 2006 : Demain la géographie*, UMR ESPACE et Groupe Dupont éditeurs, 63-64.
- Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, Économica, Paris.
- Frontier S, Pichod-Viale D., 1991, *Écosystèmes. Structure - fonctionnement - évolution*, Masson, Paris.
- Guérin-Pace F., 1993, *Deux siècles de croissance urbaine. La population des villes françaises de 1831 à 1990*, Anthropos, Paris.
- Korczak J., 1940, Deux types fondamentaux de distributions statistiques, *Bulletin de l'Institut International de Statistique*, 30, 295-299.
- Laherrère J., 1996, Distributions de type "fractal parabolique" dans la nature, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 322, série IIa, 535-541.
- Lévy P., 1937, *Théorie de l'addition de variables aléatoires*, Gauthier Villard éditeur, Paris.
- Lévy P., 1965, *Processus stochastiques et mouvement brownien*, Gauthier Villard éditeur, Paris.
- Mandelbrot B., 1975, *Les objets fractals*, Flammarion, Paris.

- Martin P., 1996. De l'organisation des formes superficielles et souterraines du massif karstique de la St Baume (B. du Rh, Var ; Fr.), in: Monbaron B., Fierz S. (eds.), *Ukpic*, 8, Université de Fribourg, 45-64.
- Martin P., 2003, Objectivation des formes en géographie et calculs d'indicateurs fractals. Exemples karstiques. In : Maby J. (dir.), *Objets et indicateurs géographiques, Actes Avignon*, 5, Université d'Avignon et UMR ESPACE éditeurs, 153-268.
- Martin P., 2004, Modélisation fractale et structurelle des formes en géographie. Réflexion développée à partir d'exemples karstiques, Habilitation à diriger les recherches, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon.
- Moriconi-Ebrard F., 1993, *L'urbanisation du Monde depuis 1950*, Anthropos, Paris.
- Nottale L., Scheider J., 1984, Fractals and Non-Standard Analysis, *Journal of Mathematical Physics*, 25(5), 1296-1300.
- Nottale L., 1993, Fractal space-time et microphysics. Towards a theory of scale relativity, *World scientific*, Singapour, XIV-338 p.
- Nottale L., Chaline J., Grou P., 2000, *Les arbres de l'évolution*, Hachette, Paris.

The shape of the city size distribution

Lucien Benguigui

Solid State Institute and Department of Physics
Technion-Israel Institute of Technology
 32000 Haifa, Israel
ssgilles@techunix.technion.ac.il

Context and method

Recently, we have proposed a new approach concerning the mathematical description of the City Size Distributions (CSD) (Benguigui and Blumenfeld-Lieberthal, 2006; 2007). Instead of describing them always as Pareto distributions, we considered other possibilities based on the fact that sometimes the log-log Rank Size plot exhibits a downward curvature (Laherrère and Sornette, 1998). For that we introduced a new exponent α . We showed that two expressions can be used. The first is:

$$Y = Y_0 + m(b - x)^\alpha \text{ with } 0 < \alpha < 1 \quad (1)$$

and the second is:

$$Y = Y_0 - m(b + x)^\alpha \text{ with } \alpha \geq 1 \quad (2)$$

In (1) and (2) Y is the logarithm of the size S , x is the logarithm of the rank R and Y_0 , m and b are parameters. In the case $\alpha = 1$ one recovers the Pareto distribution and m is the Zipf exponent. More details are given in (Benguigui and Blumenfeld-Lieberthal, 2007).

The large majority of the existing models of CSD look only for the Pareto distribution and to the best of our knowledge only the Reed model (Reed, 2002) gives other distributions. Looking for models which

can be adapted to CSD with $\alpha \neq 1$, we showed that the essential ingredient is the time (Benguigui and Blumenfeld-Lieberthal, 2006). In other words a convenient model must be a dynamic one.

Simulation design

With this in mind, we developed a computer simulation based on the following points:

1) One begins with an initial number of cities, $N1$ with initial equal population $S = 1$

2) At each step of the program, one city is picked at random and it given to growth following a random multiplicative process:

$$S(T+1) = \gamma S(T) \quad (3)$$

where γ is a random variable with a uniform distribution and a mean value slightly larger than 1.

3) After K steps a new city is added with the same initial population 1.

4) If the size of a city (initial or new) decreases below 1, this city disappears.

5) After T steps the program is stopped and we fitted the log-log Rank Size with expressions (1) or (2). This procedure permits to find the parameters Y_0 , m , b and α as functions of K and T .

The key parameter is K which is not necessarily a constant. This is the novelty of the model and it gives a large flexibility to the model.

We developed the model for the case of K decreases following a step function. Effectively, we succeeded in getting all the known types of CSD i.e. $\alpha=1$, $\alpha > 1$ and $\alpha < 1$ by varying K and T .

Application

In the present work we apply the model to the cities of Israel. It appears that cities larger than 1000 inhabitants form a homogeneous ensemble of cities as it is possible to see on the log-log Rank Size plots.

From the data (extracted from the Central bureau of Statistics), we have the following facts:

- 1) The number of cities increases with the time as a quadratic function from 1961 to 2005;
- 2) The log-log Rank Size plots are not a straight line ($\alpha \neq 1$), so we have to exclude the Pareto distribution. We determined the parameters of the eq. (1) and (2). In particular the parameter α is

larger than 1 in 1961 and becomes smaller than 1 in the following years.

It is possible to show in the frame of the model that in order to have a quadratic increase of the number of cities with the time, K must be a function T as $K \propto T^{1/3}$. We modified the program in order to have this relationship. First we determined the variation of the number of cities with time and effectively we obtained a quadratic function. In a second step, we found that the parameter α has exactly the same behavior that the real data: larger than 1 at the beginning and smaller than 1 if the number of steps in the program increases.

It is the first time that the shape of a CSD as expressed by the log-log Rank Size is related to a real process. The important parameter which controls the shape of the distribution is the rate of change in the number of cities. In the model and in Israel, the increase is quadratic and this is reflected in the parameter α which varies from values larger than 1 to smaller than 1.

Keywords: city size distribution, computer simulation, urban growth.

Bibliography

- Benguigui L., Blumenfeld-Lieberthal E., 2007, A new classification of the City size Distributions, *Comp.Env.Urban Sys*, to be published.
- Benguigui L., Blumenfeld-Lieberthal E., 2006, From lognormal to power law: a new classification of size distributions, *International Journal Mod. Phys. C*, 10,1429.
- Laherrère J., Sornette D., 1998, Stretched exponential distributions in nature and economy, *European Physical Journal B*, 2, 525.
- Reed W. J., 2002, On the rank-size distribution for human settlements, *Journal of Regional Science*, 42, 1.
- Benguigui L., Blumenfeld-Lieberthal E., A dynamic model for City Size Distribution beyond the Zipf's law, to be submitted

Atelier 5

Modélisation en géographie physique

Président : Daniel Joly

Jean-Michel Carozza

Intégration GRID/TIN (Raster-Vecteur) pour la modélisation du relief et ses perspectives d'applications

Sébastien Bridier, Jean-Luc Bonnefoy

Simulation multi-agents des brises thermiques : DYN-BRISE

Intégration GRID/TIN (Raster-Vecteur) pour la modélisation du relief et ses perspectives d'applications

Jean-Michel Carozza

GEODE UMR 5602 CNRS / Université Louis Pasteur

3, rue de l'Argonne

F67083 Strasbourg cedex

jmcarozza@yahoo.fr

Contexte

Les données topographiques occupent une place importante dans les bases de données environnementales. La topographie y est généralement modélisée par deux méthodes : soit en utilisant soit d'un modèle de grille régulière raster (gridded raster DEM ou MNT) ; soit un modèle vectoriel de tessellation triangulaire irrégulière (Triangular Irregular Network, TIN). Dans le premier cas, les données topographiques se présentent sous la forme d'un maillage régulier, généralement de forme carré, au centre de laquelle la valeur de l'altitude de la cellule de la grille est affectée. Dans le second cas, la valeur de l'altitude est affectée à un noeud servant à la construction d'un réseau de triangle irrégulier en recourant à un algorithme de type Delaunay-Voronoi 2D. La modélisation raster du relief est généralement privilégiée dans les sciences de la Terre alors que le modèle TIN est d'un emploi plus fréquent dans les applications géographiques *s.l.* Cette différence s'explique par les types d'usages et les avantages respectifs de ces deux modèles. La modélisation de type raster est en effet plus simple pour la réalisation de simulations dynamiques. En effet, l'utilisation d'une grille régulière permet de simplifier fortement la connectivité entre les éléments de tessellation au voisinage proche (8 voisins), dont les propriétés de distance (r et $2r^{1/2}$, r étant la résolution du MNT) et les principales propriétés topographiques (pente et exposition notamment) sont théoriquement faciles à dériver. Ces dernières sont des paramètres fondamentaux notamment pour les modélisations hydrologiques et/ou climatologiques. La pente constitue en effet le principal paramètre contrôlant les processus gravitaires (écoulement de l'eau concentrée ou non, écoulement visqueux de type coulée,...). D'autre part, l'orientation est un facteur fondamental pour de nombreuses modélisations climatologiques (bilan radiatifs, évapo-transpiration,...).

Or, paradoxalement, ces deux paramètres sont très mal approchés par les algorithmes de calcul en mode raster. Il n'existe pas de solution univoque à la question de leur évaluation de ces paramètres, qui sont très fortement dépendants des algorithmes utilisés et dont les mérites comparés posent de nombreux problèmes d'évaluation (Skidmore, 1989 ; Jones, 1998 ; Zhou, 2004a et b). Leur calcul par différentes méthodes (Sharpnack et Akin, 1969 ; Horn, 1981 ; O'Callaghan and Mark, 1984 ; Zevenbergen et Thorne, 1987 ; Woods, 1996 et Wilson et Gallant, 2000) montre des écarts qualitatifs importants – certains algorithmes de fournissent par exemple que des orientations suivant des multiples de 45° – et quantitativement parfois éloignés – les tests de comparaison entre les différentes méthodes fournissant des écarts pouvant atteindre 30° (Hodgson, 1995 et 1998). Or, ces deux paramètres sont fortement impliqués dans de nombreux calculs, notamment les applications hydrologiques et géomorphologiques. L'orientation détermine la direction de l'écoulement alors que la valeur de la pente est impliquée dans l'accélération du flux.

Algorithme proposé

Les algorithmes d'écoulement uni-directionnels déterministes de type D8 ou ∞ D8 sont en particulier très dépendants de ces paramètres (Charleux-Demargne, 2001). Pour ces derniers, l'écoulement s'effectue dans une seule direction déterminée a priori par la pente. Les erreurs dans la détermination des chemins de l'eau sont donc très sensibles aux conditions initiales (i.e. la précision des données) et se propagent vers l'aval. Pour tenter de palier ce problème, des algorithmes plus complexes de type multi-directionnels ont été proposés. Ils considèrent que, l'erreur de calcul des paramètres initiaux étant importante, il est préférable de calculer le volume écoulé non pas dans une seule direction, mais suivant un ensemble

de directions suivant des règles pré-établies d'équipartition pondérée). Toutefois, le choix des paramètres d'équipartition est très subjectif. La résolution du problème initial d'erreur d'évaluation des paramètres topographiques repose donc sur une amélioration des algorithmes de calcul de ces mêmes paramètres. Cependant, une autre approche semble possible. Il s'agit, non plus de modifier les méthodes de calcul, mais de changer le modèle de données. À partir d'un modèle de type raster (MNT), une transformation en vecteur (TIN) est opérée qui permette de conserver le maximum d'avantages du modèle raster en gagnant les avantages du modèle vectoriel (précision des calculs des paramètres topographiques).

Pour cela, le MNT raster est transformé en un semi de points régulièrement espacés utilisés pour construire ensuite une triangulation régulière. Différentes questions doivent être résolues, notamment liées aux choix possibles entre les différents triangles (deux par ensemble de 4 points). L'impossibilité d'utiliser une triangulation de type Delaunay du fait de l'équidistance des points conduit à un choix de type minimum de différence entre les deux couples de valeur. La maille

triangulaire ainsi obtenue est régulière en surface et continue. Pour chacun des éléments de tessellation, la surface, la pente et l'orientation sont homogènes. Le calcul des paramètres de pente et d'orientation sont faciles, déterministe et ne supposent aucune simplification. La pente peut donc prendre des valeurs continues entre 0 et 90°, alors que l'orientation varie de la même manière entre 0 et 360°. Pour chaque triangle, il est ainsi possible de calculer un vecteur d'écoulement dont l'orientation correspond à celle du triangle et dont la magnitude est proportionnelle à la valeur de la pente.

La simulation d'un écoulement gravitaire peut donc se baser sur l'écoulement d'un volume d'eau donné, par exemple proportionnel à la surface du triangle de tessellation affecté à son centre de gravité, suivant la direction et la magnitude du vecteur.

Cette méthode présente de nombreux avantages en terme de modélisation hydrologiques ou de risques gravitaires. Elle peut-être appliquée pour une meilleure prise en compte des paramètres géomorphologiques dans la simulation des écoulements de crues et des risques induits.

Bibliographie

- Charleux-Demargne J., 2001, Qualité des Modèles Numériques de Terrain pour l'hydrologie : application à la caractérisation du régime des bassins versants, Thèse de doctorat, Université de Marne-La-Vallée.
- Hodgson M. E., 1995, What cell size does the computed slope/aspect angle represent? *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 61(5), 513-517.
- Hodgson M. E., 1998, Comparison of angles from surface slope/aspect algorithms, *Cartography and Geographic Information Systems*, 25(3), 173-185.
- Horn B. K. P., 1981, Hill shading and the reflectance map, *Proceedings of the IEEE*, 69(1), 14-47.
- Jones K. H., 1998, A comparison of algorithms used to compute hill slope as a property of the DEM, *Computers & Geosciences*, 24(4), 315-324.
- O'Neill M.P., Mark D. M., 1987, On the frequency distribution of land slope, *Earth Surface Processes and Landforms*, 2, 127-136.
- Sharpnack D. A., Akin G., 1969, An algorithm for computing slope and aspect from elevations, *Photogrammetric Engineering*, 35(3), 247-248.
- Skidmore A. K., 1989, A comparaison of techniques for calculating gradient and aspect from a gridded digital elevation model, *International Journal of GIS*, 3(4), 323-334.
- Wilson J. P., Gallant J. C., 2000n Digital Terrain Analysis, in: Wilson J. P., Gallant J. C. (eds.), *Terrain Analysis: Principles and Applications*, John Wiley, London.
- Woods J., 1996, Geomorphological characterisation of Digital Elevation Models, PhD thesis, University of Leicester.
- O'Callagan J. F., Mark D. M., 1984, The extraction of drainage networks from digital elevation data, *Computer vision, Graphics and Image Processing*, 28, 323-344.
- Zevenbergen L. W., Thorne C. R., 1987, Quantitative analysis of land surface topography, *Earth Surface Processed and Landforms*, 12, 47-56.
- Zhou Q., Liu X., 2004a, Analysis of errors of derived slope and aspect related to DEM data properties, *Computers & Geosciences*, 30(4), 369-378.
- Zhou Q., Liu, X., 2004b, Error analysis on grid-based slope and aspect algorithms, *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing*, 70(8), 957-962.

Simulation multi-agents des brises thermiques : DYN-BRISE

Sébastien Bridier, Jean-Luc Bonnefoy

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université de Provence

29, avenue Robert-Schuman

F-13621 Aix-en-Provence cedex 1

sbridier@up.univ-aix.fr

jean-luc.bonnefoy@univ-provence.fr

Contexte et objectif

L'objectif de cette étude est de simuler le système des brises thermiques de compensation reposant, d'une part sur l'analyse du processus climatologique aux échelles fines et sa construction dans un système multi-agents (SMA); et d'autre part sur l'acquisition de données « terrain » à partir d'un système d'information géographique (SIG). Le premier volet de cette étude, présenté ici, concerne essentiellement l'approche théorique et méthodologique implémentée dans le SMA (DYN-BRISE).

La mise en place des brises thermiques correspond à une compensation horizontale des différences de températures entre une surface froide et une surface chaude. Ces brises se mettent en place aussi bien dans un contexte naturel (brises de vallée, alternance brise de terre/brise de mer), que dans un contexte urbain (brise de campagne). Ce phénomène atmosphérique apparaît durant des conditions météorologiques radiatives caractérisées par un vent faible ou nul (< 3 m/s), et par l'absence de nébulosité. L'atmosphère est alors sous l'influence de la surface qui conditionne localement : températures, vitesses et directions du vent, taux d'humidité.

L'hypothèse majeure de cette étude, à soumettre à une simulation multi-agents, est que le phénomène des brises naît à une échelle micro-locale, pour générer progressivement un phénomène de dimension locale ou topo-climatique. Les observations météorologiques menées dans le cadre de différentes études (Carrega, 1994 ; Bridier, 2001) tendent à confirmer qu'une très forte variabilité spatio-temporelle des caractéristiques de l'atmosphère aux échelles fines (Yoshino, 1975), peut s'organiser au sein d'un phénomène plus général. Lorsque les conditions s'y prêtent (ici les conditions radiatives), le phénomène général

pourrait-il n'être qu'une vision continue d'un comportement principalement local ?

Cette thématique de climatologie locale trouve différentes applications, par exemple pour comprendre et simuler la spatialisation des polluants en milieu urbain ou la distribution des températures au sein de l'îlot de chaleur urbain (ICU). Ce projet s'inscrit dans le programme de recherche de l'UMR 6012 ESPACE sur la « construction et l'instrumentation de l'information géographique ». Il constitue une introduction à la réalisation de simulations tridimensionnelles de différents types de phénomènes climatiques aux échelles fines.

Selon nos hypothèses, le phénomène atmosphérique des brises thermiques peut être perçu comme un système auto-organisé, puisqu'il n'est pas possible de concevoir la mise en place d'une brise thermique à partir de la connaissance des seules interactions individuelles micro-locales air/air et air/surface. Les SMA sont particulièrement adaptés pour la simulation de tels phénomènes, notamment parce qu'ils peuvent se déployer dans l'espace grâce à un support de type automate cellulaire, et qu'ils impliquent une manière discrète d'approche du phénomène, en mettant en scène les différentes interactions individuelles pour produire une émergence de premier ordre (Durett et Levin, 1994 ; Ferber, 1995).

Application

Un SMA a été construit et intitulé DYN-BRISE : il est de type réactif. Nous pouvons en effet considérer que les agents y sont purement réactifs car ils sont mus par des tendances qui proviennent exclusivement de l'environnement.

Ce modèle multi-agents est constitué actuellement d'un automate cellulaire figurant une

coupe verticale air/surface (un contact air/terre/mer sur la Fig. 1). Dans la partie basse (surface), la dynamique des cellules de l'automate cellulaire est liée à l'écoulement du temps sur une période de 24 heures qui permet de faire varier différents indicateurs (interaction rayonnement solaire incident/surface, température, flux de chaleur latente et sensible). Dans la partie supérieure (l'air), figurent des agents réactifs « bulles d'air » (de couleur rose à rose pâle sur la Fig. 1). Leurs règles d'interaction avec les autres bulles d'air et avec la surface sont établies au niveau micro-local et régissent leurs mouvements (échauffement ou refroidissement de l'air, poussée d'Archimède, déplacements verticaux et horizontaux en fonction de la densité, air sec ou saturé,...).

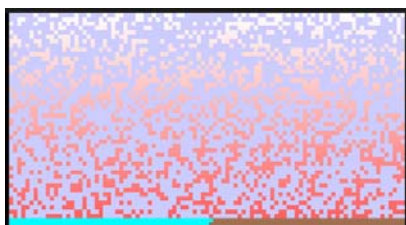


Fig. 1. Univers multi-agents DYN-BRISE à l'état initial (période matinale de retournement de la brise thermique) dans une simulation d'alternance « brises de mer/brise de terre ». La mer, côté ouest, est de couleur cyan ; la terre, à l'opposé, est de couleur brune. Les agents « bulles d'air », distribués aléatoirement, voient leur couleur varier en fonction de leur température (rose à rose pâle).

Les difficultés actuelles de modélisation résident dans la prise en compte d'un phénomène d'émergence du second ordre (Gilbert, 1995), lorsque l'apparition de nouvelles propriétés

(constitution d'une brise thermique) implique l'exercice de nouvelles contraintes en retour vers les niveaux inférieurs de l'organisation, notamment dans l'accélération du phénomène d'aspiration.

Une deuxième phase de simulation, pour éprouver la solidité du modèle DYN-BRISE, envisage de faire varier le contexte « surface » sans modifier les règles d'interaction des agents et des cellules. Par exemple, en simulant une brise de campagne : une « plaque » urbaine centrale dans un environnement rural.

Ensuite, l'utilisation du SMA trouvera une seconde partie de son sens, lors d'approches de la « réalité » au travers d'une description plus fine et concrète de l'espace, notamment dans un contexte urbain. Les hypothèses d'interaction air/surface et air/air proviendront alors des connaissances acquises lors des modélisations précédentes, des données « terrain » et d'une connaissance empirique du phénomène.

Il sera donc intéressant de caractériser la surface (relief, occupation du sol, géométrie) en utilisant un SIG et différents types de données (modèle numérique de terrain, base de données urbaine, images satellites, photographies aériennes) pour en déduire la réponse locale de l'atmosphère. Le résultat du traitement de ces données permet de construire les bases du SMA et de l'initialiser. Les observations réalisées lors de plusieurs études (Bridier, 2001) fournissent des hypothèses sur la nature des réponses possibles de l'atmosphère et autorisent une première validation de la simulation. Une campagne de mesures de validation interviendra lorsque la description de l'espace et des interactions surface/atmosphère au sein du SMA sera plus précise.

Mots-clés : Brise thermique, simulation multi-agents, système d'information géographique, climatologie locale.

Atelier 6

Modélisation de l'occupation du sol

Président : François-Pierre Tourneux

Pierre Chabaud

L'enjeu de la maîtrise foncière : analyse des prix agricoles en Vaucluse

Thomas Houet

Une approche « bottom up » pour modéliser les changements futurs des modes d'usage des sols.
Étude de cas sur des sites agricoles intensifs et contrastés en France et aux États-Unis

L'enjeu de la maîtrise foncière : analyse des prix agricoles en Vaucluse

Pierre Chabaud

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

74 rue Louis Pasteur

F-84029 Avignon Cedex 1

pierre.chabaud@univ-avignon.fr

Nous reprenons les travaux de Dumas et al. (2006) portant sur l'analyse des prix des terrains à bâtir. Il s'agissait de confronter les indices de l'écologie du paysage au marché foncier. Dans cet article de référence, un modèle hédonique des prix est construit en intégrant différents indices de l'écologie du paysage comme plusieurs variables explicatives. Dans cette voie, nous proposons une méthode de traitement des données foncières agricoles dans le but d'identifier et de caractériser les facteurs explicatifs des transactions enregistrées dans la base de données SAFER (Société d'Aménagement Foncier et d'Etablissement Rural) entre 2001 et 2006 (13 communes à l'est d'Avignon, 6500 transactions enregistrées). Les transactions sont spatialisées grâce à un SIG puis une série de tests statistiques est employée dans le but de valider les différents facteurs retenus. L'intérêt sera de distinguer dans la base de donnée SAFER, les différents marchés fonciers (Comby, 1996) et en particulier les terrains qui subissent une mutation fonctionnelle (agricole vers périurbain).

Si les choix de localisation sont liés à une demande urbaine de « maximisation des externalités », les mécanismes de rétraction de l'espace agricole pourraient, eux aussi, rentrer dans le jeu de l'analyse des prix des terres. De nombreux auteurs se sont intéressés à la fragmentation des espaces naturels et agricoles pour évaluer l'impact du zonage dans les régions urbanisées (Munroe, 2006), d'autres ont intégré des composantes agricoles dans une modélisation économique (Bockstael, 1995). Les différents articles, basés sur une recherche des variations futures de l'occupation du sol, intègrent aujourd'hui un maximum de données sur le contexte socio-économique, les choix des pratiques agricoles, et également s'attachent à découvrir les meilleures échelles d'observations par des analyses multi-scalaires (Geoghegan, 1997 ; Bouman et al., 1999 ; Dumas et al., 2006).

Si la ville a tendance à s'étendre rapidement sur sa périphérie au détriment des espaces naturels et

agricoles, il devient intéressant de traiter les données fournies par la SAFER qui recense les transactions effectuées. Le but étant de discerner les différentes logiques à l'œuvre et en particulier, le passage d'un capitalisme agricole productif à un capitalisme foncier patrimonial (Jarrige et al., 2003). Le marché foncier est contraint à une partition en six marchés où agissent des logiques propres (Comby, 1993). Comby distingue six marchés : l'espace naturel comme bien de production, l'espace naturel comme bien de consommation, l'espace naturel acheté comme matière première (gisements fonciers), les nouveaux terrains à bâtir, les vieux terrains à recycler, les droits à bâtir dans le tissu existant. D'après cette classification des marchés fonciers, le marché périurbain concerne le 3^{ème} marché (gisements fonciers) puis le 4^{ème} marché (NB). Dans la pratique, la segmentation est visible dans la Base SAFER : il est possible de distinguer l'arrivée d'un nouveau groupe social (les urbains désirants accéder à l'acquisition pavillonnaire) et de quantifier les zones où la pratique agricole est définitivement arrêtée. Les renseignements fournis pour chaque notification de vente comporte ainsi plusieurs renseignements sur l'activité professionnelle des acquéreurs et des vendeurs, la surface de chaque notification de vente, sa valeur, la présence d'une construction sur la parcelle.

Parallèlement aux données socio-économiques sur les transactions des terres agricoles, un SIG est créé dans le but de confronter ces informations à des indices spatiaux. Seront retenues dans l'analyse des couches d'informations relevant de l'orographie (MNT), de l'occupation du sol (traitements de photos aériennes), d'indices d'écologie du paysage (indice de diversité, de fragmentation, fractal, de connectivité) (Bouman et al., 1999 ; Dumas et al., 2006 ; Geoghegan, 1997, Burel et Baudry, 1999), du zonage urbain. Des tests statistiques seront effectués sur l'ensemble de ces variables et les résultats seront discutés dans une troisième partie.

Mots-clés : marché foncier, indices d'écologie du paysage, périurbain.

Bibliographie

Burel J., Baudry J., 1999, *Ecologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, Tec et Doc, Paris.

Bockstael N., Costanza R., Strand I., Boynton W., Bell K., Wainger L., 1995, Ecological economic modelling and valuation of ecosystems, *Ecological Economics*, 14, 143-159.

Bouman A. M., Jansen G. P., Schipper R., Nieuwenhuysse A., Hengsdijk H., 1999, A framework for integrated biophysical and economic land use analysis at different scales, *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 75, 55-73.

Comby J., 2003, La formation de la valeur sur les six marchés fonciers, *Etudes foncières*.

Dumas E., Geniaux G., Napoléone C., 2006, Les indices de l'écologie du paysage à l'épreuve du marché foncier, *RERU*, à paraître.

Jarrige F., Jouve A. M., Napoléone C., 2003, Et si le capitalisme foncier changeait nos paysages quotidiens ? *Le courrier de l'environnement de l'INRA*, 49.

Napoléone C., 2002, Les aménités environnementales, fruit de l'étalement spatial des agglomérations, *Ingénieries numéro spécial*, 105-116.

Une approche « bottom up » pour modéliser les changements futurs des modes d'usage des sols

Étude de cas sur des sites agricoles intensifs et contrasté en France et aux Etats-Unis

Thomas Houet

Laboratoire COSTEL, LETG UMR 6554 – CNRS / Université de Rennes
2, Place du Recteur Henri Le Moal
F-35043 RENNES Cedex
thomas.houet@uhb.fr

Contexte

Les gestionnaires et les décideurs actuels doivent, de plus en plus, mettre en place de mesures de gestion des ressources naturelles durables et efficaces à long terme : c'est par exemple le cas pour la gestion des ressources en eau à l'horizon 2015 imposée par la Directive Cadre Européenne sur l'eau de 2000. La réalisation de scénarios prospectifs leur permet d'éclairer les futurs possibles d'un territoire, liés à des facteurs de changements à venir probables ou non. La restitution d'images du futur sous forme cartographique, allouant à une échelle très fine les changements possibles des modes d'usages des sols pour chacun des scénarios, constitue un outil essentiel pour évaluer leurs impacts sur l'environnement : en effet, c'est aux échelles de la haie et de la parcelle que les processus de dégradation des eaux, d'érosion des sols ou de perte de biodiversité se produisent (Mérot et al., 1999 ; Burel et al., 2000 ; Walter et al., 2003). C'est à partir de l'évaluation des impacts issus de différents scénarios que les gestionnaires pourront établir des stratégies de gestion durables des ressources.

Méthode

Bien que la majeure partie des études prospectives soient restituées uniquement sous la forme de récits (Poux, 2001), de plus en plus de modèles de simulation de changements des modes d'usages des terres sont utilisés dans une démarche prospective spatialisée (Houet, 2006a). Leur but est alors de localiser les changements futurs possibles de façon réaliste, plausible et probable. La plupart de ces modèles sont fondés sur une approche descendante (du global au local), comme par exemple les modèles CLUE (Veldkamp et Fresco, 1996), Environment Explorer (Engelen et al., 2002) ou encore IMAGE (Alcamo et al., 1998). Ce type d'approche n'est pas toujours adaptée pour

modéliser des changements à des échelles fines (Agarwal et al., 2000 ; Gaucherel et al., 2006). Un modèle récent, la plateforme L1, basée sur une approche ascendante (du local au global) a été développée et validée pour la modélisation des changements au sein de paysages agricoles fragmentés de type bocager (Gaucherel et al., 2006 ; Houet et Gaucherel, 2007). Sa spécificité repose sur sa capacité à modéliser à la fois des changements géométriques et attributaires du paysage de façon dynamique et spatialement explicite. De nombreuses images plausibles du futur ont été simulées sur des sites bretons présentant une agriculture intensive, contrastés sur le plan paysager et agricole, en proie à des problèmes de dégradation de la qualité des eaux de surfaces porteurs d'enjeux et sources de conflits pour les collectivités locales (Houet, 2006a ; 2006b). La question de la généralisation de la démarche « bottom-up » se pose alors avec acuité : l'architecture de L1 est-elle adaptée à la projection de changements futurs possibles des modes d'usages des sols dans des paysages agricoles différents mais tout aussi intensifs tel que des zones d'openfield ?

Application

L'objectif ici est 1) de tester l'aptitude de la plateforme L1 à projeter des images du futur dans des paysages agricoles intensifs très contrastés (bocage versus openfield) et 2) de mettre en avant l'intérêt d'une approche ascendante. Deux scénarios d'intensification des modes d'usages des sols sont réalisés pour la période 2000-2020 sur un site bocager français (Le Lestolet, Bretagne, Ouest de la France) et un site d'openfield américain (Menno Block, Sud-Est du Sud Dakota, USA). Les scénarios tiennent compte des tendances démographiques de la population agricole ainsi que des principaux

facteurs économiques de changements (réforme de la Politique Agricole Commune en Europe et nouvelles politiques énergétiques américaines qui interviennent en 2006). Les premiers résultats montrent que cette approche est particulièrement adaptée pour intégrer et évaluer les changements subtils qui se produisent à l'échelle locale. Ils

montrent également que les conséquences environnementales possibles à l'avenir sont spatialement autocorrélées avec la configuration spatiale des usages des sols des sites d'études et très dépendantes des facteurs de changements politico-économiques.

Mots-clés : changements d'utilisation et d'occupation des sols, modélisation, prospective, agriculture, développement durable.

Bibliographie

- Alcamo J., Leemans R., Kreileman E., 1998, *Global Change Scenarios of the 21st Century, Results from the IMAGE 2.1 Model*, Pergamon, Elsevier Sciences, Oxford.
- Agarwal C., Green G. L., Grove M., Evans T., Schweik C., 2000, A review and assessment of land-use change models: Dynamics of space, time and human choice, General Technical Report NE-297, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Research Station, www.fs.fed.us/ne/newtown_square/publications/technical_reports/pdfs/2002/gtrne297.pdf
- Burel F., Baudry J., Thenail C., Le Coeur D., 2000, Relationships between farming systems and ecological patterns along a gradient of bocage landscapes, in: Mander Ü, Jongman RGH, (eds.), *Consequences of land use changes*, WIT Press, Southampton, Boston, 227-246.
- Engelen G., White R., De Nijs A. C. M., 2002, Environment Explorer: Spatial support system for the integrated assessment of socio-economic and environmental policies in the Netherlands, *1st Biennial Conference of the International Environmental Modelling and Software Society*, Lugano, 109-114.
- Gaucherel C., Giboire N., Viaud V., Houet T., Baudry J., Burel F., 2006, A domain specific language for patchy landscape modelling: the Brittany agricultural mosaic as a case study, *Ecological Modelling*, 194, 233-243.
- Houet T., 2006a, Occupation des sols et gestion de l'eau : Modélisation prospective en paysage agricole fragmenté (Application au SAGE du Blavet), Thèse de doctorat, Université Rennes 2, Rennes.
http://www.uhb.fr/sc_sociales/Costel/These_Houet.pdf
- Houet T., 2006, Modélisation prospective de l'occupation du sol en zone agricole intensive : Évaluation par simulations dynamiques de l'impact de l'évolution des exploitations agricoles dans la France de l'Ouest, *Norois*, 198, 2006, 35-47.
- Houet T., Gaucherel C., 2007, Simulation dynamique et spatialement explicite d'un paysage agricole bocager : validation sur un petit bassin versant breton pour la période 1981-1998, *Revue Internationale de Géomatique*, à paraître.
- Mérot P., 1999, The influence of hedgerow systems on the hydrology of agricultural catchments in temperate climate, *Agronomie*, 19, 655-669.
- Poux X., 2003, Les méthodes des scénarios, in Mermet L. (ed.), *Prospectives pour l'environnement : Quelles recherches ? Quelles ressources ? Quelles méthodes ?* La documentation française, Paris, 33-50.
- Veldkamp A., Fresco L. O., 1996, CLUE: a conceptual model to study the Conversion of Land Use and its Effects, *Ecological Modelling*, 85, 253-270.
- Walter C., Mérot P., Layer B., Dutin G., 2003, The effect of hedgerows on soil organic carbon storage in hillslope, *Soil Use and Management*, 19, 201-207.

Atelier 7

Space-time geovisualization, time-geography, mobility

Présidente : Cécile Tannier

Elodie Cochet, Kamila Tabaka

Modes de représentation des territoires quotidiens des habitants. Exploration des données de l'Enquête Ménages Déplacements 2002 sur la région grenobloise

Arnaud Banos, Sonia Chardonnel

Animer l'aquarium pour révéler trajectoires spatio-temporelles et poches d'ordre local

Cunty Claire, Fussy Fabrice

Apprécier les rythmes et les déplacements de l'activité de la délinquance sur un réseau de transport au travers de cartographies animées

Annabelle Boffet Mas, Nicolas Marilleau, Christophe Lang, Thomas Thévenin, Arnaud Banos, Sonias Chardonnel

Représentation dynamique et visualisation interactive des mobilités quotidiennes à l'échelle de la ville

Modes de représentation des territoires quotidiens des habitants

Exploration des données de l'Enquête Ménages Déplacements 2002 sur la région grenobloise

Elodie Cochey*, Kamila Tabaka**

*UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Bourgogne
Boulevard Gabriel
F-21000 Dijon
elodie.cochey@u-bourgogne.fr

**UMR 5194 PACTE – CNRS / Université Joseph Fourier
BP 53
F-38041 Grenoble cedex
Kamila.Tabaka@bvra.e.ujf-grenoble.fr

La transformation profonde des rythmes de la vie quotidienne fait évoluer les pratiques de mobilité ; elle interroge et pose de nouvelles problématiques quant à l'organisation et la gestion des espaces métropolitains. La société devient à nos yeux de plus en plus mobile et hétérogène car « non ancrée » dans un territoire, mais plutôt attachée à des territorialités multiples. L'étalement urbain, l'individualisation des modes de vie, mais encore les transformations liées à la sphère économique entraînent des difficultés dans l'appréhension des mobilités des individus et des territoires fréquentés au quotidien par ceux-ci. Les travaux déjà accomplis sur les mobilités quotidiennes ont permis de révéler que les stratégies de mobilité des individus sont établies en fonction de leurs programmes d'activité quotidiens et les contraintes spatio-temporelles des activités. Dans le but de mieux connaître la mobilité quotidienne, des réflexions sont alors menées sur la production et l'utilisation de données comportant des informations sur des programmes d'activités et les comportements spatio-temporels des habitants. En France, les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) réalisées dans des grandes agglomérations sont l'une des sources principales d'informations sur les déplacements quotidiens urbains. Elles permettent d'une part un suivi de l'évolution des flux de déplacements dans l'agglomération, d'autre part des comparaisons entre les agglomérations. Recensant auprès de tous les membres du ménage de plus de cinq ans les informations exhaustives concernant leurs déplacements effectués la veille de l'enquête, les EMD constituent une source très riche d'information spatio-temporelle, mais également sur les individus et leurs ménages. Toutefois, ces enquêtes ont été conçues dans un but de comptabi-

lisation des déplacements dans le temps et l'espace, et ne se prêtent pas directement à une analyse des programmes activités. Dans l'optique d'une analyse fine des mobilités quotidiennes des individus, des aménagements méthodologiques sont nécessaires afin d'approfondir l'analyse des données. Dans le cadre d'un partenariat avec le Syndicat mixte des transports en commun de l'agglomération grenobloise (SMTC) et l'Agence d'urbanisme de la région grenobloise (AURG), nous avons l'opportunité de travailler sur les données de l'Enquête Ménages Déplacements 2002 sur la région grenobloise.

Méthode

Cet article propose une exploration de ces données à travers quelques pistes de visualisation des mobilités quotidiennes d'individus. Nous souhaitons montrer comment ces individus utilisent l'espace et le temps pour réaliser leurs différentes activités au cours de la journée. Pour cela trois approches seront successivement employées : l'approche spatiale, l'approche temporelle, et enfin l'approche spatio-temporelle. Ce type de procédure ne doit pas être déconnecté des approches statistiques approfondies ; il correspond à notre désir d'une représentation cartographique qui accompagne et complète les analyses statistiques.

Dans notre démarche nous nous appuyons sur les résultats obtenus lors d'une analyse des profils de programmes d'activité, effectuée à partir des mêmes données EMD 2002 de Grenoble. Pour caractériser ces profils, des méthodes d'analyse exploratoire multidimensionnelle ont été utilisées, en combinaison avec une classification mixte (nuées dynamiques et CAH) et une analyse factorielle des

correspondances multiples. La classification retenue comporte huit classes et elle fait apparaître l'importance du cycle de vie, du statut de l'emploi et du genre dans les pratiques d'activité et les comportements de mobilité. Dans cet article nous étudierons plus particulièrement le cas des personnes appartenant à l'une de ces huit classes, nommée « Les journées taxi ». Il s'agit des personnes, effectuant de très nombreux déplacements (8 et plus) et qui sont en grande majorité les femmes. Outre le motif professionnel qui apparaît pour une partie des individus de ce groupe, les déplacements sont motivés par les activités de la vie de famille ainsi que la logistique de ménage. Pour cette catégorie les déplacements sont majoritairement effectués en voiture. Afin de pouvoir analyser plus finement les individus de cette classe, nous avons effectué un découpage encore plus détaillé de l'arbre hiérarchique. Les deux sous-classes ainsi obtenues se distinguent par le statut professionnel des individus : l'une est composée quasiment en totalité des personnes possédant un emploi et l'autre, en majorité des individus inactifs ou au chômage.

Afin de pouvoir visualiser les trajectoires quotidiennes des habitants appartenant à deux sous-classes « journée taxi », nous avons choisi de ces deux classes, de trois individus : l'un possédant des caractéristiques « moyennes » de l'ensemble de son sous-groupe et les deux autres individus représentant les deux situations extrêmes : au-dessus et au-dessous des valeurs moyennes du groupe. Les valeurs moyennes correspondent aux valeurs prises par les variables décrivant le statut professionnel, le temps de travail, le nombre de déplacements effectués, l'âge et le sexe, la composition du ménage et son équipement en véhicules.

La volonté d'étudier l'occupation de l'espace et du temps par ces individus a donné lieu à la construction d'un programme, baptisé Traj'Net, pour tracer les trajectoires des individus dans un espace à trois dimensions inspiré par les concepts de la time-geography.

L'emploi du temps de chaque individu a ensuite donné lieu à trois types de représentations (Fig. 1). La première représentation est la plus simple : elle identifie les zones fréquentées par l'individu au cours de la journée ainsi que les trajets effectués entre les zones. Malgré sa simplicité, cette première figure nous informe sur la portée des déplacements et la situation des zones fréquentées par rapport au domicile des individus. La seconde représentation est temporelle : elle montre à la fois la portée des

déplacements dans le temps par rapport au domicile et la durée des activités et la répartition de celles-ci au cours de la journée. La troisième représentation tente d'impliquer à la fois les dimensions spatiales et temporelles des mobilités quotidiennes. En nous appuyant sur le cadre conceptuel de la time-geography et l'outil Traj'Net, nous avons tenté une représentation de l'emploi du temps des individus en trois dimensions.

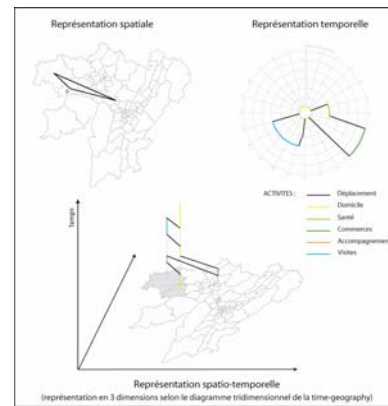


Fig. 1. Trois types de représentation de l'emploi du temps d'un individu

L'application de ces trois types de représentations aux individus sélectionnés permet une comparaison de leur utilisation de l'espace et du temps. Malgré un profil proche, ces individus présentent des trajectoires diverses, qu'il conviendra d'analyser. Les différentes approches, loin d'être antinomiques, s'avèrent être indispensables pour varier les points de vue et ainsi répondre à nos interrogations.

Ce travail nous a amené à nous poser certaines questions, notamment dans le choix des individus à représenter. Nous pensons d'une manière générale qu'en matière de visualisation des mobilités quotidiennes, l'exploration permet d'ajuster sans cesse les données, les outils et les méthodes nécessaires à cette visualisation. Le besoin de généralisation de l'outil de visualisation nous a conduit à réfléchir sur la création d'individus artificiels qui regrouperaient toutes les valeurs moyennes des variables, notamment en terme de nombre de déplacements ou d'activités, de répartition des activités au cours de la journée... selon des modalités qui restent encore à explorer. Enfin, cette communication souligne les limites des visualisations des mobilités quotidiennes, qui restent pertinentes pour des individus pris séparément mais deviennent impossibles pour un nombre d'individus important.

Mots-clés : Ville, mobilités quotidiennes, EMD, visualisation spatio-temporelle, time geography.

Animer l'aquarium pour révéler trajectoires spatio-temporelles et poches d'ordre local

Arnaud Banos*, Sonia Chardonnel**

*Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / Université Louis Pasteur
 Faculté de Géographie et d'Aménagement
 3, rue de l'Argonne
 F-67000 Strasbourg
arnaud.banos@lorraine.u-strasbg.fr

** UMR 5194 PACTE – CNRS / Université Joseph Fourier
 BP 53
 F-38041 Grenoble cedex
sonia.chardonnel@ujf-grenoble.fr

Contexte

Outil d'investigation central de la Time-Geography (Hägerstrand, 1970), l'aquarium spatio-temporel permet d'appréhender, dans un espace tri-dimensionnel, la coordination spatio-temporelle des comportements humains selon deux niveaux : l'individu et le lieu. Au niveau individuel, l'enjeu des analyses réside dans la mise en évidence de l'ordonnancement et la coordination entre les activités, dans la définition des caractéristiques des trajectoires spatio-temporelles en fonction des individus et dans l'identification des contraintes spatio-temporelles. Au niveau du lieu, il s'agit d'expliquer les agencements spatiaux et temporels qui permettent la réalisation des activités des individus. L'originalité de la démarche tient à la déclinaison graphique et conceptuelle de ces deux niveaux qui reste aujourd'hui au centre de nombreux travaux menés dans le domaine de la Time-Geography, en tant qu'outil d'exploration des structures spatio-temporelles à l'œuvre (Chardonnel, 2001 ; Forer 2002 ; Lenntorp, 1976 ; Kraak, 1998 ; Kwan, 2000).

Démarche proposée

Nous porterons particulièrement notre attention dans cette communication sur deux notions associées aux deux niveaux : 1) celle de trajectoires individuelles qui correspond à la trace spatiale et temporelle laissée par un individu lors de la réalisation de ses activités ; 2) celle de poche d'ordre localisé (*pockets of local order*) correspondant aux lieux où se matérialisent dans le temps et dans l'espace l'effet des coordinations entre ressources et activités.

Trois remarques servent de point de départ à notre réflexion : 1) Jusque là, les outils de visualisation associés à la Time-geography mettent surtout l'accent sur les trajectoires, moins délicates à construire que les poches d'ordre local. 2) Par ailleurs, l'efficacité de l'outil est inversement proportionnelle au nombre d'individus représentés, l'aquarium étant très rapidement saturé pour une population supérieure à quelques dizaines d'individus. 3) Enfin, en dépit des progrès réalisés dans le domaine de l'informatique graphique et de la géo-visualisation, peu de travaux ont cherché à rendre cet outil interactif et dynamique.

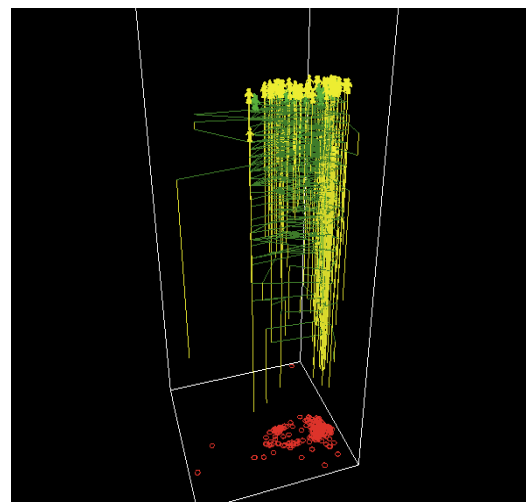


Fig. 1: Trajectoires spatio-temporelles construites avec SMARtAquarium

Le point de vue défendu dans cet article est que ces deux composantes sont une des clés d'évolution de l'aquarium, d'un outil essentiellement concep-

tuel vers un véritable outil d'exploration des structures spatio-temporelles à l'œuvre (Banos, 2005). C'est dans cet esprit que le prototype SMArtAquarium a été construit, au sein de la plateforme NetLogo. L'approche retenue est fondamentalement discrète : le volume de l'aquarium est segmenté en unités spatio-temporelles de base, des blocs carrés adjacents répartis de manière régulière. À partir de données spatio-temporelles décrivant leurs localisations et activités pour chaque pas de temps t , les individus naviguent ainsi entre ces blocs, imprimant leurs trajectoires de manière continue au cours de leur déplacement (Fig. 1).

Les cellules élémentaires sont également actives : ce sont elles qui identifient, à chaque pas de temps t , les individus qu'elles accueillent temporairement et qui pratiquent une même activité. Les cellules comptant au moins n individus ($n > 1$) se singularisent alors en adaptant une couleur différente, révélant de manière dynamique les poches d'ordre locale sous-jacentes (Fig. 2).

Dans le cadre de cet article, nous alimenterons le prototype avec des données issues de la dernière enquête ménages-déplacements menée dans

l'agglomération grenobloise (2002). Nous chercherons en particulier à tester la capacité de cet outil interactif à révéler des structures spatio-temporelles pertinentes, qui fassent sens pour les spécialistes des mobilités urbaines. Nous chercherons également à quantifier les structures observées, au moyen de l'indice STC (*Spatio Temporal Complexity*) proposé par Parrott (2005).

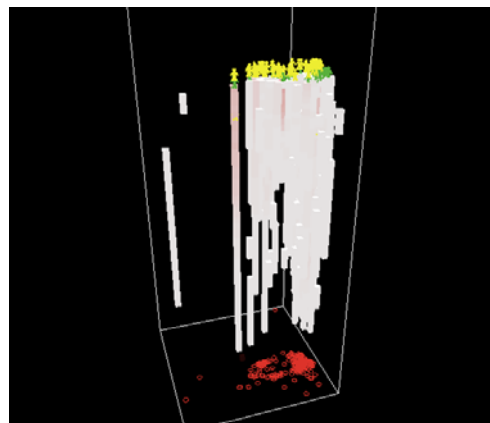


Fig. 2. Poches d'ordre local construites avec SMArtAquarium

Mots-clés : Time-Geography, Aquarium Spatio-temporel, Trajectoires spatio-temporelles, Poches d'ordre local (*pockets of local order*), Géo-Visualisation.

Bibliographie

- Banos A., La voie de l'étonnement : favoriser l'abduction dans les Systèmes d'Information Géographique, in : Fotsing J.-M. (dir.), *Apport des SIG à la recherche*, Presses Universitaires d'Orléans, Orléans, 237-254.
- Chardonnel S., 2001, La time-geography : les individus dans le temps et dans l'espace, in : Sanders L. (dir.), *Modèles en analyse spatiale*, Hermès, Paris, 129-156.
- Forer P., 2002, Timelines, environments and issues of risk in health : the practical algebra of (x, y, t, a) , in : Briggs et al. (eds.), *Gis for emergency preparedness and health risk reduction*, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 35-60.
- Hägerstrand T., 1970, *What about people in regional science?* Papers of the Regional Science Association, 24, 7-21.
- Kraak M. J., 1998, The cartographic visualisation process: from presentation to exploration, *The Cartographic Journal*, 35(1), 11-15.
- Kwan M., 2000, Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three-dimensional geographical information systems: a methodological exploration with a large data set, *Transportation Research C*, 8, 185-203.
- Lenntorp B., 1976, Paths in space-time environments: a time-geographic study of movement possibilities of individuals, *Lund Studies in Geography, Serie B*, 44.
- Parrott L., 2005, Quantifying the complexity of simulated spatiotemporal population dynamics, *Ecological Complexity*, 2(2), 175-184.

Apprécier les rythmes et les déplacements de l'activité de la délinquance sur un réseau de transport au travers de cartographies animées

Cunty Claire*, Fussy Fabrice**

* Faculté de géographie

Université Lumière Lyon 2

5, avenue Pierre Mendès-France

F-69676 Bron cedex

claire.cunty@univ-lyon2.fr

** PRODIG UMR 8586 – CNRS / Université Paris 1

2, rue Valette

F-75005 Paris

fabrice.fussy@sncf.fr

Contexte

Les réseaux de transport en commun sont le théâtre (et la cible) d'un certain nombre d'actes délinquants : vols, violences à l'encontre des voyageurs et jets de projectiles ou graffiti. Les gestionnaires de ces réseaux de transport enregistrent ces différents actes en fonction de leur type et de leur lieu de commission. Ils souhaitent ainsi avoir une meilleure connaissance et adapter au mieux leurs mesures de prévention et de sécurisation du réseau. Le travail présenté ici a été développé au sein des deux principaux gestionnaires des réseaux de transport en commun de la région Ile-de-France : la RATP (Cunty, 2004) puis la SNCF.

Il s'agit dans les deux cas d'analyser le phénomène délinquant conjointement dans l'espace et dans le temps. On cherche ici à connaître aussi bien les rythmes (quotidiens, hebdomadaires, mensuels, annuels) de la délinquance que les éventuels effets de déplacement ou de propagation de la délinquance sur le réseau. Les rythmes ont souvent été étudiés dans leur ensemble sans introduire de différenciation spatiale, par exemple le Home Office britannique a établi que les cambriolages se déroulaient préférentiellement les jeudi et vendredi et entre 12 et 16 heures. Mais les éventuelles différenciations de ces rythmes d'un quartier à l'autre d'une ville ont rarement été abordées. En dehors de ces rythmes, les criminologues (Repetto, 1976) ont mis à jour assez tôt les effets de transferts de délinquance suite à la mise en place d'actions de prévention, notamment la prévention situationnelle (Clarke, 1995). Ces

transferts peuvent être de différentes formes, les délinquants peuvent changer de type de cible, de mode opératoire ou encore de lieu ou de moment.

Données et méthodes

À partir des données recueillies par la RATP et la SNCF, nous avons proposé un mode de représentation animée permettant d'apprécier les rythmes d'une part et les transferts d'autre part. Ces expériences d'animations cartographiques ne sont pas les premières dans le cadre d'étude spatiale de phénomènes délinquants. On trouve de nombreux exemples de représentations animées de données lissées permettant ainsi de mettre à jour l'évolution des zones sensibles (*Hot Spots*)³ :

L'originalité vient ici de l'analyse de données sur un réseau. Les données sont en effet recueillies par station de métro ou par gare, elles ont donc une implantation ponctuelle. La méthode du lissage, qui considère l'espace comme continu ne peut s'appliquer dans le cas d'un espace réticulaire. Notre animation porte donc sur les points et nous nous intéressons aux variations de volumes délinquants dans ces gares ou stations. Ainsi l'espace lui-même (les dimensions X et Y du plan) n'est pas l'objet de l'animation, c'est sur la dimension thématique que porte ici le changement (la dimension Z).

Les variations spatio-temporelles ont été observées pour plusieurs pas de temps : les heures de la journée, les jours de la semaine, les jours du

³ <http://www.jratcliffe.net/research/ESvd%20mv%20large.gif>
<http://www.crimereduction.gov.uk/toolkits/fa020405-map1.htm>

mois, les mois de l'année. Les animations obtenues se présentent ainsi sous la forme de cercles proportionnels dont la taille varie en fonction du nombre d'actes délinquants enregistré dans la station.

Techniquement nous réalisons ces animations cartographiques en utilisant le format SVG. Les animations cartographiques sont créées automatiquement à partir d'un script ArcView 3.2⁴ et permettent ainsi de renouveler automatiquement les animations quand les données sont réactualisées.

Résultats

Ces animations cartographiques nous permettent d'analyser les rythmes puis les transferts de délinquance.

Les rythmes. En observant le phénomène selon les heures de la journée, l'effet est celui d'une respiration due à une alternance des fortes concentrations sur les grandes stations suivi de mouvements de dispersion (beaucoup de stations touchées mais dans des faibles volumes). Selon les types de délinquance analysée, les heures de plus forte activité ne sont pas les mêmes. Les cartes présentant la situation pour les jours du mois, bien qu'elles figurent des faibles volumes d'atteintes, est une des plus intéressantes. Elle fait apparaître clairement des alternances régulières de phases où la délinquance se structure selon des lignes et des

phases ou celle-ci se répartit davantage selon des aires géographiques. L'animation pour les mois de l'année se démarque avant tout par la faible variation des volumes d'un mois sur l'autre. A cette résolution temporelle, on observe aussi un phénomène très stable dans les localisations.

Les transferts. L'analyse des transferts de délinquance a d'abord été réalisée en comparant la situation réelle à des modèles de transferts prédéfinis (échange entre deux stations connectées, dispersion sur le réseau, propagation sur une ligne, propagation sur plusieurs lignes ou dispersion mais indépendamment du réseau). Les situations sont complexes et si quelques transferts simples (échange entre deux stations par exemple) apparaissent, un traitement des données semble un préalable indispensable à leur représentation.

Il est nécessaire en effet de gommer les effets de rythme étudiés précédemment pour se consacrer à tout ce qui est résiduel par rapport à une tendance générale d'augmentation ou de diminution. Nous avons pour cela observé uniquement les évolutions du poids relatifs des actes délinquants enregistrés dans chaque station (Brantingham et Brantingham, 1994). Des phénomènes de transferts sont alors apparus mais se sont révélés beaucoup plus complexes que ceux que nous avons élaborés au départ, les transferts se faisant parfois sous la forme de diffusion à l'ensemble des stations voisines sur le réseau, d'autres fois sur une seule station.

⁴ Ce travail de développement sous ArcView a été initié au cours d'un stage qu'Aline Batifol a effectué à la RATP au cours de l'été 2001.

Bibliographie

- Brantingham P. L., Brantingham P. J., 1994., La concentration spatiale relative de la criminalité et son analyse : vers un renouvellement de la criminologie environnementale, *Criminologie*, 27, 81-97.
- Clarke R. V., 1995., Les technologies de la prévention situationnelle, *Les cahiers de la Sécurité Intérieure*, 21, 101-113.
- Cunty C., 2004, Système d'information géographique et sécurité : une application pour la RATP, Thèse de doctorat, Université Paris I. http://tel.ccsd.cnrs.fr/documents/archives00/00/86/85/index_fr.html
- Repetto T. A., 1976, Crime prevention and the displacement phenomenon, *Crime and Delinquency*, 22, 166-177.

Représentation dynamique et visualisation interactive des mobilités quotidiennes à l'échelle de la ville

Annabelle Boffet Mas¹, Nicolas Marilleau², Christophe Lang³, Thomas Thévenin⁴
Arnaud Banos⁵, Sonias Chardonnel⁶

1 CEDETE, EA 1210 – Université d'Orléans
10, rue de Tours
F-45072 Orléans cedex 2
aboffet@univ-orléans.fr

2 IRD, Bondy
32, avenue Henri Varagnat
F-93143 Bondy cedex

3 LIFC, FRE 2661 – CNRS / Université de Franche-Comté / INRIA
16, route de Gray
F-25030 Besançon cedex

4 UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Bourgogne
Boulevard Gabriel
F-21000 Dijon

5 Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / Université Louis Pasteur
Faculté de Géographie et d'Aménagement
3, rue de l'Argonne
F-67000 Strasbourg

6 UMR 5194 PACTE – CNRS / Université Joseph Fourier
BP 53
F-38041 Grenoble cedex

Dans le cadre du projet MIRO sur les mobilités urbaines quotidiennes, le groupe de recherche associé mène actuellement une réflexion sur la représentation dynamique et la visualisation interactive de données spatio-temporelles en définissant les caractéristiques de la plate-forme interactive de visualisation (PIV) finale, actuellement développée avec des solutions libres et *open source* pour en garantir l'accessibilité, et la modularité. L'objectif du projet MIRO, financé par le PREDIT2, est d'assister les aménageurs dans la définition de nouvelles politiques urbaines temporelles et/ou de transport en leur proposant un prototype multi-agents de simulation capable de révéler les rythmes de la ville en mouvement, à partir de la spécification de comportements individuels et de leur mise en interaction localisée.

Une réflexion sur la visualisation des résultats de simulation, dans l'objectif de mieux les explorer et les maîtriser, a été menée au sein du projet, et elle fait l'objet principal de cette proposition. Concrètement, à partir de la plate-forme interactive de visualisation, l'utilisateur doit pouvoir, dans un premier temps, prendre appui sur l'outil pour connaître les états instantanés (statiques) de la ville virtuelle ainsi que des profils des agents, puis, dans un second temps, explorer les résultats dynamiques de la simulation des agents en évoluant dans la ville. De plus, l'utilisateur doit pouvoir intervenir de manière interactive sur les données afin de bâtir des scénarios qui permettront aux experts d'évaluer des actions potentielles en matière de gestion de la mobilité.

Cette visualisation à référence temporelle (instant ou période dans la journée) doit permettre de rendre compte en temps réel :

- de l'espace d'étude : c'est-à-dire de la ville virtuelle et de ses fonctions (services, commerces, transports...). Il s'agit de proposer une représentation cartographique intégrant les fonctionnalités classiquement rencontrées (zoom, panoramique...) mais également adaptée. Par exemple, lorsque le référent temporel est une période de la journée, il faut pouvoir rendre compte visuellement de l'évolution de la disponibilité des différents services urbains au cours de cette période.

- des agents : c'est-à-dire les individus représentés mais également leur comportement modélisé sous forme d'un ensemble de règles définies. Il s'agit de proposer une visualisation des fiches d'identité (sexe, lieu de domicile, emploi...) et de comportement (contraintes d'emploi du temps, de mode de déplacement...) de l'agent ;

- des déplacements : il s'agit de proposer un mode de représentation des trajectoires de l'ensemble des agents ou d'un seul agent. Ce mode de représentation sera animé pour rendre compte des mouvements des individus. De plus, ces animations devront proposer une solution au problème de lisibilité engendré par les grands nombres de trajectoires à représenter. Il s'agit également de faciliter la visualisation de différents indicateurs simples associés à ces trajectoires simulées tels que

les vitesses moyennes, les distances parcourues, le temps moyen consacré à chaque activité.

- de l'analyse exploratoire des données obtenues après simulation : c'est-à-dire effectuer la classification des trajectoires émergentes, visualiser les différentes catégories de trajectoires et, pour chaque catégorie, l'ensemble des agents s'y rattachant.

Il est important pour encourager et faciliter l'appropriation de l'outil par les utilisateurs que l'interface de géovisualisation soit interactive. Outre des fonctions d'accès direct aux différents composants (ville virtuelle, agents), elle doit également permettre de paramétrer les modules de simulation et d'analyse (classification). L'un des buts de l'interface proposée est de permettre l'élaboration de scénarios de fonctionnement de la ville qui pourront au besoin être sauvegardés, en vue d'une capitalisation ou de leur réutilisation.

Ces premières réflexions mettent en avant des verrous technologiques sur la nécessité de faire coexister et de synchroniser des outils fortement hétérogènes : nous faisons cohabiter un moteur de simulation agent basé sur la plate-forme MadKit avec des outils de gestion, d'analyse et de visualisation de données géographiques intégrés dans un environnement interactif OpenLaszlo. Ce travail conduit aussi à soulever des verrous méthodologiques concernant la gestion et le traitement adapté de données accumulées à des échelles spatiales, des échelles temporelles et des niveaux d'agrégations variables.

Mots-clés : simulation, analyse spatiale, visualisation, ville, mobilité quotidienne.

Bibliographie

- Banos A., Thevenin T., 2005, La carte animée pour révéler les rythmes urbains, *Revue Internationale de Géomatique*, 15, 11-31.
- Banos A., Chardonnel S., Lang C., Marilleau N., Thévenin T., 2005, Modéliser et simuler la « fourmillère » urbaine par les systèmes multi-agent, *Colloque SAGEO' 2005*, Avignon, Juin 2005.
- DiBiase D., MacEachren A. M., Krygier J. B., Reeves C., 1992, Animation and the role of map design in scientific visualization, *Cartography and Geographic Information System*, 19(4), 201-214.
- Frihida A., Marceau D. J., Thériault M., 2004, Extracting and Visualizing Individual Space-Time Paths: An integration of GIS and KDD in Transport Demand Modeling, *Cartography and Geographic Information Science*, 31(1), 19-28.
- Gutknecht O., Ferber, J., Michel F., 2000, MadKit : une architecture de plate-forme multi-agents générique, Rapport de recherche n°61, LIRMM.
- Koussoulakou A., Kraak M. J., 1992, Spatio-temporal maps and cartographic communication, *The Cartographic Journal*, 29(2), 101-108.
- Kraak M. J., 1998, The cartographic visualization process: from presentation to exploration, *The Cartographic Journal*, 35(1), 11-15.
- Kraak M. J., 2003, Geovisualization illustrated, *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 57(1), 1-10.
- Kwan M. P., 2000, Interactive geovisualization of activity-travel patterns using three-dimensional geographical information systems: A methodological exploration with a large data set, *Transportation research Part C*, 8, 185-203.
- Laszlo Systems, 2006, OpenLaszlo the premier open-source platform for rich Internet applications, <http://www.openlaszlo.org/>

Atelier 8

Statistique et analyse spatiale

Présidente : Laure Charleux

Jean-Michel Floch

La mesure de la ségrégation résidentielle à l'aide de méthodes non paramétriques

Laurent Gazull

Modélisation de l'approvisionnement en bois-énergie de Bamako : de l'écoulement gravitaire aux logiques commerciales

Filippi Maryline, Frey Olivier, Triboulet Pierre

Outils de mesure de la spatialisation des groupes d'entreprises : une application aux groupes coopératifs agricoles français

Claude Grasland, Malika Madelin, Hélène Mathian, Lena Sanders

La question du MAUP dans une problématique d'aménagement européen : problème ou progrès ?

Christophe Z. Guilmoto, Sébastien Oliveau

Configuration spatiale du déséquilibre du sex-ratio dans l'enfance. Analyse comparée de la Chine et de l'Inde

La mesure de la ségrégation résidentielle à l'aide de méthodes non paramétriques

Jean-Michel Floch

*INSEE, Division des études territoriales
Département de l'action régionale
INSEE Direction générale
18, boulevard Adolphe Pinard
F-75675 Paris Cedex 14
jean-michel.floch@insee.fr*

Contexte

La mesure de la ségrégation résidentielle est un enjeu important pour les politiques publiques. À ce titre, l'INSEE est fréquemment sollicité, et l'a été récemment dans le cadre des contrats urbains de cohésion sociale, qui visent à revoir les quartiers de la politique de la ville. Il est important pour un organisme comme l'INSEE de pouvoir fournir des outils d'aide à la décision qui puissent être facilement automatisables, et utilisables par ses directions régionales pour répondre aux sollicitations des demandeurs locaux.

Méthode

La Division des Études Territoriales de l'INSEE a proposé en ce sens une méthodologie qui permet une réponse en appliquant à des données géolocalisées à l'adresse des méthodes de statistique spatiale. Cette méthode permet de faire apparaître les zones à forts enjeux sociaux (concentration de populations défavorisées, de chômeurs, de bénéficiaires de minima sociaux...) en utilisant l'estimation de la densité de probabilité de présence à l'aide de méthodes non paramétriques (utilisation des estimateurs à noyaux). De telles méthodes ont été présentées lors de précédentes sessions de Théo Quant (travaux sur l'accidentologie à Lille).

Ce que l'on a effectué en plus est la mise en rapport de deux densités de probabilité de présence (au dénominateur la population d'ensemble, et au numérateur la population « à risque ») pour tenir compte du fait que la densité de la population à risque était toujours forte là où la population était très présente. La mise en rapport des deux densités de probabilité de présence peut paraître en apparence triviale, mais elle ne va pas forcément de soi d'un point de vue mathématique, et l'un des objets de la présentation est de montrer comment on

peut justifier théoriquement l'utilisation de ce ratio. Les justifications sont multiples : les méthodes peuvent s'appuyer sur les études des épidémiologues qui spatialisent le risque relatif de développement d'une pathologie en faisant le rapport de l'intensité locale du développement de la pathologie et de l'intensité locale des populations susceptibles de développer la pathologie, l'intensité renvoyant à la théorie des processus spatiaux. Il y a un lien entre l'estimation de l'intensité d'un processus et celle de l'estimation d'une densité de probabilité de présence (Diggle, 1985). Cette comparaison peut aussi être justifiée par des arguments de nature probabiliste. Enfin, on peut montrer que dans des cas simples, le ratio des densités conduit à des résultats équivalents à ceux que l'on obtient à l'aide de la régression géographique pondérée.

Ces résultats théoriques fondent l'utilisation de ratios de densité. Ils donnent lieu à des problèmes d'estimation, qui tiennent en particulier aux caractéristiques du tissu urbain. Son hétérogénéité fait que les résultats considérés comme optimaux par la théorie statistique ne sont en général pas valides.

Application

On présentera le résultat de cette méthode sur quelques villes, pour montrer son aspect confirmatoire (la méthode détecte assez bien les territoires urbains déjà identifiés dans le cadre de la politique de la ville) et exploratoire (mise en évidence de territoires susceptibles d'entrer dans les nouveaux dispositifs). Les cartes présentées sont des cartes de synthèse, qui font apparaître les zones de forte surreprésentation du phénomène, et la densité estimée de la population.

Les méthodes d'estimation utilisant les techniques non paramétriques ont aussi été étendues à des partitions de population. On n'a plus seulement une population et une sous-population, mais une population partitionnée en k sous-populations. On estime à l'aide des noyaux des fréquences locales pour chacune des sous-populations (sur des carroyages). Cela aboutit en quelque sorte à remplacer des informations entachées de « bruit », par des informations qui font intervenir le voisinage, et qui sont de fait plus lisses. On obtient des profils locaux sur lesquels on peut appliquer des méthodes factorielles, ou des méthodes de

classification. On retrouve ainsi des techniques proches de celles qui avaient proposées par Escofier (2003) (analyse factorielle lissée, analyse factorielle sous contrainte de contiguïté). Ces méthodes conduisent à la production de cartes de ségrégation résidentielle, fournissant des vues synthétiques de villes ou d'agglomération. On peut aussi calculer à partir de ces techniques des indicateurs locaux (indices d'entropie par exemple).

Ces techniques sont implémentées en utilisant le logiciel SAS, dont les fonctionnalités permettent une mise en œuvre extrêmement rapide de ces techniques par l'utilisation d'algorithmes puissants.

Mots-clés : ségrégation spatiale, estimation, statistique non paramétrique, processus spatiaux.

Bibliographie

- Diggle P., 1985, A kernel method for smoothing point processes data, *Applied Statistics*, 34 138-137.
- Schabenberger O., Gotway C., 2005, *Statistical methods for data analysis*, Chapman & Hall, New York.
- Bayley T. C., Gatrell A. C., 1995, *Interactive data analysis*, Prentice Hall, New York.
- Escofier B., 2003, *Analyse des correspondances*, Presses universitaires de Rennes, Rennes.
- Decroix M., 1995, Estimation non paramétrique des densités et des régressions, *INSEE méthodes*, 58-59-60.

Modélisation de l’approvisionnement en bois-énergie de Bamako : de l’écoulement gravitaire aux logiques commerciales

Laurent Gazull

CIRAD département forêt
Campus international de Baillarguet, TA 10/B
F-34398 Montpellier Cedex 5
laurent.gazull@cirad.fr

Introduction

Le bois entre pour plus de 90 % dans la satisfaction des besoins énergétiques de la population de Bamako (Mali). Autour de la capitale malienne, comme autour de la plupart des grandes villes sahéliennes, s’est développée une véritable aire de chalandise dans laquelle les ressources forestières sont extraites des campagnes avoisinantes. Cette ressource provient essentiellement des formations forestières naturelles, et certains auteurs n’hésitent pas à accuser l’exploitation du bois à des fins énergétiques d’être « la cause principale de la déforestation ».

Dans le bassin d’approvisionnement de Bamako, la situation n’est pourtant pas catastrophique. La consommation de la ville de Bamako estimée en 2005 à 1,5 tonnes de bois par an ; dans le même temps, la productivité des forêts de l’ensemble du bassin a été estimée à 4 millions de tonnes par an. L’exploitation des ressources n’est cependant pas homogène sur l’ensemble de l’aire de chalandise. Certaines zones se trouvent effectivement surexploitées tandis que d’autres ne font encore l’objet d’aucun prélèvement.

La question de l’organisation spatiale des prélèvements autour de Bamako est au cœur des nouvelles politiques forestières mises en place au Mali depuis le milieu des années 1990.

Cet article présente un modèle d’interactions spatiales visant à prévoir la localisation et l’intensité des prélèvements de bois. Le modèle d’interaction développé repose sur les stratégies spatiales des acteurs de la filière et sur une formalisation gravitaire des flux. Après une description synthétique des différents circuits de commercialisation et des conséquences, l’article présente les premiers résultats de modélisation et une comparaison avec un modèle gravitaire simple.

Analyse de la filière et choix d’un modèle

Au premier abord, le problème se prête naturellement à une modélisation de type gravitaire très utilisée pour la délimitation des aires de marchés. Le système d’interaction à modéliser est représenté par une destination unique (Bamako) alimentée par plusieurs origines (n villages de production). Le flux global est connu et correspond à la consommation en bois-énergie de Bamako.

Selon la classification proposée par Haynes et Fotheringham (1984), le modèle gravitaire correspondant à cette situation est la version « destination unique » d’un modèle gravitaire contraint par l’attraction. Dans ce modèle, les flux sortants dépendent de la distance à la ville, qui conditionne le coût du transport, et de l’émissivité du village qui est souvent assimilée à l’offre de biomasse.

Une analyse détaillée de la filière commerciale met en défaut cette vision simpliste pourtant partagée par de nombreux auteurs. Dans cette filière, le producteur primaire est totalement dépendant du grossiste pour la commercialisation de son produit. Historiquement, le grossiste assurait même les fonctions de production. La configuration spatiale du bassin est principalement le fruit des déplacements et des décisions des grossistes.

Le grossiste cherche des sites peu éloignés, facilement accessibles aux moyens de transports motorisés et qui lui permettent de maximiser le remplissage de son moyen de transport dans un minimum de temps de collecte. Deux stratégies de collecte co-existent alors : certains grossistes préfèrent fidéliser un réseau de producteurs indépendants leur assurant les quantités suffisantes pour un minimum de déplacement ; d’autres préfèrent favoriser la création de sites d’approvisionnement collectifs alimentés par

plusieurs villages, sur les foires rurales hebdomadaires ou dans certains villages particulièrement accessibles.

Dans ces conditions, l'utilisation d'un modèle gravitaire simple est limitée pour les raisons suivantes : les producteurs sont très peu mobiles ; le bois est collecté par des grossistes urbains ; le problème n'est alors plus un problème d'émissivité des lieux de production mais un problème d'attractivité de ces sites par rapport aux préoccupations des grossistes. Plusieurs circuits de commercialisation co-existent. Ainsi les villages où sont achetés les produits peuvent ne pas être des villages de production. Ils peuvent simplement jouer le rôle de nœud de concentration intermédiaire. Cette distinction entre les nœuds d'origine des flux rend inadapté le recours à un simple modèle Origine-Destination.

Ainsi ces préférences nous amènent à construire un modèle à trois niveaux : 1) *le premier niveau* modélise le choix des villages d'approvisionnement par les grossistes ; 2) *le second niveau* répartit la demande d'achat sur l'ensemble des sites potentiels d'achat ; 3) *un troisième niveau* répartit la production correspondant à la demande localisée d'achat.

Formalisation du modèle

Premier niveau : un modèle Logit Multinomial pour estimer la probabilité qu'a un village d'être choisi par les grossistes. Les modalités de choix sont au nombre de trois : 0) pas de choix, 1) le village est choisi comme nœud indépendant de production et de vente, 2) le village est choisi comme nœud collectif de concentration et de vente. Les variables explicatives du choix d'un site d'approvisionnement sont de trois ordres : les critères d'accessibilité ; les critères d'offre de production et les critères de facilités d'achat. Le modèle est calibré à partir d'un échantillon de 160 villages visités.

Mots clés : bois-énergie, filière, aire de chalandise, modèle gravitaire.

Bibliographie

- Cellule Combustible Ligneux, 1998, *Schéma directeur d'approvisionnement en bois-énergie de Bamako*, Ministère du développement rural et de l'eau du Mali, Bamako.
- Chamard C., Courel M.-F., 1999, La forêt sahélienne menacée, *Sécheresse*, 10 (1), 11-18.
- Cline-Cole R. A., Main H. A., Nichol J. E., 1990, On fuelwood consumption, population dynamics and deforestation in Africa, *World Development*, 18, 513-527.
- Gazull L., 2003, Organisation spatiale d'une filière d'approvisionnement d'un grand centre urbain sahélien. Une approche par un modèle d'attraction arborescent, *Département de géographie*, 124, Université Paul Valéry, Montpellier.
- Haynes K. E., Fotheringham A. S., 1984, *Gravity and spatial interaction models*, Sage Publications, London.

Deuxième niveau : un modèle gravitaire de répartition des flux achetés. Le modèle est de type « destination unique » contraint par l'attraction. La demande de Bamako est estimée à partir des données de flux relevés aux entrées de la ville pendant sept jours consécutifs en 2000. Ces flux servent également à caler le modèle.

Troisième niveau : un modèle gravitaire de répartition de la production. À ce stade de l'étude, le modèle choisi est un modèle de type « origine unique » contraint par la production. Pour chaque site d'achat le modèle répartit la quantité achetée (estimée par le modèle décrit ci-avant) entre plusieurs villages de production potentiels situés aux alentours. Ainsi un même village de production peut être « alimenté » par plusieurs villages d'achat.

Afin d'apprécier l'apport de cette modélisation à 3 niveaux, les résultats sont comparés à ceux obtenus avec un modèle gravitaire classique reprenant les mêmes paramètres.

Conclusion

L'estimation des flux de bois-énergie et par conséquent la modélisation de l'organisation spatiale d'un bassin d'approvisionnement est un enjeu majeur pour la plupart des grandes villes sahéliennes. La démarche suivie vise à allier une analyse géographique des filières économiques et une modélisation de type gravitaire afin d'adapter ce type de modèle aux logiques commerciales des acteurs principaux. Le résultat est un modèle d'attraction qui schématise la filière comme une structure spatiale arborescente permettant l'acheminement de biens depuis des « nœuds » de production jusqu'à un lieu central de consommation en passant par des nœuds d'échange intermédiaires. La formalisation du modèle reste de forme gravitaire ce qui le rend facile d'utilisation. Mais la structuration en 3 niveaux d'attraction offre une grande souplesse de calibration.

Outils de mesure de la spatialisation des groupes d'entreprises : une application aux groupes coopératifs agricoles français

Filippi Maryline*, Frey Olivier**, Triboulet Pierre***

* INRA SAD Toulouse et Lereps-Gres

** INRA-SAD et Coop de France

*** INRA SAD Toulouse

UMR 1248 AGIR, BP 52627

F-31320 Castanet Tolosan

mfilippi@toulouse.inra.fr

Contexte

La mondialisation des économies et la « financiarisation » des stratégies des entreprises ont profondément bouleversé les modes d'organisation des firmes avec un développement conséquent sous forme de groupes d'entreprises. Dès lors, les choix stratégiques dans l'organisation de la firme, y compris dans sa dimension spatiale, peuvent être appréhendés comme résultant d'un centre de décision unique qui articule des fonctions productives, commerciales et financières. Les questions de l'ancrage de la firme et de la rencontre productive entre une firme et son territoire (Colletis et Rychen, 2004) se renouvellent alors dans la mesure où les choix de localisation des entreprises peuvent résulter d'une gestion multi-niveaux des différentes fonctions. Il devient alors important de mieux comprendre les modes et les déterminants de l'organisation spatiale des groupes d'entreprises (Bouba-Olga et Chauchefoin, 2004), comme en témoigne les questions souvent sensibles de délocalisation d'entreprises. Quels sont les facteurs d'ancrage ou de désancrage qui influencent les stratégies des groupes dans leurs choix organisationnels ?

Objectif

L'objectif de ce papier est de fournir des outils et méthodes pour appréhender l'organisation spatiale des groupes d'entreprises en lien avec une problématique d'ancrage territorial. Il propose de s'appuyer sur une forme particulière de groupes d'entreprises, les groupes coopératifs agricoles, très investis dans les réorganisations des filières agro-alimentaires ces 15 dernières années. La question posée est celle du désancrage des groupes

coopératifs du fait du basculement et du développement de leurs activités à l'aval des filières dans des filiales de droit commercial. Comment les groupes coopératifs gèrent-ils ce désancrage alors même que l'exercice du pouvoir est aux mains d'associés-coopérateurs, les agriculteurs, localisés dans un périmètre territorial statutaire (Filippi et Triboulet, 2003) ?

Méthode

La méthodologie mise en œuvre s'appuie sur l'appréhension de la firme comme une structure unitaire de gouvernance chargée de la gestion et de la coordination des fonctions productive, économique et financière (Morin, 2006). Dès lors, il s'agit de prendre en compte ces fonctions aux différents niveaux d'organisation de la firme (groupe, entreprise, établissement) pour mettre en évidence les phénomènes de distorsions des formes organisationnelles et la manière dont le processus d'ancrage ou de désancrage s'opère. L'étude des correspondances entre les formes organisationnelles, les activités et la localisation spatiale des groupes coopératifs français mobilise les enquêtes nationales LIFI (Liaisons Financières) et EAE (Enquêtes Annuelles d'Entreprises) de 2000 et 2003. L'enquête LIFI permet de reconstituer les contours des groupes d'entreprises à partir d'une analyse des liens financiers les reliant (Thollon-Pommerol, 1999). Dans un premier temps, nous caractérisons les activités et la localisation des groupes coopératifs aux différents niveaux d'organisation de la firme (établissement et entreprise). Nous utilisons l'indice d'entropie (Jacquemin et Berry, 1979) pour mesurer la concentration des activités (Galliano, 1995) et la concentration spatiale (Baldwin et al., 2000) au sein des groupes coopératifs. Dans un deuxième temps,

nous construisons une typologie de l'inscription spatiale des groupes coopératifs sur la base de la localisation relative des effectifs salariés des entreprises du groupe par rapport à la tête de groupe. Enfin, nous intégrons une analyse des partenariats inter-groupes pour mieux comprendre l'influence de la proximité spatiale dans les dynamiques de rapprochement entre groupes coopératifs.

Résultats

Les résultats sur l'inscription spatiale des groupes coopératifs présentent un paradoxe. Alors qu'il est reproché aux groupes coopératifs agricoles de s'éloigner de plus en plus de leur périmètre territorial initial, l'analyse statistique met en évidence une concentration spatiale importante de l'activité des groupes. D'une part, la localisation des filiales de droit commercial s'effectue souvent à proximité des têtes de groupes coopératifs et d'autre part l'analyse des activités et des partenariats

montre que l'extension du périmètre s'opère souvent par contiguïté spatiale. Si le périmètre d'action des coopératives contraint leur activité et que les filiales permettent de s'en extraire, la gestion de l'organisation spatiale des coopératives montre une forte volonté de co-localisation. Cependant, le renforcement de la concentration dans quelques grands groupes coopératifs pourrait se traduire par un basculement rapide des stratégies dans une logique de gestion multi-niveaux. D'un point de vue méthodologique, les indicateurs proposés permettent d'appréhender l'organisation de la firme sur les plans fonctionnel et spatial tout en soulignant les difficultés liées à la prise en compte de données de relations dans les bases de données. Ces résultats appellent à approfondir les travaux d'une part sur les frontières des groupes (Morin et Morin, 2001) pour identifier les ensembles pertinents d'analyse et d'autre part sur l'appréhension d'entités multi-niveaux d'un point de vue organisationnel et spatial.

Mots-clés : ancrage territorial, groupes coopératifs, indice d'entropie, typologie spatiale.

Bibliographie

- Baldwin J. R., Beckstead D., Gellatly G., Peters A., 2000, Patterns of Corporate Diversification in Canada: An Empirical Analysis, *Micro-Economic Analysis Division of Statistics Canada*, Ottawa, 150.
- <http://www.statcan.ca/english/research/11F0019MIE/11F0019MIE2000150.pdf>
- Bouba-Olga O., Chauchefoin P., 2004, La géographie des liaisons financières inter-entreprises, working paper.
- Colletis G., Rychen F., 2004, Entreprises et territoires : proximités et développement local, in : Pecqueur B., Zimmermann J.-M. (eds.), *Economie de proximités*, Lavoisier, Paris, 207-230.
- Filippi M., Triboulet P., 2003, Les modalités d'exercice du pouvoir dans le cas du contrôle mutualiste : le cas des groupes coopératifs agricoles, *Cahiers du Gres*, 12, 26.
- Morin F., Morin M.-L., 2001, La firme et la négociation collective, la question des frontières en économie et en droit, *Mélange dédié à M. Despax*, Presse de l'Université des Sciences Sociales de Toulouse, 497-518.
- Morin F., 2006, Le capitalisme de marché financier et l'asservissement du cognitif, *Cahiers du Gres*, 2006-05.
- Thollon-Pommerol V., 1999, Enterprise Group: the French Methodology and Results, in: Biffignandi S. (ed.), *Micro and Macrodata of Firms, Statistical Analysis and International Comparison*, Springer-Verlag, 59-68.

La question du MAUP dans une problématique d'aménagement européen : problème ou progrès ?

Claude Grasland*, Malika Madelin**, Hélène Mathian*, Lena Sanders*

* UMR Géographie-cités – CNRS / Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

13 rue du Four

F-75006 PARIS

claud.grasland@parisgeo.cnrs.fr

** UMR 5210 CRC – CNRS / Université de Bourgogne

Boulevard Gabriel

F-21000 Dijon

Malika.Madelin@u-bourgogne.fr

Le MAUP (Modifiable Areal Unit Problem) est un problème ancien, récurrent, passionnant, où se retrouvent statisticiens et géographes depuis les années 30. Dans les années 80 il s'est reposé de manière cruciale avec la croissance des bases de données géographiques et le développement des systèmes d'information géographique. C'est le « petit caillou dans la chaussure » du géographe, c'est « l'os à ronger » du statisticien. Les points de vue et les approches relatives au positionnement de ce problème sont divers, tout comme les propositions de solutions. Par exemple si tous s'attachent à pointer les effets du MAUP, les développements proposés consistent pour certains à rechercher des partitions optimales, et pour d'autres à développer des méthodes permettant de contourner ce problème. Ces dernières années, le problème apparaît posé dans des contextes un peu différents et s'intègre à des questions sur la « complexité » et le « scaling ».

Bien évidemment, cette question n'est pas seulement une question théorique de recherche. Relative à toutes données socio-éco-démographiques, elle s'est de tout temps posée aussi en termes de politique. Elle constitue même une question centrale dans la définition des zonages de pouvoir ou de décision et donc d'observation (recensement...). Ainsi, la question du MAUP constitue l'une des composantes incontournables dans les processus d'aide à la décision politique.

Cette question s'est posée dernièrement dans le cadre d'un programme européen sur l'aménagement du territoire (ESPON/ ORATE⁵) dont l'un des

objectifs est « d'étudier la dimension territoriale de la politique et d'autres instruments communautaires de cohésion économique et sociale ». Dans le cadre de ce réseau, une étude spécifique a été réalisée sur cette question du MAUP, sur ses répercussions sur les analyses cartographiques et statistiques des projets ESPON, ainsi que sur les solutions possibles. Impliqués dans ce programme avec un certain nombre de partenaires⁶, nous nous proposons de restituer ici quelques uns des grands traits de cette étude.

Qu'est ce que le MAUP ? Approches théoriques et applications à l'Europe

Le fondement du MAUP concerne l'influence du découpage territorial retenu sur les résultats des analyses cartographiques et statistiques (et de toute modélisation spatiale). Tout changement de découpage conduit à une modification des résultats aussi bien visuels que statistiques. En somme, l'échelle spatiale choisie pour décrire un phénomène joue le rôle d'un filtre et chaque choix est simultanément porteur de contraintes et de potentialités. Dans une première partie, nous avons répertorié l'ensemble des problèmes associés aux unités aréales modifiables ainsi que leurs conséquences lorsqu'on s'intéresse à la dimension spatiale d'un phénomène social. Cette partie s'est appuyée d'une part sur une synthèse bibliographique des travaux sur le sujet, et d'autre part sur trois études de cas confrontant

⁵ *European Spatial Planning Observation Network* : les programmes de recherche menés dans ce cadre ont produit un très grand nombre de cartes de l'Europe aux niveaux des NUTS 2 et 3, de nombreuses conclusions reposent sur ces cartes.

⁶ GEOGRAPHIE-CITES (FR) : M. Ben Rebah, C. Grasland, H. Mathian, L. Sanders; RIATE (FR) : N. Lambert, M. Madelin, I. Salmon; IGEAT (BE) : P. Medina, C. Vandermotten; UMEA (SE) : K. Holme, M. Strömberg; NCG (IE) : S. Fotheringham, M. Charlton, J. Cheng; BBR (DE) : W.D. Rase ; ID-IMAG (FR) : J.M. Vincent; CESA (FR) : K. Serrhini, P. Mathis - research project conducted within the framework of the ESPON 2000- 2006 programme, partly financed through the INTERREG III ESPON 2006 programme.

différentes approches du MAUP : Suède (SMC), Irlande (NCG) et Allemagne (BBR).

Nous nous sommes ainsi attachés à développer et illustrer un certain nombre de points relatifs au MAUP tant dans ses causes que ses conséquences, en particulier : 1) le fait que les relations entre les phénomènes apparaissent variables suivant l'échelle d'observation et suivant l'étendue spatiale de la région étudiée ; 2) l'impact du MAUP sur une discontinuité spatiale : si dans certains cas, les limites des unités administratives ont un sens en termes de limites fonctionnelles (action politique, sociale, d'aménagement, etc.), leurs utilisations pour représenter des phénomènes socio-démographiques peuvent faire apparaître des discontinuités artificielles ; 3) les différences et les complémentarités entre distributions spatiales et statistiques sont fondamentales pour faire la distinction entre cohésion sociale (réduction des inégalités entre les individus ou ménages) et cohésion territoriale (réduction des inégalités entre les territoires).

Au cours de cette synthèse, la question du MAUP a été illustrée à partir des découpages territoriaux utilisés par l'UE pour des questions d'aménagement du territoire. Il s'avère que les découpages territoriaux utilisés (en particulier celui des NUTS3) présentent de très fortes disparités entre les unités spatiales en termes de superficie, de population, etc. La cartographie statistique étant un des outils privilégiés de l'argumentaire pour les politiques d'aménagement du territoire européen, le MAUP prend toute son importance dans les recommandations apportées à ces questions.

Propositions de réponses au MAUP : problème ou progrès ?

Dans une seconde partie sont discutées plusieurs méthodologies permettant de prendre en compte et de résoudre les éventuels artéfacts auxquels on est confronté dans toute étude statistique et cartographique sur les unités géographiques. Notre position est qu'il n'existe pas une solution systématique au MAUP, mais qu'il s'agit plutôt de formaliser ce problème en termes multiscalaires, à chaque étape du processus de production de connaissance :

1) la bonne identification des différents niveaux d'observation, d'analyse et de cartographie : le fait est que, plus le niveau d'observation est désagrégé, plus il est facile de tester et de construire un zonage qui s'adapte le mieux au phénomène pour l'analyse et les représentations cartographiques. Le découpage idéal n'est pas nécessairement le plus fin (qui souvent crée une grande hétérogénéité spatiale), mais dépend à la fois du phénomène et de sa distribution spatiale.

2) l'utilisation de méthodes statistiques adaptées à ce problème qui en intégrant la dimension spatiale permettent la variabilité d'une mesure de la relation à travers l'espace. Ce point est développé sur la base de la « régression géographiquement pondérée » (GWR).

3) l'utilisation de nouvelles méthodes de cartographie transformationnelles : deux familles de nouvelles méthodes cartographiques sont explorées, les cartogrammes et les cartes lissées.

L'ensemble de ces propositions méthodologiques a été appliqué sur des indicateurs largement utilisés, en particulier le PIB par habitant, pour décrire l'espace européen et donc participant au processus de décision politique.

Conclusion

Dans un contexte concret d'aménagement du territoire, notre recherche met l'accent sur l'importance de la prise en compte des hypothèses multiples attachées à chaque découpage. Nous montrons la faiblesse de se limiter à une seule carte pour décrire un phénomène. Les incidences du MAUP sur les différents résultats, plus qu'une contradiction, ne révèle-t-elles pas des mécanismes sous-jacents différents permettant une meilleure compréhension des différenciations spatiales? Nous insistons en effet sur l'utilisation de méthodes d'analyse et de représentation intégrant la dimension *multiscalaire*, notamment à travers les nouvelles potentialités de la cartographie interactive. En somme, le MAUP est alors un outil pour explorer cette dimension multiscalaire, le « P » du MAUP signifiant alors plus un progrès qu'un problème.

Mots-clés : MAUP, multiscalaire, Europe, politique d'aménagement du territoire, cartographie.

Bibliographie

Project ESPON 3.4.3, 2006, The modifiable areal unit problem, final report, Grasland C., Madelin M (coord.).

http://www.espon.eu/mmp/online/website/content/projects/261/431/index_EN.html

Fotheringham A. S., Wong D. W. S., 1991, The modifiable areal unit problem in multivariate statistical analysis, *Environment and Planning A*, 23, 1025-1044.

- Holt D., Steel D.G. and Tranmer M., 1996, Area homogeneity and the modifiable areal unit problem, *Journal of Geographical Systems*, 3, 181-200.
- Marceau D., 1999, The scale issue in the social and natural sciences, *Canadian Journal of Remote Sensing*, 25, 347-356.
- Openshaw S., 1984, The modifiable areal unit problem, *Concepts and Techniques in Modern Geography*, 38, 41.
- Wu J., Li H., 2006, Concepts of scale and scaling, in Wu J., Jones K. B., Li H., Loucks O. L., (eds.), *Scaling and Uncertainty Analysis in Ecology, Methods and Application*, Springer, Dordrecht, 1-15.

Configuration spatiale du déséquilibre du sex-ratio dans l'enfance. Analyse comparée de la Chine et de l'Inde

Christophe Z. Guilmoto*, Sébastien Oliveau**

*CICRED / UMR 151 LPED IRD
133, Boulevard Davout
F-75980 Paris cedex 20
guilmoto@ird.fr

**UMR 6012 ESPACE, Université de Provence
29, avenue Robert Schuman
F-13621 Aix-en-Provence cedex 1
Sebastien.oliveau@univ-provence.fr

Contexte et objectif

L'Inde et La Chine ont pour caractéristique particulière d'avoir un sex-ratio déséquilibré dans l'enfance (Attané et Véron, 2005). Dans ces deux pays, les avortements sexo-sélectifs sont responsables d'une hausse singulière du sex-ratio à la naissance depuis plus de vingt ans. Outre les dimensions sociales, il paraît nécessaire de s'intéresser aux formes accentuées spatiales que prend cette discrimination, et d'en comparer les évolutions à une échelle fine (Guilmoto, 2005).

Nous proposons ici une étude détaillée des inégalités spatiales et de la diffusion de la discrimination sexuelle dans l'enfance. Ce travail s'appuie sur une base de données géographique inédite qui reprend les données censitaires des deux pays pour les 2000 et 2001 à une échelle particulièrement fine (5560 *taluks*, *tahsils*, etc. en Inde et 2300 cantons ou *xian* en Chine).

Méthode

Une première approche décrira le phénomène de façon générale dans les deux pays. Les différents

problèmes méthodologiques et théoriques posés par ce genre d'approche seront soulignés, parmi lesquels l'inégalité de taille (spatiale et démographique) des unités considérées, et donc directement la question du MAUP (Wong et Amrhein, 1996).

Dans un second temps, une solution de réagrégation des données sera proposée, déjà mise à l'épreuve précédemment dans différents projets (par exemple Oliveau, 2003). Cette réagrégation, nécessaire pour améliorer la robustesse des résultats, nous permettra d'entreprendre une comparaison détaillée des sex-ratios dans l'enfance dans ces deux pays.

Dans le cadre de notre présentation, c'est surtout la dimension spatiale qui sera l'objet de notre travail, car elle montre des différences assez remarquables. La géographie dans le contexte indien semble en effet reposée sur des pôles de diffusion, alors que le phénomène en Chine présente des irrégularités bien plus marquées (petits pôles mais aussi effet de vagues).

Pour dépasser la dimension descriptive de la cartographie, nous aurons recours à l'analyse de la structure spatiale du phénomène, via des mesures d'autocorrélation spatiale globale puis locale (Anselin, 1995), qui nous permettront de mettre en évidence les différences entre ces deux pays dans la structuration spatiale de la discrimination sexuelle.

Enfin, nous proposerons une étude plus détaillée de quelques régions caractéristiques

(Punjab et région de Salem en Inde, Sichuan et région de Shanghai en Chine) qui permettront d'éclairer ce phénomène dans sa dimension locale. Le rôle de l'état (de façon centralisée et plus localement) sera interrogé, de même que les effets de la communication dans le processus de diffusion spatiale.

Mots-clés : Sex-ratio, autocorrélation spatiale, diffusion, Chine, Inde.

Bibliographie

- Anselin, Luc, 1995, Local indicators of spatial association - LISA, *Geographical Analysis*, 27(2), 93-115.
- Attané, I., Véron, J., (eds.), 2005, *Gender discriminations among young children in Asia*, Collection Sciences Sociales n° 9, IFP-CEPED, Pondichéry (Inde).
- Guilmoto C. Z., 2005, A Spatial and Statistical Examination of Child Sex Ratio in China and India, in: Attané I., Véron J. (eds.), *Gender discriminations among young children in Asia*, Collection Sciences Sociales, 9, IFP-CEPED, Pondichéry (Inde).
- Hägerstrand T., 1967, *Innovation diffusion as a spatial process*, University of Chicago Press, Chicago.
- Oliveau S. (ed.), 2003, *Atlas of South India*, *Cybergeo*. Notices rédigées par Aubriot O., Garcia C., Guilmoto C. Z., Landy F., Oliveau S., Thanuja M., Vella S.
- Oliveau S., Guilmoto C. Z., 2005, Spatial correlation and demography. Exploring India's demographic patterns, *XXVth IUSSP International Population Conference*, 18-23 juillet 2005, Tours.
- Wong, David, Amrhein, Carl, (eds.), 1996, *Geographical systems*, special issue on « The Modifiable Areal Unit Problem », 3(2-3).

Atelier 9

Aménagement, planification

Présidente : Richard Stephenson

Yaël Kouzmine, Marie-Hélène De Sède-Marceau

Intelligence territoriale et politiques urbaines, vers la construction d'un observatoire des agglomérations urbaines sahariennes en Algérie (ODASA)

Salma Loudiyi, Sylvie Lardon

Analyse des stratégies d'aménagement dans les périphéries d'agglomération. Exemple de l'agglomération clermontoise

Laure Casanova

Proposition pour une nouvelle approche de l'évaluation territoriale

Chiara Murano, Agata Spaziante, Giovanni A. Rabino

L'analyse des impacts croisés dans un processus de projet participatif

Intelligence territoriale et politiques urbaines, vers la construction d'un observatoire des agglomérations urbaines sahariennes en Algérie (ODASA)

Yaël Kouzmine, Marie-Hélène De Sède-Marceau

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté

32, rue Mégevand

F-25030 Besançon cedex

yael.kouzmine@univ-fcomte.fr

marie-helene.de-sede-marceau@univ-fcomte.fr

Enjeux et contexte

La population saharienne représentait, en 1998, 10 % de la population algérienne répartie sur un espace d'environ 2 000 000 km², soit 4/5 du territoire national. L'urbanisation croissante et massive du Sahara algérien constitue un des éléments majeurs du faisceau de mutations qui a bouleversé cet espace au cours du XX^e siècle, à tel point qu'aujourd'hui, la majorité de la population saharienne est urbaine (63 % en 1998) (Cote, 1998). Les processus d'urbanisation au Sahara sont liés à l'interaction de différents facteurs : politiques avec les actions menées en faveur de la sédentarisation des populations nomades en milieu urbain ; économiques notamment en référence aux activités liées aux hydrocarbures ou bien encore au développement d'une agriculture de marché (Bisson, 2004). Ils représentent autant d'éléments ayant participé à accroître et à développer ces phénomènes de polarisation.

La forte pression démographique qui pèse sur les espaces urbains sahariens s'accompagne d'une émergence de tensions économiques, sociales, environnementales et spatiales qui remettent en cause les fondements des modèles de développement urbain et les politiques d'aménagement. Et si la crise urbaine constitue un élément récurrent en Algérie, elle revêt au Sahara des formes particulières conditionnées en partie par les spécificités du milieu ainsi que par les pratiques socio-spatiales des populations.

L'État algérien a introduit depuis quelques années la notion de développement durable dans l'ensemble des lois et instruments d'aménagement du territoire et d'urbanisme, tendant ainsi à particulariser son action, au regard des spécificités

des milieux sahariens. De plus, en février 2006, une loi majeure est venue compléter l'arsenal législatif en proposant la mise en place d'une politique de la ville, basée sur les concepts du développement durable.

Au-delà des propositions générales de ce texte, une section fait émerger la volonté de créer un observatoire national de la ville, nécessaire au suivi et à la mise en œuvre de la politique de la ville. Cet observatoire, dans ses fondements théoriques, se présente comme un outil d'élaboration d'études à même de proposer des éléments d'aide à la décision en matière de politique urbaine.

Objectifs

La mouvance actuelle des processus de recherche en géographie urbaine et gestion territoriale tend à améliorer les outils de gestion et de prospective, en cohérence avec les exigences du développement durable. Les observatoires⁷, constituent des outils particulièrement adaptés aux processus d'aide à la décision en matière de politique urbaine. Le développement de ce type d'outils s'inscrit pleinement dans le contexte de diffusion de concepts et de techniques informatiques de traitement de l'information géographique, faisant émerger de nouvelles capacités de suivi, d'analyse et de représentation des phénomènes urbains.

Devant les fortes spécificités des processus d'urbanisation au Sahara algérien, au regard de l'Algérie du Nord, et les défis qu'elles induisent en terme de gestion urbaine, une réflexion particulière

⁷ « Dispositifs mis en œuvre par plusieurs partenaires pour suivre l'évolution d'un ou plusieurs phénomènes, dans l'espace et dans le temps » et à même de permettre de nouvelles analyses et de générer des indicateurs, (Moine, 2003)

semble s'imposer dans l'appréhension des dynamiques urbaines sahariennes. Dans cette optique nous nous proposons de développer un observatoire coopératif des agglomérations sahariennes (ODASA), permettant d'affiner les connaissances relatives aux processus d'urbanisation sahariens (notamment par la production d'indicateurs synthétiques), et de produire un certain nombre d'éléments de réflexion et d'action en vue de générer un développement urbain cohérent et durable.

Cet observatoire s'appuie sur un important travail de description et d'analyse des villes sahariennes formalisé par une approche systémique des structures et des processus qui les caractérisent, cette base formelle constituant le socle de

l'architecture des données. Cette approche permet de restituer la complexité du système « ville saharienne » notamment en terme spatial, à travers la nécessité d'une appréhension du multi-échelle, et temporel, en regard de la nécessaire restitution des dynamiques urbaines.

Nous nous proposons dans cette communication d'exposer les premières réflexions inhérentes à la création de cet observatoire, afin de définir de manière explicite la notion d'observatoire, de préciser les fondements théoriques de l'observatoire ODASA, ainsi que de souligner la pertinence d'un tel projet tant au niveau global, que du point de vue des partenaires algériens, premiers acteurs de la politique urbaine saharienne.

Mots-clés : Sahara, urbanisation, observatoire, politique urbaine.

Bibliographie

- Bendjelid A., Brule J.-C., Fontaine J., 2004, *Aménageurs et aménagés en Algérie*, L'Harmattan, Paris.
- Bensaad A. (dir.), 2005, Marges et mondialisation, les migrations transsahariennes, *Maghreb-Machrek*, 185.
- Bisson J., 2003, *Le Sahara : mythes et réalités d'un désert convoité*, L'Harmattan, Paris.
- Cote M., 1998, Dynamique urbaine au Sahara, *Insaniyat*, 5, 85-92.
- Cote M. (dir.), 2005, *La ville et le désert, le Bas-Sahara algérien*, IREMAM, Paris, Aix-en-Provence, Karthala.
- De Sède Marceau M.-H., 2002, Géographie, territoires et instrumentation : état des lieux, réflexions épistémologiques et perspectives de recherche, mémoire d'HDR, université de Franche-Comté, Besançon.
- Fontaine J., 2005, Infrastructures et oasis-relais migratoires au Sahara algérien, *Annales de Géographie*, 644, 437-448.
- Kouzmine Y., 2006, Les villes sahariennes algériennes et le développement urbain durable, ville réelle, ville normative, *Bulletin de la Société Neuchâteloise de Géographie*.
- Moine A., 2004, Comprendre et observer les territoires : l'indispensable apport de la systémique, mémoire d'HDR, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Prélaz-Droux R., 1995, *Système d'information et gestion du territoire*, Presses polytechniques et universitaires romandes, Lausanne.
- Repetti A., 2004, Un concept de monitoring participatif au service des villes en développement. Approche méthodologique et réalisation d'un observatoire urbain, Thèse de Doctorat, Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne.
- Unchs, 2001, Tools to support participatory, urban decision making.

Analyse des stratégies d'aménagement dans les périphéries d'agglomération

Exemple de l'agglomération clermontoise

Salma Loudiyi, Sylvie Lardon

UMR Metafort (Inra, Cemagref, Engref, Enitac)

Ecole Nationale des Travaux Agricoles de Clermont-Ferrand – Site de Marmillhat

F-63 370 Lempdes

Loudiyi@engref.fr

Les recompositions territoriales en cours, impulsées par les incitations à la constitution de territoires de projets, produisent de nouvelles formes d'arrangements territoriaux. Dans ce cadre, les périphéries d'agglomération semblent des espaces particulièrement intéressants à étudier, en raison d'une part des enjeux spécifiques qu'ils présentent, liés au processus d'urbanisation, et d'autre part des questions afférentes à l'adaptation de l'action publique et des cadres institutionnels aux dynamiques en cours. Ces questions sont particulièrement vives dans des espaces dont le statut est incertain – il emprunte à la fois aux caractéristiques de l'urbain et du rural – et qui sont soumis à des évolutions fortes.

Les territoires en périphérie d'agglomération se distinguent par leur hétérogénéité et leur caractère hybride. Ils sont soumis à des dynamiques urbaines et rurales qui peuvent être complémentaires autant que contradictoires. Dans ces territoires, l'intercommunalité périurbaine peut résulter de logiques différenciées. On observe des regroupements qui favorisent soit une alliance avec la ville, soit avec l'arrière-pays rural, soit avec les espaces intermédiaires (Jean, 1999 ; Renard, 2000 ; Martin, 2001). Ces coopérations sont liées au contexte local et à la perception par les acteurs des enjeux de leur territoire. Dans le cadre de ces dynamiques territoriales, nous nous intéressons principalement au lien entre logiques de regroupement et stratégies d'aménagement de l'espace intercommunal.

Nous abordons notre question de recherche dans un cadre conceptuel qui se décline à partir de 3 pôles interreliés : *les choix de regroupement intercommunaux*, *les configurations spatiales* et *les stratégies d'aménagement*. Les stratégies d'aménagement s'expriment à la fois dans les pratiques discursives et dans les opérations d'aménagement. Nous faisons l'hypothèse que (1) les stratégies d'aménagement peuvent se traduire dans les *choix de regroupement*

intercommunaux et que ceux-ci orientent en retour ces stratégies d'aménagement possibles. Ainsi, nous supposons qu'il existe une mise en cohérence entre logiques de regroupement et stratégies d'aménagement. (2) Les choix de regroupements résultent de différentes motivations et logiques d'acteurs, mobilisent des référentiels divers et s'appuient sur des *configurations spatiales* spécifiques au territoire. (3) Celles-ci offrent des opportunités ou des contraintes pour la réalisation des aménagements qui en retour transforment ces configurations spatiales et en génèrent de nouvelles. La relation dynamique entre ces trois pôles permettrait de mettre en évidence le positionnement des intercommunalités sur un gradient urbain rural.

Les stratégies d'aménagement sont considérées comme l'interprétation des partis pris d'aménagement opérés dans les périphéries d'agglomérations, traduisant une intentionnalité qui se marque dans les territoires. Elles indiqueraient un type d'appartenance à une urbanité ou à une ruralité traduites par les actions menées au nom de l'aménagement. Les aménagements pris en considération sont l'ensemble des actions concrètes sur la matérialité des objets géographiques. Ces actions concernent autant les pratiques de construction, de conservation, de maîtrise de l'évolution des formes aménagées. Les aménagements visent à maîtriser la matérialité des objets spatiaux, soit en les maintenant dans le statut qu'on leur reconnaît, soit en les faisant évoluer vers un statut autre qu'on leur assigne (Debarbieux, 2004).

Notre méthode consiste à privilégier une entrée par la forme, en réalisant une lecture paysagère des formes aménagées, pour saisir les stratégies déployées dans les territoires intercommunaux, en partant du fait que ces objets d'aménagement sont des formes construites. Ce parti pris d'analyse s'appuie sur les travaux de K. Lynch (1960) sur l'image des villes qui révèle le rapport entre image

et forme. L'entrée par la forme permet alors d'interroger le sens donné aux interventions et/ou modifications, opérées sur les attributs des objets spatiaux des périphéries d'agglomération. La forme questionne le sens donné aux objets, les modalités de leur interprétation mais également la charge intentionnelle sous-jacente qu'ils contiennent. L'intentionnalité que revêt l'objet aménagé renvoie aux stratégies d'aménagement dont il peut être issu et révèle le positionnement des intercommunalités en terme d'appartenance à une ruralité ou à une urbanité. L'appréhension de la forme des objets aménagés et leur signification se fonde sur l'image qualitative qu'ils produisent.

Nous saisissons les stratégies d'aménagement à travers leur visibilité dans le paysage, les discours qui les dévoilent et les justifient et les actes de promotion qui les médiatisent. Elles sont constituées par les opérations pour lesquelles les trois points (visibilité, justification, médiatisation) sont concordants. Ces trois éléments sont restitués à travers un corpus photographique des formes aménagées, repérées dans l'espace intercommunal, le discours des acteurs et l'analyse des productions iconographiques médiatisant les opérations d'aménagement. À partir des stratégies d'aménagement, nous nous intéressons aux résultats intentionnels de l'action, caractérisés à partir des partis pris d'aménagement.

Le travail engagé consiste au repérage des objets aménagés à travers une lecture paysagère et la constitution d'un catalogue d'objets. Ce repérage est effectué à travers l'observation des principales

discontinuités spatiales observées (à partir d'un transect paysager) et la lecture des transformations visibles sur chaque territoire (analyse diachronique des photographies aériennes). Ce catalogue est ensuite soumis à discussion auprès des acteurs pour mettre à jour leurs représentations et justifications à propos des aménagements repérés. Les résultats sont ensuite mis en perspective avec une analyse iconographique des documents promotionnels pour appréhender les modes de médiatisation de ces opérations. Les différents types d'aménagements retenus, ceux qui traduisent un parti pris, seront par la suite interprétés en terme de positionnement des intercommunalités sur un gradient urbain rural. Cet exercice est réalisé pour chaque commune du territoire intercommunal pour saisir l'échelle à laquelle sont raisonnées et conçues les stratégies d'aménagement.

Les résultats de cette recherche en cours consistent à présenter, pour le territoire intercommunal de Volvic Sources et Volcans (Puy-de-Dôme), le catalogue des objets aménagés issus de l'analyse paysagère, la grille d'analyse de ce catalogue, les représentations des acteurs et les moyens de médiatisation relevés. Ils permettront de mettre en discussion la prise en compte des changements d'échelle et leur articulation dans les stratégies d'aménagement, l'écart entre l'analyse objective (catalogue d'objets des chercheurs) et subjective (émergence d'objets ayant du sens pour les acteurs) ainsi que le passage des dimensions individuelles aux dimensions collectives.

Mots-clés : dynamiques territoriales, périphéries d'agglomération, stratégies d'aménagement, paysage, méthodologie.

Bibliographie

- Cattan N., Berroir S., 2006, Les représentations de l'étalement urbain en Europe : essai d'interprétation, in : Berque A., Bonnin P., Ghorra-Gobin C. (dir.), *La ville insoutenable*, Édition Belin, Paris, 87-96.
- Debarbieux B., 2004, De l'objet spatial à l'effet géographique, in : *L'effet géographique : construction sociale, appréhension cognitive et configuration matérielle des objets géographiques*, Édition MSH – Alpes, 11-33.
- Fourny M.-C. Pagand, B., Pradeilles, J.-C., 1997, Les nouveaux centres péri-urbains : l'espace public porteur de territoires, *Revue de Géographie Alpine*, 85(4), 83-95.
- Guisepelli E., 2006, Place et fonctions de l'agriculture en zones périurbaines de montagne : modes d'habiter et représentations du rural, *L'espace géographique*, 35, 133-147.
- Jean Y. (dir), 1999, Les nouveaux territoires du Poitou-Charentes. Agglomérations, pays, intercommunalité, *Cahiers de l'IAAT*, 3.
- Lynch K., 1998, *L'image de la cité*, Dunod, Paris.
- Martin S., 2001, Autonomie périurbaine : la ville rejetée et enviée, in : Marcelpoil E., Faure A. (dir.), *Espaces périurbains, environnement et intercommunalités en débats*, Rapport de synthèse, Journée d'étude sur l'autonomie des territoires périurbains en Rhône-Alpes, 17-19.
- Renard J., 2000, Les espaces flous entre agglomérations et pays : l'exemple de la Loire-Atlantique, *Cahiers nantais*, 53, 5-14.

Proposition pour une nouvelle approche de l'évaluation territoriale

Laure Casanova

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

74 rue Louis Pasteur

F-84029 Avignon Cedex 1

laure.casanova@hotmail.com

Le contexte d'inquiétude croissante des sociétés face à l'avenir, couplé de la prise de conscience sociétale que les changements spatiaux ont des conséquences le plus souvent irréversibles sur les territoires, incite à adopter des perspectives de développement durable dans le domaine de l'aménagement. L'enjeu est important : il s'agit dorénavant de concevoir un aménagement qui intègre une dimension anticipative et différenciée des territoires en fonction de leurs qualités propres afin de leur garantir une certaine durabilité.

Ainsi s'expliquent la nécessité des diagnostics de territoires et les amorces de travaux prospectifs (dans le *consulting*, au sein des collectivités territoriales etc.) bien que ne soient pas encore bien affirmés les fondements théoriques de ce domaine et ses méthodes de formalisation.

L'objet de cette communication est de présenter une approche nouvelle de l'évaluation territoriale, entendue ici comme un « *projet de connaissance géographique qui, prenant pour objet un territoire quelconque (lieu ou ensemble de lieux), vise à apprécier globalement sa performance, à définir les points clés de son ou ses systèmes et de sa situation, à simuler ses possibilités d'évolution sous des conditions définies, pour lui-même et par rapport à d'autres espaces de référence* » (Eckert, 1995 : 14).

Des travaux de D. Eckert, présentés dans son ouvrage « *Evaluation et Prospective des territoires* », nous retenons la notion de performance qui vise à « *mesurer l'activité et le devenir d'un système territorial* » (Eckert, 1995 : 19). La présente étude vise à rendre dynamique, mesurable et plus opérationnelle cette notion, à travers l'élaboration et l'application (à l'espace-test de Provence-Alpes-Côte d'Azur) d'un indicateur prospectif que l'on nomme potentialité des territoires. Celui-ci se positionne à l'échelle d'un cycle de développement d'un territoire c'est-à-dire, d'une période temporelle où la structure du système considéré et la nature de ses composants sont supposés invariants. Il repose

sur deux paramètres élémentaires des territoires que sont les ressources, appréciées en fonction de l'évolution possible de leur stock ainsi que de leur valeur au cours du temps, et les pressions, qui indiquent l'intensité avec laquelle sont sollicitées les ressources et qui constituent le moteur des dynamiques spatiales, principal facteur du changement spatial.

Méthode et résultats

La méthode utilisée pour réaliser cette application combine une analyse multivariée (ACP-CAH), qui permet d'aboutir à une typologie des espaces de Paca (Fig. 1) et une grille qualitative formalisée qui fournit une aide à l'interprétation des résultats statistiques en déclinant, selon le niveau de ressources et pressions donné, différents états correspondant à l'une des trois phases du cycle de développement du territoire : état stationnaire – état déclencheur – état intermédiaire – état de bifurcation ou de disparition.

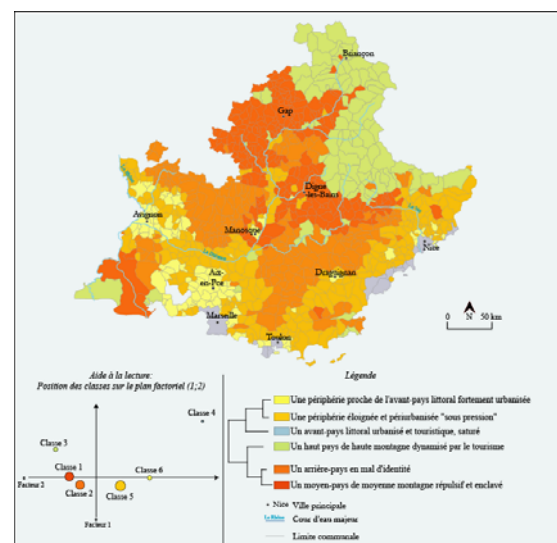


Fig. 1. Interprétation de la potentialité du territoire de PACA

Les résultats de cette analyse, c'est-à-dire la définition d'une potentialité différenciée en PACA, ajoutent à la compréhension du fonctionnement de ce territoire ainsi qu'à la manière dont il pourrait évoluer dans l'avenir.

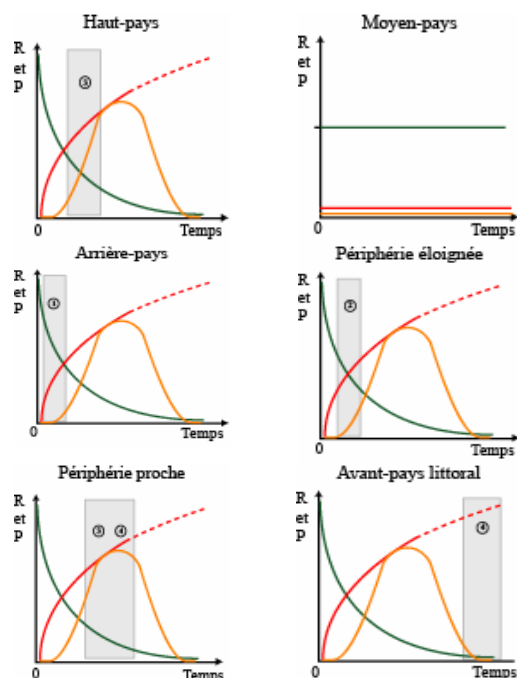


Fig. 2. Rapport entre ressources et pressions pour chacun des espaces identifiés au sein de la typologie

Néanmoins, cette étude présente un certain nombre de limites :

- La méthode manque clairement de robustesse. L'outil de la statistique multivariée par exemple, apparaît peu adapté aux démarches prospectives : ses principales limites sont celles de la liberté du choix des variables initiales et de l'interprétation des résultats en sortie puis, la relativité des résultats statistiques et spatiaux à un type de territoire et à une échelle donnée et enfin la mauvaise prise en compte du couplage de données qualitatives et quantitatives ainsi que de la dimension spatio-temporelle.

- Sur le fond ensuite, la démarche utilisée permet de dégager les caractéristiques générales des territoires et donc de dégager des trajectoires lourdes d'évolution alors que la prospective implique aussi que l'on repère les signaux faibles, les tendances émergentes susceptibles de s'affirmer.

De là, le point de départ d'une plus large recherche autour des aspects théoriques et méthodologiques nécessaires à développer dans le domaine de la prospective territoriale et qui seront abordés au cours du travail de thèse. La prospective territoriale offre donc un cadre d'analyse approprié pour mieux anticiper l'évolution des systèmes territoriaux. Il semble que l'utilité d'une telle recherche soit assurée tant elle permet d'articuler la recherche opérationnelle sur les territoires et la recherche fondamentale sur l'espace.

Mots-clés : évaluation territoriale, PACA, potentialité, prospective, statistique multivariée.

Bibliographie

- Auriac F., 1983, *Système économique et espace*, Économica, Paris.
- Berger G., 1964, *Phénoménologie du temps et prospective*, Presses Universitaires de France, Paris.
- Dumolard P., 1981, *L'espace différencié*, Économica, Paris.
- Eckert D., 1996, *Évaluation et prospective des territoires*, GIP RECLUS-La Documentation française, Montpellier-Paris.
- Helle C., Leroy S., 1996, Provence-Alpes-Côte-d'azur : Structures, dynamiques, prospective, *Mappemonde*, 4, 8-15.
- Maby J. (dir.), 2003, *Objets et indicateurs géographiques*, UMR Espace Avignon, Actes Avignon.
- Sanders L., 1989, *L'analyse statistique des données*, GIP Reclus, Alidade, Montpellier.

L'analyse des impacts croisés dans un processus de projet participatif

Chiara Murano*, Agata Spaziante*, Giovanni A. Rabino**

* Politecnico di Torino - DiTER

Viale Mattioli, 39

I-10125, Torino

chiamurano@libero.it

agata.spaziante@polito.it

**Politecnico di Milano – DiAP

Piazza Leonardo da Vinci, 32

I-20133, Milano

giovanni.rabino@polimi.it

La complexité croissante des dynamiques qui investissent le territoire, la composition variée des sujets qui y interagissent, la pluralité des intérêts qui s'y entrelacent, impose aussi à la géographie quantitative de réfléchir sur la question de la participation publique et de l'inclusion sociale. Partant de cette supposition, le travail est fondé sur des modèles analytiques et, dans ce cas, dans la méthode de *l'analyse des impacts croisés*. Cette méthode vise à re-comprendre, dans la logique du modèle, la pluralité des instances qui définissent la mosaïque sociale du territoire. Le processus de construction du modèle est en effet le fruit de l'action conjointe d'un groupe de personnes réellement concernées par les actions de *policy*, desquelles on recherche les effets.

L'hypothèse de travail à la base du modèle est de croire qu'il serait possible de simuler le comportement du système territorial et de ses développements/scénarios probables à travers une série d'événements qui le représentent : le système se voit défini comme un éventail de scénarios potentiels, par rapport auxquels les sujets concernés ont la possibilité de s'exprimer en terme de « probabilité d'apparition » et d'« impact » parmi les événements et les actions hypothétiquement mises en œuvre.

Cependant, la réelle potentialité de cette approche n'est pas seulement représentée par la possibilité de construire, représenter et analyser les scénarios futurs, mais par son aptitude à activer des discussions et des processus de construction du consensus. Le mérite le plus significatif de ce type d'analyse prévisionnelle est d'amorcer un processus de mobilisation de toutes les parties concernées et

de donner un coup d'envoi à une réflexion collective sur les priorités à poursuivre, de manière à simuler un débat et surmonter des possibles situations d'impasse émanant de conflits non résolus.

Le cas étudié est représenté par la mise en place de cette méthodologie pour la construction du processus de participation au *Programme Intégré de Développement Local* de la Commune de Collegno, une commune de l'arrière-pays turinois réceptif à d'intéressantes dynamiques de transformation du territoire.

Quelques aperçus de l'analyse des impacts croisés et sur la logique du modèle

Le travail a été réalisé à l'aide d'un support informatique basé sur l'informatisation de l'analyse des impacts croisés appelé *La Macchina del Tempo* (la machine temporelle). Ce modèle a été mis au point en 1997 par le Laboratoire de simulation STRATEMA du Département d'Analyse Économique et Sociale du Territoire (DAEST) et par l'Institut Universitaire d'Architecture de Venise (IUAV), maintenant Laboratoire d'Analyses et de Modèles pour la Planification (LAMP).

L'inspiration initiale vient du jeu *Future* mis au point en 1966 par Gordon et Helmer pour la *Kaiser Aluminium and Chemical Corporation* et de la « technique des scénarios » proposée par Godet (1986), dont le programme *La Macchina del Tempo* représente en un sens une généralisation qui, en proposant une série d'instruments d'analyse, permet en outre un examen détaillé et transparent des résultats.

Selon le principe de l'analyse des impacts croisés, ce modèle se base sur l'individualisation d'un ensemble d'événements : à chacun de ces événements est attribuée une probabilité initiale. On procède ensuite à la définition des relations entre les événements. Les informations sur les relations qu'ils entretiennent répondent principalement – pour chaque événement E_x – à la question suivante : « lorsque l'événement E_x se produit, quel est son impact sur la probabilité de chacun des autres événements ? » Ces données constituent donc une matrice d'interrelations. Outre les événements, qui constituent les entités fondamentales pour tout modèle de la *Macchina del Tempo*, deux autres types d'entité ont été implémentés : les événements exogènes et les stratégies/actions. La particularité des événements exogènes réside dans le fait qu'on doit les considérer comme un type d'événement particulier, indépendants du système parce qu'externes, et donc non influencés par le système lui-même, mais pouvant en affecter les dynamiques. Ils sont donc fondamentalement exogènes au système qu'on cherche à modéliser. Chaque événement exogène est caractérisé par une probabilité de réalisation et par un vecteur qui, de manière analogue à ce qui se passe dans le cas des événements, indique en quoi la probabilité de chaque événement varie lorsqu'un imprévu se produit. Les informations sur les relations qu'entretiennent les imprévus et les événements sont conservées dans une matrice de relation. Les stratégies/actions sont, elles, un type d'événement particulier, qui ne sont pas liés à un quelconque degré de probabilité mais sont activés directement par l'utilisateur. Elles peuvent être interprétées comme les actions ou politiques mises en oeuvre par l'utilisateur afin d'expérimenter leur impact sur le fonctionnement global du système. En

conséquence, on associe aux stratégies une matrice d'interrelation entre ces stratégies et les événements.

Le cas étudié

Le processus, baptisé « *ImmaginiAMO Collegno. Scenari per una città possibile* » (*Immagin-AIMONS Collegno. Scénarios pour une ville possible*) a été conduit en plusieurs phases. La définition des actions possibles, c'est-à-dire de l'*if-then-when* a représenté la phase initiale de définition du cadre dans lequel projeter les scénarios. Est venue ensuite la phase délicate de construction du fond, qui a traduit en une matrice d'« événements » les résultats d'un long parcours d'analyse du contexte, prenant en compte les particularités du milieu et les principaux projets et politiques existant dans ce territoire. Le travail a ensuite continué avec l'individualisation précise des acteurs-clés à inclure dans le processus de consultation qui devait suivre. La phase de consultation et de récolte des connaissances a ensuite démarré, par le biais de questionnaires en trois parties qui ont permis d'avoir une estimation qualitative des probabilités de réalisation des événements prédéterminés et des éventuelles influences réciproques ainsi que l'impact des actions proposées dans le Programme Intégré de Développement Local.

Conclusion

De la simple consultation des événements et des actions prédéterminées, le processus est devenu une occasion de participation réelle et de recomposition, selon le modèle d'analyse des impacts croisés, de la mosaïque variée d'instances et d'intérêts qui constituent la complexité mais aussi la richesse du territoire.

Mots-clés : analyse des impacts croisés, La Machine Temporelle, participation publique, Programme Intégré de Développement Local.

Bibliographie

- Campagna M., 2004, *Les technologies de l'information spatiale pour le gouvernement des processus d'implantation*, Franco Angeli, Milano.
- Cecchini A., Plaisant M., 2005, *Analyse et Modèles pour la planification. Théorie et pratique: l'état de l'art*, Franco Angeli, Milano.
- Dematteis G., 2003-2004, Complexité du discours territorial, in : Dematteis G., *Analyse, Evaluation et Gouvernement de la territorialité active dans les processus de développement*, Recueil de textes, cours de Géographie du développement, I Faculté d'Architecture, Politecnico di Torino.
- Godet M., 1986, *Prospective et planification stratégique*, CPE, Paris.

Atelier 10

Écologie du paysage

Président : Jacques Baudry

Céline Morilhat, Nadine Bernard, Jean-Christophe Foltête, Patrick Giraudoux

Neighbourhood landscape effect on population kinetics of the fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*)

Pierre-Olivier Mazagol

Mise en évidence de « variables dominantes » dans l'organisation d'un paysage en utilisant la notion d'entropie spatiale : approche multi-échelles

Amélie Vaniscotte, Francis Raoul, David R. J. Pleydell, Patrick Giraudoux

Small mammal assemblages response to deforestation and afforestation gradients in Central China: a multinomial-based modelling approach

Neighbourhood landscape effect on population kinetics of the fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*)

Céline Morilhat*, Nadine Bernard*, Jean-Christophe Foltête**, Patrick Giraudoux*

*Department of Environmental Biology EA3184 – INRA / University of Franche-Comté

Place Leclerc

F-25030 Besançon cedex, France

celine.romain@univ-fcomte.fr

**ThéMA UMR 6049 – CNRS / University of Franche-Comté

32, rue Mégevand,

F-25030 Besançon cedex, France

Changes in agricultural practices in mountain areas of France (Jura, Massif Central, Alps) since the 1970s have led farmers to specialize in milk production and to convert arable land into permanent grassland. This change in land use has created homogeneous grassland ecosystems with higher connectivity among grassland areas, fewer hedgerows and more open landscapes. This has led to outbreaks of grassland rodents, such as the fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman* Shaw) (Giraudoux et al., 1997).

On the regional scale (some thousands of square kilometres) larger variations in population densities occur where Permanent Grassland (the optimal habitat for *A. terrestris*) is a large proportion of the Agricultural Landscape (PG/AL) (>85%) (Giraudoux et al., 1997; Fichet-Calvet et al., 2000). On a more local scale (some tens of square kilometres), Duhamel et al. (2000) report that *A. terrestris* outbreaks generally occur in more homogeneous areas of grassland (>51% of the landscape) rather than in areas with many hedgerow networks and woodland patches.

Material and method

The present study address the question of the role of landscape structure on *A. terrestris* population kinetics on the spatial scale of a grassland plot (parcel) neighbourhood (some square kilometres), and aims at evaluating the radius at which such effect is maximum.

We investigated how the growth of *A. terrestris* populations is influenced by the landscape context of parcels used for hay production in the French Jura Mountains. Agricultural parcels were selected in communes at the onset of an *A. terrestris* outbreak

cycle. The relative abundance of *A. terrestris* was determined along a diagonal line across each parcel (Duhamel et al., 2000; Quéré et al., 2000; Raoul et al., 2001) for each year from 2001 to 2004 in early spring. Values from 2001 to the year of maximum abundance included were considered in order to study the growth phase of the *A. terrestris* cycle. Three variables were investigated: Maximum Abundance (maximum density reached), Parcel Rise Time (time taken to reach the maximum density value) and Commune Offset (time difference between the onset of the population increase in each parcel and in the corresponding commune).

Five landscape metrics (McGarigal and Marks, 1995; Gustafson, 1998) applied to the 'grassland' (the optimal habitat of *A. terrestris*) and 'woodland' (the habitat of the main predators of *A. terrestris*) categories were defined: (1) Relative area of grassland, indicating the relative resource abundance for *A. terrestris*; (2) Mean patch area of grassland, representing the spatial continuity of habitat; (3) Patch density of grassland, an alternative characterization of the spatial pattern of habitat by measuring its fragmentation; (4) Woodland patch density in grassland, corresponding to the fragmentation of woodland relative to grassland areas, thought to represent the spatial 'scattering' of predator habitats in environments favoured by *A. terrestris*; (5) Grassland-woodland edge density, yielding a theoretical level of interaction between the two categories; this was taken as a measure of the exposure of *A. terrestris* to its predators. These metrics were computed over an increasing neighbourhood radius around each parcel (max. 3 km) to identify the radius at which the effect

under study was maximum (Li and Wu, 2004; Chust et al., 2000).

Spearman correlations between *A. terrestris* variables and landscape metrics were determined for each neighbourhood radius and plotted against radius. For each metric, the choice of radius for further analysis was based on the largest statistically significant correlation between the *A. terrestris* variables and the corresponding metrics. Redundancy analysis was used to investigate the relationship between *A. terrestris* population kinetics variables (array of response variables) and landscape metrics (array of independent explanatory variables) at the onset of the *A. terrestris* cycle.

Results

Our results showed that landscape composition and structure could markedly affect *A. terrestris* population kinetics on the scale of a parcel and its neighborhood: the extent, rate and early onset of *A. terrestris* population growth were favoured in open grassland areas. Landscape effects as determined by the five metrics were scale-dependent.

A. terrestris populations reached higher abundances in the parcels where the mean patch area of grassland was larger and the patch density

of grassland, the woodland patch density in grassland and the grassland–woodland edge density were smaller. The influence of these landscape factors was noticeable up to a radius of about 2 km.

A. terrestris populations grew faster in parcels where the relative area of grassland (very locally) and the mean patch area of grassland (whatever the distance from the parcels) were larger and the patch density of grassland was smaller.

Within a single commune, *A. terrestris* population growth began earlier in parcels whose very local landscape context (up to 0.5 km) was composed of higher relative area of grassland and mean patch area of grassland, and lower grassland–woodland edge density.

A link between landscape composition and structure effects has been shown in earlier studies at regional and sectorial scales (Giraudoux et al., 1997; Duhamel et al., 2000; Blant et al., 2004). This study is the first one to quantify the effect on landscape on *A. terrestris* population dynamics at such a local scale, which is relevant to individual farmer action and land managers. Such results have potential implications in terms of landscape management and small mammal pest control.

Key-words: grassland management, small mammal, rodent control, population dynamics, *Arvicola terrestris*.

Bibliography

- Blant M., Beuret B., Ducommun A., Joseph E., Meyrat-Paratte M. A., Poitry R., Lehmann A., 2004, Le paysage de la Haute Chaîne Jurassienne Suisse influence-t-il les pullulations cycliques du campagnol terrestre *Arvicola terrestris sherman* (Shaw, 1801) ? *Bulletin de la Société Neuchâtoise des Sciences Naturelles*, 127, 103–115.
- Chust G., Lek S., Deharveng L., Ventura D., Ducrot D., Pretus J., 2000, The effects of the landscape pattern on arthropod assemblages: an analysis of scale-dependence using satellite data, *Belgian Journal of Entomology*, 2, 99–110.
- Duhamel R., Quéré J. P., Delattre P., Giraudoux P., 2000, Landscape effects on the population dynamics of the fossorial form of the water vole (*Arvicola terrestris sherman*), *Landscape Ecology*, 15, 89–98.
- Fichet-Calvet E., Pradier B., Quéré J. P., Giraudoux P. and Delattre P., 2000, Landscape composition and vole outbreaks: evidence from an eight year study of *Arvicola terrestris scherman*, *Ecography*, 23, 659–668.
- Giraudoux P., Delattre P., Habert M., Quere J. P., Deblay S., Defaut R., Duhamel R., Moissenet M. F., Salvi D., Truchetet D., 1997, Population dynamics of fossorial water vole (*Arvicola terrestris scherman*): a land usage and landscape perspective, *Agriculture Ecosystems and Environment*, 66, 47–60.
- Gustafson E. J., 1998, Quantifying landscape spatial pattern: what is the state of the art? *Ecosystems*, 1, 143–156.
- Li H., Wu J., 2004, Use and misuse of landscape indices, *Landscape Ecology*, 19, 389–399.
- McGarigal K., Marks B., 1995, Fragstat: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure, Ge. Technical Report PNW-GTR-351, Portland, <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html>.
- Quéré J. P., Raoul F., Giraudoux P., Delattre P., 2000, An index method applicable at landscape scale to estimate relative population densities of the common vole (*Microtus arvalis*), *Revue d'Écologie, Terre et Vie*, 55, 25–32.
- Raoul F., Defaut R., Michelat D., Montadert M., Pépin D., Quéré J. P., Tissot B., Delattre P., Giraudoux P., 2001, Landscape effects on the populations dynamics of small mammal communities and prey-resource variations: a preliminary analysis, *Revue d'Écologie, Terre et Vie*, 56, 339–352.

Mise en évidence de « variables dominantes » dans l'organisation d'un paysage en utilisant la notion d'entropie spatiale : approche multi-échelles

Pierre-Olivier Mazagol

CRENAM UMR 5600 – CNRS / Université Jean Monnet
34, rue Francis Baulier
F-42023 Saint-Étienne cedex 2
pierre.olivier.mazagol@univ-st-etienne.fr

En analyse paysagère, les notions d'hétérogénéité et d'échelle apparaissent comme étant de la plus haute importance. Notre approche est basée sur la mise en place d'une méthodologie intégrant un outil d'analyse paysagère qui utilise la notion d'entropie, selon une approche multi-échelles (prenant en compte étendue, résolution et taille des fenêtres d'estimation de certains indices) et dans un contexte de SIG.

Méthode

La méthode d'analyse paysagère choisie est PEGASE (Partition d'un Ensemble Géographique pour l'Analyse Spatiale Ecologique) développée par M. Phipps (1995, 2001). Il s'agit d'une procédure divisive multivariée, basée sur les principes de la théorie de l'information. Elle a pour but la mise en œuvre du concept d'ordre, d'organisation, dans un paysage et d'en donner une mesure. Au cours de l'application de l'algorithme, l'espace considéré (caractérisé dans notre exemple par la variable cible « occupation du sol ») est divisé, sous l'action de variables explicatives, en zones au sein desquelles l'entropie est de plus en plus réduite. Cette mesure de l'ordre permet, en fin de procédure, d'estimer la contribution de chacune de ces variables à la réduction de l'entropie et donc, à l'organisation du paysage. D'autres résultats sont fournis, parmi lesquels la néguentropie (différence entre entropies initiale et finale figurant la part d'organisation soulevée par l'algorithme) et la spécificité (dépendance par rapport aux combinaisons de variables explicatives apparues au cours du processus) de chaque classe de la variable cible. Le processus PEGASE a déjà été éprouvé dans de nombreuses applications, mais n'avait, jusqu'alors, été envisagé sous cet angle.

Plusieurs bases de données (méta-bases de données à l'échelle de PEGASE) sont créées. Chacune, correspondant à une portion du terrain d'étude, est mise en place selon une certaine étendue et à chacune des 9 résolutions choisies (de 20 à 100 m). Elles sont construites dans un contexte SIG et comprennent un certain nombre de variables physiques (dont l'estimation, pour certaines, est menée selon différentes tailles de fenêtres) et anthropiques. Le terrain d'étude choisi pour éprouver notre méthodologie est le domaine des Hautes Chaumes des Monts du Forez (Massif central, France). Il s'agit d'une mosaïque de milieux imbriqués de manière complexe et relevant pour partie d'habitats d'intérêt communautaire. Il subit de fortes contraintes écologiques. Aux traditionnelles activités pastorales d'estive se substituent de nouvelles pratiques agricoles induisant une dynamique naturelle qui permet à la forêt de coloniser les landes. Cette pression anthropique, couplée à une activité touristique importante, conduit à une banalisation biologique et paysagère des biotopes. Cette évolution s'exprime par la diminution de la qualité pastorale des estives entraînant la fermeture des paysages. Tous ces éléments induisent, pour les gestionnaires, un besoin impératif de connaître de quelle façon s'organise le paysage. Notre recherche s'inscrit dans la lignée de nombreuses études ayant porté sur cet espace et qui nous fournissent de multiples données intéressantes. Elle consiste à mettre en place une méthodologie permettant d'expliquer dans quelle mesure un certain nombre de variables physiques (comme les pentes, les expositions, les courbures...) et anthropiques (pratiques pastorales) exercent des contraintes sur la distribution du couvert végétal.

Résultats

Les résultats obtenus montrent l'évolution des contributions (à l'organisation du paysage) de chaque variable, en fonction des variations d'échelle. À l'issue du traitement de chaque base de données, un certain nombre de variables sont considérées comme ayant une contribution significative à l'organisation du paysage. Selon la zone et l'échelle, les variables sélectionnées ne sont pas systématiquement les mêmes. Nous considérons celles ressortant à plus de la moitié des résolutions, toutes zones confondues, comme étant des « variables dominantes ». La validation de cette sélection est réalisée par la mise en place, à la plus fine des résolutions (celle à laquelle nous obtenons les meilleures néguentropies), de trois bases de données : une comportant toutes les variables, une autre comprenant uniquement les « variables dominantes » et une dernière intégrant uniquement les autres variables (secondaires). Il s'avère alors que les seules variables dominantes permettent d'obtenir une néguentropie quasi-similaire à celle

obtenue avec toutes les variables réunies, et bien supérieure qu'avec les seules variables secondaires. L'étude des spécificités confirme cette observation.

Perspectives

Ce travail pourrait trouver son application auprès des gestionnaires souhaitant étudier un territoire, un paysage, afin d'optimiser leur action de restauration ou de préservation, mais également auprès des scientifiques cherchant à identifier des processus écologiques au sein d'un paysage. Il devrait leur permettre de sélectionner rapidement les variables à intégrer à leur démarche en fonction de l'échelle à laquelle ils souhaitent ou doivent travailler. Plus généralement, notre recherche met à leur disposition une méthode objective permettant de cerner le plus rapidement possible les caractéristiques et l'organisation de ces paysages en fonction des caractéristiques du terrain et de l'activité humaine... Mais une multitude d'autres applications sont envisageables, ouvrant la voie à un certain nombre de pistes de réflexions.

Mots-clés : paysage, entropie, approche multi-échelles, variables dominantes.

Bibliographie

- Burel F., Baudry J., 2000, *Écologie du paysage. Concepts, méthodes et applications*, Tec & Doc, Paris.
- Etlicher B., Bessenay C., Couhert J.-P., Faury O., Francez A.-J., Suchel J.-B., Thébaud G., 1993, *Les Hautes Chaumes du Forez : Diagnostic écologique pour la gestion d'un espace sensible*, Publications de l'université de Saint-Étienne, Saint-Étienne.
- Farina A., 1998, *Principles and methods in landscape ecology*, Chapman and Hall, Cambridge.
- Forman R.T.T., Godron M., 1986, *Landscape Ecology*, John Wiley, New York.
- Mazagol P. O., 2006, Recherche de variables contribuant à l'organisation d'un paysage de moyenne montagne : le cas des Hautes Chaumes du Forez, Thèse de Doctorat, Université Jean Monnet, Saint-Étienne.
- Phipps M., 1981, Entropy and community pattern analysis, *Journal of theoretical biology*, 93, 253-273.
- Phipps M., 1985, Le système écologique : un niveau privilégié du paysage, in : Berdoulay V., Phipps M. (eds.), *Paysage et système*, Éditions de l'Université d'Ottawa, 59-74.
- Phipps M., 1995, Paysage écologique, système organisé et analyse de l'information, in : Falardeau J. (ed.), *Méthodes et réalisation de l'écologie du paysage dans l'aménagement du territoire*, Polysciences Publications, Montréal, 15-24.
- Phipps M., 2001, Espace, entropie, environnement, *5^{èmes} Rencontres de Théo Quant*, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Wood J., 1996, The geomorphological characterisation of Digital Elevation Models, PhD thesis, University of Leicester.

Small mammal assemblages response to deforestation and afforestation gradients in Central China: a multinomial-based modelling approach

Amélie Vaniscotte, Francis Raoul, David R. J. Pleydell, Patrick Giraudoux

Department of Environmental Biology EA3184 – INRA / University of Franche-Comté

Place Leclerc

F-25030 Besançon cedex, France

amelie.vaniscotte@univ-fcomte.fr

Context

Landscape structure and composition can act on small mammals species diversity (Michel et al., 2006; Butet et al., 2006) as well as on their distributions (Lidicker, 2000; Raoul et al., 2001). Studying interactions between animal species and their environment requires defining their habitats i.e. the portion of space characterised by a set of biological and physical conditions favourable to the occupancy, survival and reproduction of a species or of an assemblage of species.

Modelling species spatial distribution is currently a well developing and promising research field as it permits to study the effects of environmental factors on species spatial distributions (Guisan and Zimmermann, 2000). An applied outcome is the mapping of species and/or assemblages for conservation purposes. Habitat definition then relies on Hutchinson's concept of the ecological niche (1957), i.e. the "hyper-volume in the multidimensional space of ecological variables within which a species can maintain a viable population" (Hirzel et al., 2002). Ecological niche can be defined by environmental variables available on GIS layers via multivariate analysis. Then, a large number of model classes exist to establish a statistical relationship between species responses and environmental predictors. Finally, mapping is achieved by classification of the whole set of image pixels according to the previously defined ecological niches or more directly via spatially explicit model predictions.

Statistical models such as generalized regression models permit to predict multi-species responses but few is done concerning habitat definition and classification for species assemblages and their spatial distribution predictions. It is however at this level of biological organisation that the effects of landscape and habitat alteration can be measured. This level of analysis is also useful when one is facing a very large number of species as it allows a

synthesis description of such complex data set by biodiversity descriptors (Ferrier and Guisan, 2006). In China, environmental anthropogenic disturbances and agricultural practises such as grazing patterns and forest management have been shown to drive small mammal species distributions (Giraudoux et al., 1998). Deforestation is a major environmental and ecological issue in this country. The effect of forest fragmentation on small mammals is now well documented over a variety of biogeographical areas, through the relationship between forest patch metrics and species abundance, richness and diversity (Pardini et al., 2005). Less attention has however been paid on the distribution of small mammals in the successions of habitats resulting from deforestation and from afforestation. This is however crucial when planning forest management schemes towards biodiversity conservation.

Our main objective is to understand how small mammals assemblages spatial distribution responds to anthropogenic landscape disturbances in the Loess Plateau of southern Ningxia Province, P.R. China. Small mammals species assemblages and their corresponding habitats were described along deforestation and afforestation disturbances gradients. Species assemblages were defined by the modelling of species joint probabilities against *a priori* sampled habitats. A relevant reclassification of *a priori* sampled habitat was obtained corresponding to assemblages habitats. Then, assemblages were described and compared by their species diversity, composition and richness. This analysis constitutes the first step of a more general modelling approach of assemblages spatial distribution currently in progress.

Material and method

Trapping was undertaken in 8 *a priori* selected habitats ranked on deforestation and afforestation gradients according to their vegetation structure

and the relative importance of the different vegetation strata. Standard trap line were set up in each of the habitats in order to (i) catch and identify the species present in each habitat, and (ii) assess and compare the relative density of species among habitats (Giraudoux et al., 1998).

A modelling approach based on multinomial probability distribution was then used to investigate if the *a priori* habitats differed in terms of rodent species joint probability distributions. First, a multinomial model is run on small mammals data from trapping survey (species count) taking a priori habitat classification as explanatory variable. Then, based on this statistical modelling, species assemblages are obtained by merging *a priori* habitats which are similar in terms of small-mammals species joint probabilities. This procedure is iteratively repeated for each pairs of habitats until the best model with regard to the concept of parsimony is reached (AIC model selection). We finally obtain a reclassification of original *a priori* habitat classes into habitat super-classes, therefore defining small mammal assemblages. Species richness, density and diversity calculated for each defined assemblages are then compared.

Main results

A total of 265 animals were trapped using standard and non-standard trapping and a total of 16 species were recorded. The modelling procedure defined 5 different small mammal assemblages by 5 habitat super-classes following the main stages in the deforestation-afforestation gradient found in this area: 1) secondary forest combined with the first stage of deforestation (*forest-woody shrub* assemblage); 2) the second stage combined with grassland (*shrub-grassland* assemblage); 3) Recently afforested ungrazed grassland combined with the most advanced stage of planted forest (*young forest-afforested*

Key words: small mammals, landscape disturbances, trapping probabilities, assemblages, habitat, classification.

Bibliography

- Butet A., Paillat G., Delettre Y., 2006, Factors driving small rodents assemblages from field boundaries in agricultural landscapes of western France, *Landscape Ecology*, 21, 449-461.
- Ferrier S., Guisan A., 2006, Spatial modelling of biodiversity at the community level, *Journal of applied ecology*, 43(3), 393-404.
- Giraudoux P., Quéré J.P., Delattre P., Bao G., Wang X., Shi Dazhong, Vuitton D., Craig P.S., 1998, Distribution of small mammals along a deforestation gradient in southern Gansu, central China, *Acta Theologica* 43(4), 349-362.
- Guisan A., Zimmerman N.E., 2000, Predictive habitat distribution models in ecology, *Ecological Modelling*, 135, 147-186.
- Hirzel A. H., Hausser J., Chessel D. and Perrin N., 2002, Ecological Niche Factor Analysis: How to compute habitat-suitability maps without absence data? *Ecology*, 83(7), 2027-2036.
- Raoul F., Defaut R., Michelat D., Montadert M., Pepin D., Quéré J.P., Tissot B., Delattre P. and Giraudoux P., 2001, Landscape effects on the population dynamics of small mammal communities: a preliminary analysis of prey-resource variations, *Revue d'écologie*, 56, 339-352.
- Lidicker W.Z., 2000, A food web/landscape interaction model for microtine rodent density cycles, *Oikos*, 91, 435-445.
- Michel N., Burel F., Butet A., 2006, How does landscape use influence small mammal diversity, abundance and biomass in hedgerow networks of farming landscape? *Acta oecologia*, 30, 11-20.
- Pardini R., Marques de Souza S., Braga-Neto R., Metzger J.P., 2005, The role of forest structure, fragment size and corridors in maintaining small mammal abundance and diversity in an Atlantic forest landscape, *Biological conservation*, 124, 253-266.

grassland assemblage). Two habitats (*ploughed fields* and *afforested set-aside fields*) were not merged to any other habitat.

Regarding species density and species richness, the only significant difference was recorded between afforested set-aside fields and shrub – grassland assemblages: species density, ie number of species per unit area, of the afforested set-aside fields assemblage was higher whereas results are reversed considering species richness, i.e. lower number of species per animal trapped. Three groups of assemblages were distinguished according to their species alpha-diversity: 1) higher diversity in forest (woody shrub and shrub) grassland assemblages; 2) intermediate diversity in ploughed fields assemblage; 3) lower diversity in young forest: afforested grassland and afforested set-aside fields assemblages.

Perspectives

The following step of this qualitative definition of species assemblages will be to predict the spatial distribution of small mammal assemblages over the whole studied area. This requires defining assemblages habitat characteristics by some quantitative environmental variables. A multivariate analysis in progress attempts to select among a set of environmental variables the ones that could best explain the variability in species assemblages spatial distributions, i.e. their ecological realized niche. The small sampling size encourage us to base the assemblages mapping on an unsupervised classification of the image given the multiple variables space. Then we could calculate conditional probabilities of each assemblage and of each pixel to belong to each image cluster given its response in the multivariate space. The multiplication of these two probabilities could provide us with the probability that an assemblage is present given the pixel response.

Atelier 11

Space-time modelling, accessibility, activity-based approach

Président : Pierre Dumolard

Laurent Guimas

To an individual-based modelling of daily urban mobility practices: example of the urban area of Tours

Iragaël Joly

Relation entre les temps de transport et les durées d'activité selon les localisations résidentielles

Khaled Ibrahim

Structure des temps sociaux et dynamique de la consommation énergétique

Laurent Chapelon

La désagrégation spatiale et temporelle des mesures d'accessibilité : atouts et contraintes en planification des transports

To an individual-based modelling of daily urban mobility practices: example of the urban area of Tours

Laurent Guimas

UMR 6173 CITERES – CNRS / Université de Tours

33-35 allée Ferdinand de Lesseps

F-37200 Tours

Laurent.Guimas@etu.univ-tours.fr

Context

During the two last decades, local daily mobility has evolved considerably under the parallel impulse of evolving conditions of displacement and the characteristics of our society. The causes are multiple and complex.

To illustrate, we can cite the expansion of the service sector in the work domain, and its corollaries on the evolution of the rhythms of work and the greater flexibility of schedules, the increase in the spare time, the so-called “society of leisure” but also the phenomena related to the later entry in to professional life and to the increasing proportion of young pensioners in the population. Moreover, the suburbanisation and the advent of the individual car have also contributed to modifying the practices of mobility.

To these changes, which one could describe as macroscopic ones, have to be added modifications in the relation that individuals seem to maintain with space and time of their everyday life. Individualism seems to have become the standard, each person organizing his/her own displacement and timetable within a personal urban archipelago with the recognized aim “to preserve” this time which, according to a recent investigation of INSEE (the French Institute for National Statistics), seems lack to about half of French people living downtown. Schemes of activity are becoming more and more complex and it is not rare that an individual connects work, shopping and a sports activity while his/her spouse picks up children at school.

Politicians and spatial planners seem to have integrated the importance of these changes. Meetings on the topic of time and urban temporalities are organized all over in Europe and the “offices and houses of time”, after being largely developed in Italy and in the Scandinavian

countries, are starting to appear in multiple local communities in France, translating in a unequivocal way the importance of the social demand on this subject and the need to integrate time in the thinking for a harmonious development of the territory.

But what about the pertinence of existing quantitative tools in the field of transportation in this radically new context?

Up to now, the majority of the models used in this field as a tool for decision-making aid were founded on values of regularities. If the traditional technique of the so-called “four steps models” had made it possible to dimension transport’s infrastructures according to capacities necessary to a good traffic flow in peak hours, they do appear not easily compatible with the new characteristics of our society just suggested. Thus, the impossibility of taking into account in a precise way the linking of the activities as well as the space, temporal and interpersonal constraints undergone by each individual, seems to mean that the field of validity of the models produced according to this logic, prohibits their use for a fine modelling, in space and time, of the consequences of the behaviours of the urban space-time’s users.

Goal

Our general problem will thus lead us to discuss on the best approach for the development of a model of urban transport integrating the new characteristics of our society and making it possible to describe, understand and simulate the individual behaviours in order to explain the consequences of local daily mobility. In a more precise way, our assumption of research will aim to show the relevance but also the feasibility of a model completely disaggregated on the level of the individuals and based on the principle of emergence to integrate the causes and the outcomes of the daily mobility at an agglomeration scale.

Method

Our reflection is based on two principal paradigms. The first is the Multi-Agent System (MAS) approach (Ferber, 1997). This approach offers considerable opportunity of development while making it possible to account for specific behaviours of agents, both autonomous and endowed with intelligence, interacting between each others and with their environment. In this direction, and a little abruptly, this way of thinking must be connected with the noting of individualization in our society, in particular the relation which the individuals maintain with the urban space time.

The second paradigm returns to fundamental work of the Swedish school of "Tie-geography", which we will wrongly translate here by "time geography" developed in the 70's with the impulsion of Hägerstrand (1973). We will retain in particular from this train of thought the approach by successive constraints, which suppose that the possibilities of displacements and the use of free time of each individual are subjected to a certain number of constraints reducing in consequence what one could describe as "space-time fields of the possible". In both these directions, we will successively focus on:

- *time of the clock*, through the use of the graph theory and the technique of cellular automaton (Nagel and Schreckenberg, 1992) to deal with the "chronophageous" nature of displacements and problems of congestion that emerge from microscopic level;

- *time of the society*, through a similar approach to the one used in the "activity-based models" (Arentze and Timmermans, 2000), presupposing a relation between socio demographic characteristics of individuals (and more generally their long term calendar) and their activity patterns at a daily scale;

- *time of individuals*, the perceived one, subjective by essence, through use of "cognitive space-time" (Cauvin, 1984) representing the inexact and personal knowledge of people and their bounded rationality;

- *time of learning*, based on the repetitive nature of the quotidian, through the opportunity offer by the MAS technique.

Results

Validation and calibration of the model are still in progress and first results are just beginning to be obtained; they seem to show the interest and potentiality of such an approach for a multi-level analysis, in terms of space as well as in terms of time, for spatial planners.

Yet, two kinds of maps have been produced:

- The first show the quick variability of accessibility during the day, and its evolution by steps of 10 minutes. They concern accessibility to/from specific place or to/from specific urban function (supermarket for example).

- The second show the dynamic of traffic, representing the level of use of each edges of the network with the same temporal point of view (step of 10 minutes). They underline the dissymmetry of flows that take place the morning and the afternoon and their respective localisation.

Various comparative simulations will be realised to understand and evaluate the consequences of planning measures as, in spatial terms, add of transport infrastructures, in statutory terms, the interdiction for heavy trucks to use the urban network, and, in temporal terms, the modification of work's schedule flexibility.

Key words: cellular automaton, multi-agents system, graph theory, daily mobility, time-geography.

Bibliography

- Arentze T., Timmermans H., 2000, ALBATROSS, *A learning Based Transportation Oriented Simulation System*, EIRASS, Eindhoven.
- Cauvin C., 1984, *Distance chorotaxiques et distances cognitives. La perception des distances en milieu intra-urbain : Propositions méthodologiques et application à la ville de Strasbourg*, CNRS, Strasbourg.
- Ferber J., 1997, *Les Systèmes Multi-Agents : vers une intelligence collective*, InterEditions, Paris.
- Hägerstrand T., 1973, *Innovation diffusion as a spatial process*, University of Chicago press, Chicago.
- Nagel K., Schreckenberg M., 1992, A Cellular automaton for freeway traffic, *Journal de physique I France*, 2, 2221-2229.

Relation entre les temps de transport et les durées d'activité selon les localisations résidentielles

Iragael Joly

Laboratoire d'Economie des Transports UMR 5593 – CNRS / Université Lyon 2

14, Avenue Berthelot

F-69363 Lyon cedex 07

iragael.joly@let.ish-lyon.cnrs.fr

Contexte et objectif

L'objectif de cet article est l'étude et la compréhension des comportements de mobilité au travers des relations entre temps de transport et temps d'activités selon la localisation résidentielle. La reconnaissance de la demande de mobilité en tant que demande dérivée des activités a conduit les études en économie des transports vers la question plus vaste de l'allocation du temps. Nous proposons donc d'étudier le temps de transport en relation avec les durées des activités poursuivies. Par ailleurs, de nombreuses études sur les temps de transport ont montré l'existence de disparités fortes entre les zones de localisation des ménages dans une même ville. Il nous semble alors essentiel de porter un regard spécifique sur cette différenciation spatiale des relations temps de transport/temps d'activité.

Nous proposons de traiter la question de la représentation de la demande dérivée de temps de transport en considérant le temps de transport en tant qu'attribut des activités poursuivies. Nous étudions donc les représentations simplifiées de la demande de temps de transport développées en économie des transports. Elles ont débuté dans les années 1970 avec l'hypothèse de stabilité des temps de transport, connue en tant que « paradigme des budgets-temps de transport » (Goodwin, 1981), ou de « Loi Brever » (Hupkes, 1982) ou encore de « Loi de Zahavi » (Zahavi, 1979). Depuis, des hypothèses moins restrictives ont été proposées et supposent que le temps de transport est une fonction des durées d'activités. Tout d'abord, ces relations ont été recherchées au niveau des dépenses temporelles quotidiennes. Kitamura et al. (1992) testent le « principe de l'allocation proportionnelle » (Beckmann et Golob, 1972). Selon ce principe, chaque durée quotidienne d'activité représente une proportion fixe du temps total quotidien disponible. Ainsi, le

ratio des durées quotidiennes allouées à deux types d'activités est invariant, quel que soit le niveau de temps total disponible. Les résultats des auteurs suggèrent la proportionnalité du temps de transport quotidien par rapport au temps total disponible.

De façon plus précise, au niveau des épisodes d'activités ou chaînes d'activités, les relations entre temps de transport et durées d'activité ont été analysées et estimées selon plusieurs cadres méthodologiques, tels que les modèles linéaires, les modèles d'équations structurelles, ou les modèles de durées, etc. Un concept équivalent de la proportionnalité a été proposé par certaines de ces études, et consiste en l'hypothèse de l'existence d'une intensité temps de transport des durées d'activités. Elle suppose que le temps de transport alloué à chaque participation à une activité est lié à la durée de cette activité. La proportionnalité étant un cas particulier des relations possibles. Dans ce contexte, Dijkstra et Vidakovic (2000) et Schwanen et Dijkstra (2002) proposent et analysent le ratio de temps de transport pour l'activité travail, soit l'intensité temps de transport de la durée de travail. Van Wissen et al. (1991), Golob et McNally (1997), Lu et Pas (1999) analysent ces relations en estimant un modèle d'équations structurelles. Certains de leurs estimateurs trouvent une interprétation en termes d'intensités temps de transport pour les différents types d'activités. Par exemple, Golob et McNally (1997) obtiennent une intensité temps de transport pour l'activité hors-domicile de maintenance du ménage indiquant qu'une heure de maintenance nécessite en moyenne 7,8 min. de temps de transport (Golob et McNally, 1997 : 185).

Toutefois, le caractère spatial n'est que très peu introduit dans ces études se concentrant sur les temps. Pourtant, il est attendu que les temps de transport élevés associés à certains choix de localisation se traduisent par une substitution de temps avec les autres activités. L'étude des relations

entres temps de transport et temps d'activité est susceptible de révéler une caractérisation spatiale des emplois du temps. Nous essaierons d'expliquer ces différenciations spatiales par l'introduction d'indicateurs relativement agrégés des zones de localisations, telles que leur type (centre/suburbain /périphérique) ou la présence dans la zone d'accès aux voies rapides urbaines ou de gare TER.

Résultats

L'article présente les résultats d'une analyse comparative des temps de transport suisses et français basée sur les enquêtes déplacements (Microrecensement suisse et Enquêtes-Ménages-Déplacements françaises) de 7 villes chacune observée à deux dates : Berne 1994-2000, Genève 1994-2000, Grenoble 1992-2001, Lyon 1985-1995, Rennes 1991-2000, Strasbourg 1988-1997 et Zurich 1994-2000.

L'analyse des mobilités observées dans des contextes urbains opposés permettra d'identifier des espaces temps de la mobilité différenciés. Le choix des villes a été guidé par des contraintes de disponibilités et les critères suivants : la forme et l'étendue du processus de périurbanisation ; le niveau de développement du réseau lourd de transport public ; les politiques urbaines et de transport visant la gestion des accessibilités au centre ville. Les systèmes de transport et les politiques de transport menées dans les agglomérations suisses sont nettement orientés vers les transports publics et la marche à pied. Alors que dans les villes françaises, les politiques de transport telles que la restriction de l'accès en automobile au

centre ville et la limitation du stationnement sont apparues relativement récemment en comparaison avec les politiques des villes suisses.

Les différences d'intensités transport sont recherchées entre plusieurs espaces définis à 3 niveaux. Tout d'abord, les temps de transport quotidiens sont explorés dans chaque ville. Suivant Kitamura et al. (1992), nous testons le paradigme de l'allocation proportionnelle dans lequel les temps d'activités sont une proportion fixe du temps disponible. Nous proposons ensuite une adaptation de ce test pour évaluer la proportionnalité des temps de transport quotidiens avec les durées quotidiennes d'activités. Ensuite, le ratio de temps de transport pour chaque type d'activité au niveau du déplacement ou de la chaîne de déplacements est étudié. Cette analyse est le support de discussion de l'identification et de la transférabilité entre les villes, puis pour une même ville entre ses zones centre, suburbaine et périphérique, des régularités du ratio de temps de transport selon les variables socio-économiques.

La dernière partie du papier présente les résultats de l'analyse des ratios des temps de transport par activité pour les villes de Lyon et Grenoble, pour lesquelles un découpage spatial plus fin est employé et complété des accès aux voies rapides urbaines et des gares TER. Des différenciations spatiales apparaissent clairement. Les zones proches des entrées de voies rapides sont caractérisées soit par un plus grand nombre de déplacements, soit par un budget-temps de transport plus faible que les autres zones.

Mots-clés : temps de transport, allocation du temps, approche par les activités, emplois du temps, modèle de durées.

Bibliographie

- Beckmann M.J., Golob T. F., 1972, A critique of entropy and gravity in travel forecasting, in Newell G. F. (ed.), *Traffic Flow and Transportation*, Elsevier, New York, 109-117.
- Dijst M., Vidakovic V., 2000, Travel Time Ratio: the key factor for spatial reach, *Transportation*, 27(2), 179-199.
- Golob T.F., McNally M.G., 1997, A model of activity participation and travel interactions between household heads, *Transportation Research Part B*, 31(3), 177-194.
- Goodwin P.B., 1981, The usefulness of travel budgets, *Transportation Research Part A*, 15(1), 97-106.
- Hupkes G., 1982, The law of constant travel time and trip-rates, *Futures*, February, 38-46.
- Kitamura R., Chen C., Narayanan R., 1998, The effects of time of day, activity duration and home location on traveler's destination choice behaviour, *77th Annual Meeting of the Transportation Research Board*, Washington, 11-15 January.
- Kitamura R., Robinson J., Golob T. F., Bradley M., Leonard J., Van der Hoorn T., 1992, *A comparative analysis of time use data in the Netherlands and California*, Report UCD-ITS-RR-92-9, Institute of Transportation Studies, University of California, June, 127-138.
- Lu X., Pas E., 1999, Socio-demographics, activity participation and travel behaviour, *Transportation Research Part A*, 33(1), 1-18.
- Schwanen T., Dijst M., 2002, Travel-time ratios for visits to the workplace: the relationship between commuting time and work duration, *Transportation Research Part A*, 36(7), 573-592.
- Van Wissen L. J., Golob T. F., Meurs H. J., 1991, A simultaneous dynamic travel and activities time allocation model, Working paper, n° 21, University of California Transportation Centre.
- Zahavi, Y., 1979, The 'UMOT' Project, U.S. Department of Transportation and the Ministry of Transport of Federal Republic Of Germany, Report DOT-RSPA-DPB-2-79-3.

Structure des temps sociaux et dynamique de la consommation énergétique

Khaled Ibrahim, Marie Hélène De Sède-Marceau

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté

32, rue Mégevand

F-25030 Besançon cedex

kibrahim@univ-fcomte.fr

marie-helene.de-sede-marceau@univ-fcomte.fr

L'objet de cette étude est d'analyser l'influence des mutations de la structure des temps sociaux (temps de travail, temps de loisirs...) sur le profil de consommation d'énergie électrique d'un territoire donné. L'intérêt de relier les deux aspects, consommation de l'énergie électrique et évolution de la structure et des activités socioprofessionnelles, est double. D'abord, l'évolution de la demande d'électricité est un facteur important pour l'industrie de l'électricité : elle commande le dimensionnement du parc ainsi que sa gestion ; elle commande aussi les politiques nationales ou locales de maîtrise de la consommation électrique et de choix de politiques énergétiques. Ensuite, cette mise en relation permet d'avoir un indicateur supplémentaire des mutations sociales. D'autant que cet indicateur, la consommation électrique, est très bien suivi puisque les données disponibles par le biais des courbes de charges élaborées par les producteurs et distributeurs sont très fines et cycliques.

Quels sont les facteurs et phénomènes sociaux qui influent sur la consommation d'énergie ? Il est difficile d'être exhaustif et de découpler les facteurs entre eux. Nous avons affaire à des comportements humains difficiles à appréhender, en perpétuelles mutations et interactions entre les individus et leur environnement. De plus, ils sont eux même influencés par d'autres facteurs technologiques économiques et politiques (Ibrahim et De Sède-Marceau, 1995), comme l'évolution de la structure démographique, de la structure des activités, des opinions et des comportements et consciences (conscience civile, écologique...).

Dans ce travail nous nous sommes intéressé à un aspect de ces relations entre la structure sociale et la demande énergétique. Soit l'évolution de la structure et des activités socioprofessionnelles de la population. Par structure, nous identifions la distribution de la population sur les catégories socioprofessionnelles (CSP) et par activités, l'organisa-

tion du temps social des individus (temps de travail, temps de loisirs, temps de repos,...). Par catégories socio-professionnelles nous entendons la répartition de toute la population sur des activités économiques ou sociales telles que définies par la classification de l'INSEE (Merlin, 1997). L'évolution de l'organisation du temps social représente l'évolution du cheminement chronologique des individus d'une CSP sur les différentes activités socio-professionnelles (Gauillier, 1999). Ainsi, l'évolution de l'organisation du travail inclut le volume du temps de travail et sa répartition. Elle induit pour chaque CSP, au-delà de l'organisation du temps de travail, une organisation du temps de vie en général et donc une localisation temporelle des personnes. En d'autres termes, la distribution spatio-temporelle des individus d'une CSP est fonction du facteur « organisation » du temps de travail. À chaque distribution correspond un profil temporel de consommation énergétique.

À ce niveau, nous remarquerons que les deux processus considérés agissent sur des échelles temporelles différentes. L'évolution de la structure socioprofessionnelle est un processus lent dont la grille temporelle de lecture est au minimum mensuelle. Alors que l'organisation du temps de vie due notamment à l'organisation du temps de travail a une lecture quotidienne (un à quelques jours). Cette hiérarchie temporelle nous a conduit à « découpler » ces deux processus et à les modéliser individuellement. Nous nous sommes inscrits dans deux approches qui nous ont apparu les plus intéressantes quant aux contraintes, aux caractéristiques et aux objectifs liés à notre sujet d'étude, soit :

1) la time-geography (Chardonnel, 2001) pour représenter le parcours individuel ou collectif dans le temps. C'est-à-dire pour suivre l'évolution des activités dans le temps pour les individus de chaque catégorie socioprofessionnelle. La contribution de la time-geography réside dans son mode de représentation spatio-temporelle qui permet de « suivre un

ou un groupe d'individus » en déroulant et en analysant la chaîne de leurs activités. Ceci permet de comprendre et de représenter la répartition du temps quotidien pour chaque catégorie socio-professionnelle. Cette répartition correspond une grille spatiotemporelle quotidienne ou la dimension spatiale est implicite, remplacée par l'axe des activités. Cependant, en déterminant la localisation des activités, nous revenons à une représentation spatiale explicite : les deux variables espace et activité sont donc dépendantes.

2) la synergétique pour suivre l'évolution de la population de chaque catégorie dans le temps et pour n'importe quelle échelle temporelle. Cette distribution temporelle de la population sur les CSP et sur les activités (qui représente, donc, implicitement la dimension spatiale) est déterminée par l'élaboration de modèles basés sur le concept synergétique et une approche du type de Weildlich-Haag (Sanders, 1992).

À partir de cette distribution temporelle et catégorielle des populations, nous construisons un profil temporel de consommation énergétique par un modèle simple basé sur l'affectation d'un indice de consommation énergétique temporel par individu et par activité. Ce même modèle, permet à partir de ces profils de consommations énergétiques d'estimer entre autre la consommation globale d'énergie sur une durée donnée et le mode de production d'énergie.

Un programme informatique ENERPAS 1.0 (Ibrahim, 2006) a été élaboré pour ce modèle sur la plateforme MATLAB®. Une première validation a été réalisée sur la base de données nationales. Nous avons considéré quatre catégories socio-professionnelles effectuant trois activités de base (repos, travail, loisirs) réparties sur trois périodes élémentaires de huit heures subdivisant un cycle court quotidien. Parmi les résultats obtenus, la Fig. 1 représente la répartition relative de la consommation de la population d'une CSP sur les activités et ce durant un cycle court (quotidien).

Mots-clés : Énergie, temps sociaux, synergétique, time-geography.

Bibliographie

- Chardonnel S., 2001, La time-geography : les individus dans le temps et dans l'espace, in : Sander L. (dir.), *Modèles en analyse spatiale*, Hermès-Lavoisier, Paris.
- Gaullier X., 1999, *Les temps de la vie*, Editions Esprit, Paris.
- Ibrahim K., De Sède-Marceau M. H., 1995, *Modèle d'analyse loco-régionale des systèmes énergétiques*, 8^{èmes Rencontres de Théorie Quant}, Besançon.
- Ibrahim K., 2006, ENERPAS 1.0, Descriptif et guide d'utilisation, Rapport de recherche.
- Merlin P., 1997, *Géographie humaine*, PUF, Paris.
- Sanders L., 1992, *Systèmes de villes et synergétique*, Anthropos-Économica, Paris.
- MATLAB®, Language of Technical Computing, Version 6.0, The Math Works Inc., USA.

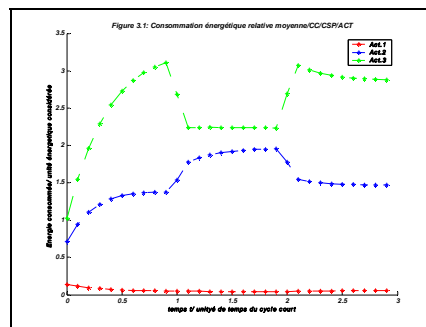


Fig. 1. Consommation relative d'une CSP par activités

D'autres figures du même type représentent les consommations énergétiques relatives par cycle court (quotidien) du niveau le plus désagrégé (par activité et par CSP) jusqu'au niveau le plus agrégé (consommation totale de la population pour le cycle court). Ainsi, à partir de données relatives de distribution temporelle des populations sur les catégories socioprofessionnelles et sur les activités d'une part et d'indices moyens de consommation énergétique d'autre part, nous avons pu reconstruire le profil de la consommation énergétique quotidienne équivalente à une courbe de charge.

Cette première application toute qualitative nous a permis d'entamer un travail de validation quantitative qui passe par l'acquisition de données relatives aux profils de consommations réels sur plusieurs années et de données sociologiques (habitudes de consommation) et économiques (profil du temps de travail, consommation par agent et par secteur). D'autre part, dans ce modèle la dimension spatiale est implicite. Elle est représentée par la distribution des populations sur les activités. Ces dernières étant localisées dans l'espace, il est possible, donc, de reconstruire la distribution spatiotemporelle de la consommation électrique en superposant la distribution temporelle des populations sur les activités et la distribution spatiale des activités. C'est la principale extension future que nous envisageons pour ce modèle.

La désagrégation spatiale et temporelle des mesures d'accessibilité : atouts et contraintes en planification des transports

Laurent Chapelon

Université Montpellier III

Département de géographie et d'aménagement de l'espace

Route de Mende

F-34199 Montpellier cedex 5

chapelon.l@wanadoo.fr

Aujourd'hui la conception des réseaux et des services de transport nécessite de disposer de mesures d'accessibilité spatialement et temporellement désagrégées en complément des approches agrégées classiques. Or, la prise en compte simultanée de la variabilité spatiale et temporelle de l'accessibilité constitue un champ de recherche encore largement à explorer.

De nombreuses questions ne peuvent pourtant être correctement traitées qu'à ce niveau de précision. C'est le cas de la concurrence rail-route qui doit s'apprécier de porte à porte à partir de comparaisons fines des chaînes complètes de transport. C'est également le cas de l'évaluation de la performance du pré- et post-acheminement des trafics ferroviaires et aériens dans laquelle la fréquence et le positionnement horaire des services jouent un rôle déterminant. En outre, les incohérences dans l'organisation des services, monomodaux ou intermodaux, ne peuvent être révélées qu'à partir de mesures désagrégées au cours de la journée.

Nous entendons donc démontrer dans notre communication l'intérêt et la pertinence d'approches spatialement et temporellement désagrégées de l'accessibilité dans le cadre de l'évaluation des politiques de transport.

La problématique scientifique se pose en ces termes. Toute mesure d'accessibilité se rapporte à un instant donné et à un seul. En un même lieu, de fortes variations peuvent être observées selon le moment de la journée ou selon le jour de l'année. Pour les transports individuels, cela tient aux niveaux d'utilisation des infrastructures routières qui peuvent produire des écarts d'accessibilité conséquents entre les heures creuses et les heures de pointes, entre les périodes hivernales et les périodes estivales. Pour les transports collectifs, les variations

sont dues principalement à la fréquence et au positionnement horaire des services. Leur caractère discontinu dans le temps accentue la variabilité de l'accessibilité.

Ces différentes contraintes ont nécessité une modélisation fine de l'offre de transport qui sera présentée, tant pour les modes individuels que collectifs. Ce travail méthodologique repose sur trois axes de recherche complémentaires qui permettent d'accroître la précision des calculs des temps de parcours et celle des mesures de la performance territoriale des réseaux et de la qualité de service :

- l'intégration des conditions de circulation routières,
- le traitement des bases de données horaires des transports collectifs,
- l'intermodalité et l'intégration des niveaux d'organisation.

Nous montrerons en quoi ces avancées méthodologiques offrent de nouvelles opportunités d'analyse des espaces fonctionnels et de nouvelles possibilités d'évaluation des projets dans les deux grands domaines d'intervention des politiques de transport, le développement des réseaux d'infrastructures et la conception des services.

Cette approche désagrégée de l'accessibilité permet d'obtenir autant de matrices de temps de parcours entre couples de lieux que d'instantanés de mesure, et ce pour chaque mode pris séparément ou pour toute combinaison de modes au cours d'un déplacement. Se pose dès lors la question de l'exploitation synthétique à des fins d'analyse d'une information aussi désagrégée, c'est-à-dire valable uniquement pour un couple de lieux donné à un instant donné. En effet, si elles offrent une précision maximale permettant d'étudier finement les écarts

de performance des chaînes intermodales dans l'espace et au cours du temps, les mesures désagrégées ont pour principale limite leur faible capacité de synthèse.

Plusieurs solutions seront donc présentées afin d'accroître la portée synthétique des analyses. Ces solutions s'inscrivent plus particulièrement dans la continuité des travaux de la *time-geography*. Elles

concernent l'adéquation de l'offre aux programmes d'activités quotidiens des usagers à partir de l'analyse des possibilités relationnelles sous contraintes entre couples de villes et des opportunités temporelles offertes à destination. L'objectif final étant d'adapter les services de transport aux besoins de déplacement des usagers.

Mots-clés : Accessibilité, aménagement, analyse spatiale, espace-temps, réseaux, services, territoire, transports.

Atelier 12

Forme urbaine, environnement urbain

Président : Jean-Philippe Antoni

Cécile Tannier, Gilles Vuidel

Délimitation multi-échelle d'ensembles morphologiques cohérents. Applications pour l'analyse de tissus bâtis à l'échelle urbaine et intra-urbaine

Safouk Al Khalifeh, Philippe Martin

Structure fractale du bâti de l'agglomération d'Avignon (France)

Mahmoud Ghalehnoee, Thomas Bonierbale, Bruno Barroca, Youssef Diab

Utilisation des réseaux de Sorensen pour l'évaluation environnementale de la forme urbaine

Samuel Challéat

Cartographie de la pollution lumineuse zénithale en Bourgogne à partir de données de population et d'occupation du sol

Délimitation multi-échelle d'ensembles morphologiques cohérents. Applications pour l'analyse de tissus bâtis à l'échelle urbaine et intra-urbaine

Cécile Tannier, Gilles Vuidel

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté
32, rue Mégevand
F-25030 Besançon cedex
cecile.tannier@univ-fcomte.fr
gilles@vuidel.org

Introduction

Cette communication porte sur l'identification de l'enveloppe de tissus bâtis (*built-up patterns*), que nous définissons comme la limite d'un ensemble morphologique cohérent à travers les échelles (Frankhauser et Tannier, 2005). Ce faisant, notre acception du terme « enveloppe » est différente de celle adoptée pour traiter de considérations techniques (notamment, en informatique), l'enveloppe désignant alors la plus petite forme (en général, un rectangle, plus rarement, un cercle) dans laquelle s'inscrit un ensemble d'éléments localisés.

La recherche de limites au sein d'un ensemble d'éléments localisés ou la délimitation spatiale d'un phénomène est une des préoccupations constantes des géographes. En abordant cette question d'un point de vue morphologique, nous nous focalisons sur les aspects les plus pérennes – ou physiques – de l'occupation d'un espace et non sur ses caractéristiques socio-économiques. Une telle approche laisse de côté les interactions fonctionnelles entre entités spatiales, pour se concentrer uniquement sur l'organisation spatiale d'un tissu bâti, mais cette réduction présente plusieurs avantages. D'une part, dans la perspective d'analyses diachroniques, l'adoption d'une approche morphologique permet de se dégager du problème des unités spatiales changeantes au cours du temps (*Modifiable Areal Unit Problem*). D'autre part, d'un point de vue morphologique, il est possible de déterminer l'emprise spatiale d'un phénomène sur la base d'un petit nombre de critères, ce qui est beaucoup plus difficile d'un point de vue fonctionnel. Or, tant dans la perspective de comparaisons internationales que de la modélisation de dynamiques spatiales, ceci est souvent utile : « *In designing the models, it was thought important to keep the variables in the models as simple as*

possible and, at the same time, easily measurable » (Batty et Longley, 1986).

Méthodes

Sur le plan méthodologique, notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une approche multi-échelle (Longley et Batty, 1989) ; elle s'appuie sur certains concepts de la géométrie fractale, qui permettent de relier la bordure d'un tissu bâti et son enveloppe, d'un point de vue purement morphologique. Nous travaillons à partir de données *raster* noir et blanc de tissus bâtis, dans lesquelles chaque pixel représente soit un bâtiment, soit une portion de bâtiment. Les contours existants des éléments bâtis composent la bordure du tissu considéré.

La procédure d'identification de l'enveloppe d'ensembles morphologiques cohérents comporte deux volets (Tannier et al., 2006). Le premier consiste en une dilatation pas à pas du tissu bâti. Au fur et à mesure des dilatations, des éléments bâtis initialement séparés fusionnent et forment des agrégats ; ces agrégats grossissent d'étape en étape et leur nombre diminue (Minkowski, 1903). Les dilatations s'arrêtent quand tous les éléments de l'image forment un seul et unique agrégat. Le nombre d'agrégats bâtis à chaque étape de dilatation est compté et les résultats sont représentés sous la forme d'un graphique bi-logarithmique. Le deuxième volet de la procédure a pour but l'identification d'un seuil dans la courbe obtenue, qui correspond à un changement majeur dans son comportement. Dans le cas d'un tissu bâti organisé de manière purement multi-échelle (*i.e.* fractale), le nombre d'agrégats bâtis décroît de manière linéaire au fil des dilatations. Dès lors, la courbe ne présente aucun seuil significatif, cette absence de seuil signifiant l'impossibilité d'identifier l'enveloppe

morphologique d'un ensemble d'éléments de l'image qui ne soit pas celle de l'image entière. Finalement, rechercher un seuil dans la courbe des agrégats consiste à mettre en évidence l'existence d'une rupture dans l'organisation multi-échelle d'un tissu bâti, qui est interprétée en terme de coexistence de deux logiques différentes dans l'organisation spatiale des éléments de l'image. Les éléments éloignés les uns des autres d'une distance inférieure ou égale à celle correspondant au seuil de dilatation font partie d'un même ensemble morphologique cohérent à travers les échelles. Ainsi, cette approche évite l'introduction de seuils fixés a priori : les délimitations émergent d'une transformation itérative du tissu bâti lui-même et les seuils identifiés, s'il en existe, sont propres à chaque tissu bâti analysé.

Pour identifier l'enveloppe d'ensembles morphologiques cohérents, l'enjeu essentiel est de parvenir à définir une méthode pertinente et reproductible, qui permette l'identification d'un seuil significatif dans la courbe représentant l'évolution du nombre d'agrégats au fil des dilatations. Pour ce faire, un lissage préalable de la courbe est nécessaire, de manière à éliminer les variations locales qui représentent des points de courbure importants, mais qui ne reflètent pas la tendance générale de la courbe. Notre proposition consiste à interpoler la courbe obtenue en vue d'obtenir une abscisse graduée de manière linéaire, puis à appliquer à la courbe ainsi transformée une procédure de lissage gaussien. L'interpolation préalable de la courbe permet d'éviter le fait que la convolution gaussienne de la courbe ne pèse davantage sur les premiers points de la courbe que sur les suivants.

Sur cette base, la recherche d'un seuil significatif sur la courbe convoluée consiste à identifier le point ayant la courbure maximale (Lowe, 1989). En ce point, l'écart entre la vitesse de décroissance du nombre d'agrégats bâtis au fil des dilatations et son accélération sont maximales. Si la courbe est linéaire, cette vitesse est constante et son accélération est nulle. C'est pourquoi rechercher le point de courbure maximale revient à identifier le seuil marquant une déviation maximale de la courbe au regard d'une décroissance linéaire du nombre d'agrégats bâtis au fil des dilatations.

Plan de la présentation

Concrètement, la communication proposée est organisée en quatre parties. La première est dédiée à la présentation d'exemples théoriques de tissus bâtis caractérisés ou non par une organisation multi-échelle. L'objectif est ici de mettre en évidence l'intérêt d'identifier l'existence d'un ou plusieurs ensembles morphologiquement cohérents à travers les échelles. Au cours d'une deuxième partie, nous présentons les principes méthodologiques à la base de la dilatation d'une image et de l'identification d'un seuil significatif dans la courbe représentant l'évolution du nombre d'agrégats au fil des dilatations. La troisième partie est consacrée à l'application de la méthodologie en vue d'identifier la limite morphologique de quelques agglomérations, à la fois d'un point de vue synchronique et diachronique. Enfin, dans une quatrième partie, nous proposons une application de la méthodologie pour l'identification de limites d'espaces verts et naturels caractérisés par différentes fréquences de recours potentielles.

Bibliographie

- Batty M., Longley P., 1986, The fractal simulation of urban structure, *Environment and Planning A*, 18, 1143-1179.
- Frankhauser P., Tannier C., 2005, A multi-scale morphological approach for delimiting urban areas, *CUPUM 05: Computers in Urban Planning and Urban Management*, 9th conference CASA-UCL, 29 Jun – 1 July 2005, London. <http://www.cupum.org/>
- Longley P., Batty M., 1989, On the Fractal Measurement of Geographical Boundaries, *Geographical Analysis*, 21(1), 47-67.
- Lowe D. G., 1989, Organization of smooth image curves at multiple scales, *International Journal of Computer Vision*, 3, 119-130.
- Minkowski H., 1903, Volumen und oberfläche, *Mathematische Annalen*, 57, 447-495.
- Tannier C., Frankhauser P., Houot H., Vuidel G., 2006, Optimisation de l'accessibilité aux aménités urbaines et rurales à travers le développement de modèles fractals d'urbanisation, *XLII^{ème} Colloque de l'ASRDLF – XII^{ème} Colloque du GRERBAM*, Sfax (Tunisia), September 2006.

Structure fractale du bâti de l'agglomération d'Avignon (France)

Safouk Al Khalifeh, Philippe Martin

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

74, rue Louis Pasteur

F-84029 Avignon Cedex 1

phmartin@club-internet.fr

Il est établi depuis longtemps que les villes sont des objets fractals. Nombreuses sont leurs caractéristiques qui ont permis de calculer des dimensions non entières, que celles-ci caractérisent le (ou les) réseau(x) de circulation ou des éléments plus surfaciques comme le bâti. Plusieurs voies ont été suivies dans ce cadre (Lam et De Cola, 1993 ; Batty et Longley, 1994 ; Frankauser, 1994 ; 1996 ; Frankhauser et Pumain, 2001 ; Badarioti, 2005). L'établissement humain ne fut pas l'une des questions essentielles ou l'un des exemples récurrents de l'inventeur de la géométrie fractale (Mandelbrot, 1975 ; 1983), dont l'approche est historiquement axée sur l'invariance d'échelle alors que, comme nous allons le voir pour Avignon, le bâti correspond à une covariance d'échelle.

Il faut rappeler que la caractérisation fractale de la ville, et de bien d'autres formes d'établissements humains d'ailleurs, pose un problème redoutable. Comment peut-il se faire que de tels objets aient été réalisés en fonction d'une géométrie qui n'était alors pas connue ? En d'autres termes nous sommes là face à une dynamique que l'on qualifie souvent de processus sans sujet (Martin, 2004). Sans sujet peut-être, mais ordonnée tout de même et dans l'ordre des échelles, pour faire bonne mesure ! (Martin, 2005).

Il est donc clair que la compréhension du phénomène ne proviendra pas de l'étude de la façon dont ont été empilés les moellons, les briques ou les parpaings. Elle ne proviendra que peu des agents ou des acteurs qui sont agis par, ou qui agissent en fonction de structures qu'il convient de préciser. Cette compréhension proviendra nécessairement d'un effort de théorisation appuyé, aiguillonné par des résultats et/ou des modèles empiriques. Soulignons qu'il en est de même en géographie physique où les processus morphogénétiques ne fournissent au mieux que des bilans d'érosion mais pas une modélisation de la morphogenèse et des formes (Martin, 2004). Il y a là une convergence heureuse de questionnements qui nous introduit dans ce que nous avons appelé ailleurs la re-

naturalisation de la géographie (Martin, 2006a) et qui renvoie les problèmes de géographie physique et/ou humaine à une base théorique commune très liée aux sciences de la complexité. Si l'établissement d'une base commune est encore hypothétique, il faut noter qu'une certaine porosité est déjà à l'œuvre entre les deux principaux champs de notre discipline, au niveau des investigations empiriques en particulier. Le cas de l'étude réalisée sur Avignon et développée ci-dessous en est un exemple.

Cas d'étude et méthode

La ville d'Avignon est située au niveau de la confluence du Rhône et de la Durance, ces deux voies d'eau ayant joué un rôle non négligeable dans la constitution du tissu urbain de l'agglomération. Cette étude s'inscrit dans une recherche plus large (Al Khalifeh, 2007). Dans cette perspective se pose nécessairement la question de la limite de l'entité urbaine considérée, et donc celle des critères « objectifs » permettant de la définir. La ville est ainsi perçue comme une unité cohérente, car auto-organisée qui en se constituant, et pour se constituer, produit sa limite ; limite mouvante certainement, limite floue assurément mais limite manifestement qui doit être définie à partir de caractéristiques mesurables, mais peut-être pas phénoménologiquement perceptible, de la ville. Comme hypothèse de recherche il nous semble possible de poser que la variation, dans toutes les directions de la dimension fractale du bâti, devrait permettre d'établir, ou du moins de préciser, cette limite.

Dans cette optique nous avons repris les représentations du bâti de l'agglomération d'Avignon obtenues par extraction d'informations contenues dans des images (Al Khalifeh, 2007) de nature variable (ortho-photographie, scène de satellite, etc.). Ceci a permis d'isoler le bâti et de l'opposer à tout ce qui est non bâti pour définir des images binaires en noir et blanc qui ont été le support des calculs fractals.

Afin d'établir la variation de la dimension fractale du bâti nous avons procédé à une division de la carte initiale au moyen d'une grille hexagonale. Cette forme de pavage ayant été retenue afin de pouvoir disposer de 3 axes (E-W, NE-SW et NW-SE) sur lesquels appuyer notre réflexion. Le calcul fractal demandant de moyenner la variété des situations, nous avons opté pour des hexagones de 550 m de centre à centre. Sur l'agglomération d'Avignon nous avons ainsi défini 400 hexagones ; toutefois seuls 202 centrés sur la vieille ville sont ici utilisés.

Pour chacun d'eux, nous avons dans un premier temps calculé la dimension fractale dite *box counting*, pratique assez courante et qui s'est révélée performante en géographie physique (Martin, 2004, 2006b) lorsqu'elle a été appliquée, entre autres choses, aux courbes de niveau. D'une façon générale il apparaît sur les graphiques bi logarithmiques une courbure qui loin d'être un artéfact s'avère être liée aux modalités théoriques de déploiement des irrégularités dans l'espace comme le montre le rapport d'un indice dit G à l'altitude pour les reliefs (Martin, 2004, 2006b). En d'autres termes les courbes de niveau ne sont pas invariantes d'échelle mais covariantes d'échelle. En géographie physique cette courbure est généralement négative sauf dans quelques cas très particuliers comme les reliefs karstiques. L'indice G est égal à : $G = |D_{BA}| / |C_{CB}|$; D_{BA} est la dimension fractale asymptotique obtenue sur les petites échelles (*chord method*) et C_{CB} le coefficient de courbure qui correspond au paramètre a dans le polynôme $y = ax^2 + bx + c$ calculé sur le logarithme népérien de la taille des « boîtes » utilisées et de l'effectif des « boîtes » occupées obtenu selon l'approche classique. D'une façon générale les valeurs numériques calculées au moyen de régressions sont toujours d'excellente qualité ($r^2 > 0,999$).

Résultats

Ce qui est remarquable dans ce cas, c'est que les courbures sont toutes positives, c'est-à-dire que la dimension fractale du bâti croît lorsque l'on va des petites aux grandes échelles. En d'autres termes, le bâti est plus irrégulier aux grandes échelles qu'aux petites pour chaque hexagone. Ceci implique par exemple que la notion de densité est doublement inadaptée. Elle l'est premièrement parce que le bâti est fractal et donc que la valeur à reporter à la surface en fonction des échelles varie, mais elle l'est aussi deuxièmement parce que la dimension fractale n'est pas constante et croît de la petite à la grande échelle. Autrement dit non seulement il y a une augmentation de la quantité de bâti de la périphérie au centre de l'agglomération selon les trois dimensions classiques de l'espace euclidien mais il y

a en outre une augmentation de l'occupation de l'espace par utilisation de la dimension d'échelle au sens où on utilise cette cinquième dimension dans la théorie de la relativité d'échelle de Nottale (1993), Forriez et Martin (2006). En quelque sorte il y a deux fronts dans une ville. Il y a un front classique qui concerne la croissance externe de la ville, l'urbanisation en périphérie, et un front « interne » qui concerne l'ordre des échelles et qui évidemment s'applique à toute l'agglomération.

Statistiquement il apparaît plusieurs relations entre les cinq indicateurs dont nous disposons : D_B , D_{BA} , C_{CB} , b_B et G et le niveau de qualité de leurs évaluations (SD D_B , etc.). Nous n'en retiendrons ici que deux. Il existe ainsi une excellente relation linéaire entre la déviation standard de D_B et G ($r^2 = 0,937$). Cela indique que G rend bien compte de la relation covariante mesurée sur chacun des hexagones puisque SD mesure essentiellement l'écart à un modèle puissance stricte. Ceci souligne qu'une approche qui se limiterait à rechercher les exposants du ou des modèles puissances est loin d'être suffisante. Par ailleurs la D_{BA} est liée fortement au C_{CB} ($r^2 = 0,862$). Il y a donc un rapport entre la dimension mesurée aux petites échelles et celle mesurée aux grandes. Nous sommes donc bien en présence d'une variation continue de la dimension fractale dans l'ordre des échelles.

À l'échelle de l'agglomération les valeurs obtenues montrent que G oscille, par exemple d'E en W. Ces tracés correspondent à autant de coupes dans le champ fractal d'Avignon. Il est possible aussi de considérer les axes NE-SW et NW-SE dont l'un s'origine dans la limite que constitue le Rhône et dont l'autre correspond grosso modo à la direction d'élongation de l'agglomération. Ces fluctuations peuvent s'analyser comme des coupes dans le champ d'une variable régionalisée qui peut être traitée avec les moyens classiques de l'analyse spatiale.

Ainsi comme nous avons, pour l'ensemble de l'agglomération, des résultats que nous pouvons rapporter au centre de chaque hexagone à partir desquels établir une représentation en deux dimensions, nous les avons introduits dans un logiciel de calcul de modèles numériques de terrain afin de procéder à l'identification de courbes d'iso valeurs, pour G essentiellement mais aussi pour D_B , D_{BA} et C_{CB} . Ceci permet de produire une cartographie différenciée du champ fractal à mettre en relation avec d'autres caractéristiques, phénoménologiques ou non, de la ville qui s'avère être structurellement polycentrique. La limite pouvant être calée sur les valeurs : $G \geq 40$; $D_B \geq 1,65$; $D_{BA} \geq 1,55$; $C_{CB} \leq 0,04$. Ces valeurs étant à tester sur d'autres agglomérations.

Mots-clés : géographie urbaine, box counting, covariance, Provence.

Bibliographie

- Al Khalifeh S, 2007, Application de la méthode « orientée – objet » à une orthophotographie aérienne. Exemple de la ville d'Avignon, *Géopoint juin 2006 : Demain la géographie*, UMR ESPACE et Groupe Dupont éditeurs, 50.
- Badariotti D., 2005, Des fractales pour l'urbanisme ? Quelques pistes de réflexion à partir de l'exemple de Strasbourg-Kehl, *Cahiers de Géographie du Québec*, 49(137), 133-156.
- Batty M., Longley P., 1994, *Fractal cities. A geometry of form and function*, Academic Press editor, London.
- Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, Économica, Paris.
- Frankhauser P., 1996, L'analyse fractale, un nouvel outil pour l'analyse spatiale des tissus urbains, in : Bocquet-Appel J.-P., Courgeau D., Pumain D. (dir.), *Analyse spatiale des données biodémographiques*, John Libbey Eurotext et INED éditeurs, Montrouge, 311-340.
- Frankhauser P., Pumain D., 2001, Fractale et géographie, in : Sanders L. (dir.), *Modèles en analyse spatiale, Information géographique et aménagement du territoire*, Hermès, Paris, 302-329.
- Forriez M., Martin P., 2006, De l'utilité de la théorie de la relativité d'échelles de L. Nottale en géographie. Recherche d'un modèle scalaire spatio-temporel, *Géopoint juin 2006 : Demain la géographie*, UMR ESPACE et Groupe Dupont éditeurs, 63-64.
- Lam S, De Cola L., 1993, *Fractal in geography*, PTR Prentice-Hall editor, Englewood Cliffs.
- Mandelbrot B., 1975, *Les objets fractals*, Flammarion, Paris.
- Mandelbrot B., 1983, *The fractal geometry of nature*, Freeman, New York.
- Martin P., 2004, Modélisation fractale et structurelle des formes en géographie. Réflexion développée à partir d'exemples karstiques, Habilitation à diriger les recherches, Université d'Avignon et des Pays du Vaucluse, Avignon.
- Martin P., 2005, Géométrie fractale et géographie : l'exemple des formes physiques, in : Volvay A. (dir.), *Echelles et temporalités*, Atlante éditions, Paris, 65-71.
- Martin P., 2006a, Ne faudrait-il pas re-naturaliser la géographie ? *Géopoint juin 2006 : Demain la géographie*, UMR ESPACE et Groupe Dupont éditeurs, 81.
- Martin P., 2006b, Caractérisation fractale du relief « stationnarisé » du Lodevois, *Colloque SAGEO' 2006*, Strasbourg.
- Nottale L., 1993, *Fractal space-time and microphysics. Towards a theory of scale relativity*, World Scientific Publishing, London.

Utilisation des réseaux de Sorensen pour l'évaluation environnementale de la forme urbaine

Mahmoud Ghalehnoe, Thomas Bonierbale, Bruno Barroca, Youssef Diab

Laboratoire de Génie Urbain, Environnement et Habitat – Université de Marne la Vallée

5, Boulevard Descartes – Bât. Lavoisier

F-77454 Marne la Vallée Cedex 2

thomas.bonierbale@univ-mlv.fr

Les pressions exercées sur l'environnement par le fonctionnement des zones urbaines sont nombreuses et souvent bien identifiées : consommation d'énergie fossile liés entre autres aux activités et au transport, contamination des sols par certaines activités industrielles, étalement urbain, etc. Qu'il s'agisse de phénomènes de renouvellement de la population, d'émigration de zones rurales ou d'incorporation de territoire agricole par l'accroissement des territoires urbains, la population urbaine et les territoires qu'elle occupe augmentent. La demande de la population urbaine

s'exprime souvent à la fois comme un désir d'une certaine qualité de vie (peu de nuisance sonore, présence d'espace vert, risque technologique réduit, etc.) et des besoins d'accès aux équipements (transport, loisirs, etc.). La transition urbaine qui s'opère ainsi depuis que les villes sont les lieux privilégiés d'accumulations de ressources, tant humaines que matérielles, a conduit à des modifications profondes des schémas urbains. Cette transition urbaine a contribué jusqu'à maintenant à une périurbanisation des aires urbaines entre autres raisons du fait d'une mobilité facilitée. Cette

périurbanisation s'est traduite par un étalement urbain peu dense qui ne semble pas répondre aux besoins d'urbanité, du fait de la dispersion des équipements, et peu aux désirs de qualité environnementale. L'une des principales réflexions concernant le développement durable urbain a trait aux formes urbaines, c'est-à-dire à la morphologie des villes, à la hiérarchie spatiale et aux densités d'agglomération. Même si certains auteurs refusent d'associer densité urbaine et durabilité (Breheny 1992 ; Bannister, 1992), la Commission Européenne a été la première à se saisir de ces questions dans le cadre de son *Livre vert sur l'environnement urbain*. L'étalement urbain y est considéré comme responsable des dégradations environnementales et de la détérioration des conditions et de la qualité de vie en ville.

Personne ne peut plus aujourd'hui prétendre être l'auteur de la ville, par la multiplicité des acteurs et notamment l'implication des citoyens en partie promue par l'objectif de concertation préalable précisé dans la loi SRU. L'émergence de préoccupations environnementales de plus en plus fortes nécessite des outils d'aide à la décision. Ces outils devront pouvoir représenter les conséquences des projets urbains sur l'environnement afin de maîtriser la dispersion des avis entre les acteurs.

À l'heure actuelle un certain nombre de travaux ont été entrepris afin d'évaluer la durabilité des projets d'aménagement. Ces travaux ont abouti au développement d'outils, notamment la démarche SILENE commercialisée par EDF. Les travaux du programme de recherche ADEQUA a conduit à l'évaluation de plusieurs quartiers en France. La démarche AEU promu par l'ADEME constitue sans doute l'outil ayant le plus de recul en terme d'expérience. Néanmoins aucun de ces outils ne s'attache clairement à expliquer les relations entre la forme urbaine et les impacts de l'environnement. D'autre part de nombreux travaux s'intéressent à décrire la forme urbaine en terme de mobilité, d'accessibilité ou encore de densité (Newman et Kenworthy, 1989 ; Frey, 1999 ; Newton, 2000 ; Williams et al., 2000).

Bibliographie

- Allain R., 2004, *Morphologie urbaine, géographie, aménagement et architecture de la ville*, Armand Colin/SEJER, Paris.
- Bannister, D., 1992, Energy use, transport and settlement patterns, in: Breheny M. J. (ed.), *Sustainable Development and Urban Form*, Pion, London.
- Breheny, M. J., 1992, Sustainable development and urban form: an introduction, in: Breheny M. J. (ed.), *Sustainable Development and Urban Form*, Pion, London.
- Williams K., Burton E., Jenks M., 2000, *Achieving sustainable urban form*, E & FN Spon press, London.

Méthodes

L'objet de cette communication est de déterminer parmi les outils de l'évaluation environnementale celui ou ceux qui peuvent être exploités afin d'évaluer les liens entre la forme urbaine et les impacts environnementaux pour répondre à l'objectif plus général d'aide à la décision.

Il existe en effet un certain nombre de d'outils allant de la simple liste de contrôle à des outils plus complexes de modélisation systémique. La première partie de la communication sera consacrée à la comparaison des outils qui sont classiquement utilisés dans le domaine de l'évaluation environnementale (liste de contrôle, matrice descriptives, etc.). Nous aborderons ensuite les contraintes liées à l'étude de la forme urbaine (complexité, les échelles multiples, etc.) et de l'environnement (enjeux variés, critères antagonistes, etc.).

Nous expliciterons pourquoi nos travaux nous ont conduit à utiliser la méthode des réseaux en lien avec les recherches de Sorensen. Les travaux de cet auteur ont été adaptés à notre terrain permettant ainsi la caractérisation des éléments de la forme urbaine. Quant à la classification de la forme urbaine, elle est basée sur celle proposée par Allain (2004) et le classement des modèles urbains par Frey (1999).

Résultats

Les résultats de ce travail indiquent que la description par la méthode des réseaux des interactions, entre à la fois les caractéristiques de la forme urbaine, les fonctions de la ville et les impacts sur l'environnement, semble pertinente. Cela permet en effet de prendre en compte la complexité des interactions qui existe. D'autre part cela fournit un cadre méthodologique pour déterminer les indicateurs nécessaires à l'évaluation des conséquences de la forme urbaine sur l'environnement.

Enfin, l'article présentera les limites et perspectives de ce travail. L'une d'elles s'attache à présenter l'apport des SIG pour l'utilisation et la gestion de ce type d'indicateurs.

Cartographie de la pollution lumineuse zénithale en Bourgogne à partir de données de population et d'occupation du sol

Samuel Challéat

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Bourgogne

Boulevard Gabriel

F-21000 Dijon

samuel.challeat@u-bourgogne.fr

Contexte de l'étude

Les recherches sur la modélisation de la relation pollution lumineuse/concentration de la population ont débuté aux Etats-Unis, avec les études de Walker (1977). Ce dernier a publié une étude sur l'éclairage urbain et son impact sur la luminosité du ciel nocturne, s'appuyant sur la relation suivante : la lumière émise par des villes de développements économiques similaires est approximativement proportionnelle à leur population. L'étude de Walker se base sur des données d'émission de lumière par les éclairages publics de plusieurs villes de Californie aux Etats-Unis. Aujourd'hui encore, les lois de Walker et leurs dérivées sont utilisées pour quantifier spatialement la pollution lumineuse dans le monde. Ainsi, cette relation entre quantité de lumière émise par une ville, population de cette ville et distance à cette ville constitue la base de calcul du programme THOT, développé par M. Bonavitacola en France, chargé de la commission recherche et développement de l'Association Nationale de Protection du Ciel Nocturne (ANPCN). Ce programme avait pour but de permettre une modélisation de la pollution lumineuse afin de définir rigoureusement une méthode de calcul d'un indice de qualité de site et de déterminer ainsi les zones les plus favorables à l'observation astronomique, et donc les zones à protéger.

Plusieurs limites importantes sont à souligner dans le programme THOT et dans la modélisation de Walker elle-même. Concernant cette dernière tout d'abord, le fait que les différentes mesures aient été effectuées aux Etats-Unis, où la forme et la structure des villes sont différentes des villes européennes, rend son application difficile en France. De nouvelles mesures sur les villes française sont donc souhaitables, afin de recalculer des relations semblables mais certainement plus adaptées. De même, pour ajuster ces équations, un

panel plus important de villes serait nécessaire afin de minimiser les biais. La seule considération de l'éclairage public de la voirie n'est pas non plus satisfaisante, mais ces sources d'éclairage restent bien souvent les plus faciles à appréhender d'un point de vue méthodologique. Concernant le programme THOT, sa principale limite réside dans la simplification de la forme urbaine, réduite à un disque (ville de rayon constant dans toutes les directions) complètement uniforme. Bien sûr, le noyau de convolution vient pondérer cela, mais toujours par une fonction isotrope, et donc réductrice de la complexité de la morphologie urbaine. La loi de Walker étant la principale loi utilisée, on retrouve également dans le programme THOT les limites de celle-ci. L'approximation du rayon des villes en fonction de leur population peut être également soumise à critique, d'autant plus que la fonction déterminée l'est à partir de trop peu d'observations.

Objectifs de l'étude

L'étude a pour but de fournir une première cartographie très simple de la pollution lumineuse sous SIG afin de faciliter l'interprétation géographique et, par la suite, la mise en relation avec d'autres facteurs. Bien sûr, un passage vers un modèle prédictif devient nécessaire si l'outil se destine à être une aide décisionnelle ou un outil de recherche ayant pour but d'analyser les conséquences des changements de certains de ses paramètres. Ainsi, un tel modèle pourra servir à évaluer et analyser les conséquences de la pollution lumineuse générée par la construction d'un nouveau quartier résidentiel, d'une zone industrielle, de nouvelles infrastructures routières.

Données et méthodes

Le choix a été fait de modéliser la pollution lumineuse au zénith. La méthodologie diffère donc

de celle utilisée dans le programme THOT, basée avant tout sur les lois de Walker. Le problème posé par cette modélisation de la luminosité du ciel nocturne à 45° au-dessus de l'horizon est que, par définition, une variable de direction doit être utilisée. Cette modélisation de la luminosité du ciel à 45° au-dessus de l'horizon requiert donc l'utilisation d'un opérateur de voisinage qui, en chaque point, observe les éléments l'environnant et calcule une quantité de pollution lumineuse à 45° de hauteur en fonction de cet environnement. Les opérateurs de voisinage sont la base fondamentale du traitement d'image : les traitements effectués en un pixel donné dépendent non seulement de ce pixel mais aussi de pixels appartenant à son voisinage. Dans le cas de la pollution lumineuse, ce type de filtrage est complexe mathématiquement car, il nécessite l'ajout implicite de la troisième dimension, et la notion de distance à la ville devient primordiale, car influant la taille de l'obstruction générée par celle-ci sur chaque pixel.

Pour ces raisons, la modélisation de la pollution lumineuse mesurée au zénith du point d'observation s'est avérée être l'alternative la plus rigoureuse, tout en restant simple à mettre en œuvre du point de vue théorique et pratique. Albers et Duriscoe (2001) ont utilisé cette modélisation zénithale à partir de données de population pour cartographier la pollution lumineuse aux Etats-Unis. La relation utilisée est similaire à celle de la loi de Walker (1977), car elle met en relation l'intensité lumineuse émise par une ville avec sa population et la distance d'observation, mais elle estime cette intensité au zénith au lieu de l'estimer à 45° de hauteur sur l'horizon, supprimant le problème de l'orientation de la mesure.

La relation, pour chaque ville, est la suivante : $I(1)_{i(x,y)} = 11\,300\,000.P.R^{-2.5}$

où I_i est l'intensité lumineuse du ciel en nanoLamberts en un point i de coordonnées x et y , P la population de la ville (1) et R la distance à la ville (1), en mètres. Pour obtenir, en un lieu donné de coordonnées x et y , la pollution lumineuse au zénith émise par l'ensemble des n villes environnantes, il

suffit de sommer les intensités émises par chacune d'elles : $I(\text{tot})_{i(x,y)} = [I(1)_{i(x,y)} + I(2)_{i(x,y)} + \dots + I(N)_{i(x,y)}]$

La distance à la ville considérée ici est bien la distance à la zone bâtie, et non la distance au centroïde de cette zone. Ceci permet de conserver la morphologie des zones artificialisées, extraites de Corine Land Cover 2000, et d'affiner ainsi la cartographie par rapport à celle produite par le programme THOT, qui considère des villes parfaitement circulaires. La population utilisée est celle du RGP de 1999, à l'échelon communal, distribuée dans les différentes zones bâties d'une même commune en fonction de la superficie de chacune de ces zones.

Résultats obtenus et pistes de réflexions

La cartographie obtenue sur la Bourgogne permet de mettre en évidence deux zones relativement épargnées par une pollution lumineuse massive : le centre de la région, abritant le Parc Naturel Régional du Morvan, et le nord de la Côte d'Or (plateau de Langres). Ces deux « creux » de pollution s'opposent à deux structures axiales que sont la ligne Auxerre-Sens et Dijon-Mâcon, véritables « couloirs » de pollution dont les impacts éventuels sur les écosystèmes constituent une voie privilégiée de recherche.

Le but affiché ici était bien celui de la faisabilité d'une première cartographie régionale de la pollution lumineuse à partir de données d'occupation du sol et de population, sous SIG. Le travail présenté constitue donc la base d'une étude approfondie dans laquelle d'autres paramètres sont à prendre en compte. Citons l'utilisation d'un opérateur de voisinage et l'intégration, via un Modèle Numérique de Terrain (MNT), de la variable « altitude » qui a deux impacts non négligeables sur la distribution spatiale de la pollution lumineuse. Des effets de masquage par les reliefs, ainsi que des effets de diffusion plus ou moins prononcés de la lumière par l'atmosphère selon l'altitude. Ainsi, cette cartographie ne constitue réellement que la première étape de la mise en place d'un véritable outil de monitoring de l'environnement nocturne à l'échelle nationale.

Mots-clés : pollution lumineuse, Bourgogne, modélisation, cartographie.

Bibliographie

- Albers, S. et Duriscoe D., 2001, Modeling Light Pollution from Population Data and Implications for National Park Service Lands, *The Georges Wright Forum*, 18, 56-68.
- Bonavitacola M., 2001, *Le programme THOT, Documentation ANPCN*. <http://www.astrosurf.com/anpcn/simulation/>
- Walker M. F., 1977, The effects of urban lighting on the brightness of the night sky, *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, 89, 405-409.



Atelier 13

Structures socio-culturelles

Président : Patrice Caro

Virginie Crémades

Analyse comparative de l'offre culturelle urbaine européenne

Marie-Noëlle Comin, Joël Boulier

Approfondir l'analyse des territoires dans les études de localisation optimale de sites d'offre de service de proximité

Analyse comparative de l'offre culturelle urbaine européenne

Virginie Crémades

Laboratoire MTG, UMR IDEES – Université de Rouen
1 rue Thomas Becket
F-76821 Mont-Saint-Aignan cedex
virginie.cremades@etu.univ-rouen.fr

La culture, autrefois, était considérée comme réservée à une élite. Aujourd'hui, bien que son accès et sa définition se soient élargis, une partie de la population demeure en marge. Des années 1960, date à laquelle elle s'institutionnalise dans plusieurs pays, à aujourd'hui, l'intérêt porté à la culture est croissant. Elle est désormais au cœur des préoccupations politique, économique, sociale et scientifique. Cette notion est difficile à identifier, de nombreuses définitions sont recensées (Cuhe, 1996). En suivant celle formulée par l'UNESCO nous cherchons à étudier la culture au sens large comme : « *l'ensemble des traits distinctifs, spirituels et matériels, intellectuels et affectifs, qui caractérisent une société ou un groupe social. Elle englobe, outre les arts et les lettres, les modes de vie, les droits fondamentaux de l'être humain, les systèmes de valeurs, les traditions et les croyances* ». ⁸ Dans une Europe en construction, pouvons-nous parler d'une offre culturelle commune ? Assistons-nous à une convergence de cette offre ? Ou bien, sommes-nous face à des offres culturelles urbaines distinctes ?

Pour répondre à cette question, nous avons choisi d'étudier l'offre culturelle au travers des équipements culturels. Ces structures permettent la création et la diffusion de la culture. Elles représentent une offre quantifiable et localisable sur un territoire. Nous étudions non seulement les structures pérennes comme les musées, mais aussi les structures temporaires comme les festivals. C'est sur le territoire urbain que se situe la majorité des équipements culturels. Ils représentent un enjeu majeur au sein des agglomérations. Ils permettent à la fois de véhiculer un sentiment d'appartenance au territoire, mais aussi d'accroître la concurrence aux niveaux intra-urbain et inter-urbain. À travers l'image véhiculée par ces équipements, la perception des villes change, favorisant ainsi la notoriété ou au contraire l'anonymat de celles-ci. L'essentiel de la population européenne est

désormais urbaine, et sa demande culturelle est de plus en plus forte, tant en termes quantitatifs qu'en termes qualitatifs. L'augmentation du temps libre et la rapidité des déplacements a accentué ce phénomène. Aujourd'hui il est possible pour un européen de visiter l'une des grandes agglomérations européennes le temps d'un week-end. Il est donc important de percevoir que ces territoires ont une double demande culturelle à satisfaire : interne de la part de ses habitants mais aussi externe de ses excursionnistes (à la journée) et touristes (une nuitée et plus).

Matériel et méthodes

Nous avons choisi d'étudier cette offre à l'échelle des agglomérations, correspondant souvent au bassin de vie des urbains. Nous avons comptabilisé 227 agglomérations de plus de 200 000 habitants. Ce seuil permet de disposer d'un panel d'agglomérations de taille moyenne à très grande. Notre territoire d'étude comprend les agglomérations situées dans les pays de l'Union Européenne, ainsi qu'en Suisse et en Norvège.

Une double tendance influence l'offre culturelle urbaine. D'une part, les agglomérations, entrées dans la mondialisation, qui disposent d'équipements homogènes (bibliothèques, salles de spectacle, etc.), vont miser sur la quantité d'offre culturelle basique pour se distinguer. D'autre part, les agglomérations qui jouent sur les spécificités locales, vont vouloir se différencier par la qualité d'une offre diversifiée. Elles vont mettre en place des équipements spécifiques, comme un festival particulier, ou essayer d'obtenir un label reconnu, un classement au patrimoine mondial par l'UNESCO par exemple.

Aucune base de données ne préexistait pour appréhender cette offre culturelle urbaine européenne. Nous avons donc créé une base de données comparable en choisissant des équipements culturels précis. Cette base de données non exhaustives est composée de 15 indicateurs

⁸ Déclaration de Mexico sur les politiques culturelles. Conférence mondiale sur les politiques culturelles, Mexico City, 26 juillet - 6 août 1982.

concernant une culture au sens large : Équipements touristiques culturels selon le Guide Vert Michelin Europe 2003, Équipements touristiques culturels selon *The Rough Guide to Europe 2006*, Festivals des arts de la rue, Expositions d'art les plus plébiscitées par le public en 2003, Fête européenne de la musique, Festivals de l'association européenne des festivals, Festivals lyriques, Éditeurs, Festivals de film d'animation, Cinémas appartenant au réseau Europa Cinéma, Sites classés au patrimoine mondial par l'UNESCO, Festivals de films selon *European Coordination of Film Festival*, Capitales européennes de la culture, Mois culturels européens et Musées d'art reconnus disposant d'un site web.

Ces indicateurs ne couvrent pas l'ensemble de l'offre culturelle, ce qui constitue un biais. Ainsi, 21 agglomérations sur 227 ne disposent d'aucun de ces 15 types d'équipements. Cela ne signifie pas qu'elles n'ont pas d'offre culturelle, elles disposent d'autres équipements que ceux étudiés, notamment des équipements de base, communs à l'ensemble de ces agglomérations (bibliothèque, salle de spectacle...).

Nous avons intégré ces indicateurs dans un système d'informations géographiques nous permettant de cartographier l'offre culturelle. Face à un grand nombre de données quantitatives, nous avons procédé à une Analyse en Composantes Principales (ACP) pour dégager les premières tendances de cette offre. Nous avons effectué cette analyse avec l'ensemble des 227 agglomérations.

Résultats

Le premier axe de l'ACP qui représente 41 % de la variance montre l'offre urbaine en termes quantitatifs. Ainsi quelques agglomérations se distinguent telles Paris, Londres, Rome et Vienne avec une offre très élevée, puis Bruxelles, Berlin, Barcelone et Budapest les suivent avec une offre importante. De ce fait, il semble que ce premier axe suive la hiérarchie urbaine (métropoles, capitales...).

Mots-clés : agglomération urbaine, équipements culturels, Europe, système d'informations géographiques.

Bibliographie

- Collectif, 1982, Déclaration de Mexico sur les politiques culturelles. Conférence mondiale sur les politiques culturelles, Mexico City, 26 juillet - 6 août 1982.
- Council of Europe/EriCarts, 2006, Compendium of Cultural Policies basic and trends in Europe.
- Cuche D., 1996, *La notion de culture dans les sciences sociales*, Éditions La Découverte, Paris.
- Lucchini F., 2002, *La culture au service des villes*, Anthropos, Paris.
- Rozenblat C., Cicille P., 2003, *Les villes européennes. Analyse comparative*, La documentation française, Paris.
- Sticht P., 2000, *Culture européenne ou Europe des Cultures*, L'Harmattan, Paris.

Le second axe, qui représente près de 10 % de la variance, nuance la hiérarchie urbaine. Il montre une double tendance de l'offre culturelle en termes qualitatifs. D'une part, Paris et Londres ressortent comme des agglomérations disposant de nombreux équipements permanents comme des maisons d'éditions, des musées ayant organisé des expositions d'art les plus plébiscitées par le public ou des musées d'art. D'autre part, Bruxelles, puis Prague, Athènes, Dresde, Hambourg et Lisbonne ressortent de cette analyse comme des agglomérations disposant d'une offre plus spécifique et temporaire, en ayant organisé des festivals de films ou encore une manifestation culturelle exceptionnelle en étant élue capitale européenne de la culture.

Ces premières analyses témoignent à la fois de similitudes et de différences au regard de l'analyse de l'offre culturelle urbaine. Globalement, les capitales politiques ressortent avec une offre culturelle importante ainsi que les plus grandes agglomérations en termes démographiques en Europe de l'Ouest et de l'Est. En effet, quantitativement, l'offre culturelle urbaine européenne est fortement corrélée à des variables démographique (population), économique (PIB régional), touristique (nombre d'hôtels) ou de transports (nombre de passagers par aéroport), attestant de l'influence de la hiérarchie urbaine. Nous devons désormais nous intéresser à l'étude des résidus car certaines agglomérations de plus de 200 000 habitants ne suivent pas la tendance. Nous avons constaté que certaines ne disposaient d'ailleurs d'aucun équipement recensé dans cette recherche. De plus, la partie qualitative de l'offre reste inexplicée. La diversité culturelle est peu corrélée avec les variables influençant le nombre d'équipements culturels. Nous continuons donc dans cette voie afin d'essayer de saisir les facteurs influençant la qualité de l'offre.

Approfondir l'analyse des territoires dans les études de localisation optimale de sites d'offre de service de proximité

Marie-Noëlle Comin, Joël Boulier

UMR Géographie-cités – CNRS / Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne

13 rue du Four

F-75006 PARIS

comin@parisgeo.cnrs.fr

joel.boulier@wanadoo.fr

Contexte

La localisation optimale d'un ensemble de sites d'offre de services de proximité repose sur quatre étapes majeures que l'on peut brièvement énumérer comme suit : 1) *l'analyse de l'offre de service* qui a pour but d'évaluer l'implantation existante des sites d'offre afin de définir les modifications que l'on peut y apporter ; 2) *l'analyse de la demande*, qui consiste à définir la distribution géographique des différents types d'utilisateurs des services étudiés et leurs besoins ; 3) *l'analyse des territoires géographiques particuliers* sur lesquels est menée l'étude et qui la délimitent spatialement (parfois en faisant abstraction des territoires contigus qui pourtant peuvent entretenir des relations très fortes et fonctionner étroitement avec les territoires étudiés) et l'orientent vers des besoins et des contraintes spécifiques à ces territoires. 4) Le choix d'un modèle de localisation-affectation pour ajuster l'offre à la demande et dont la fonction d'objectif et les contraintes qui lui sont imposées sont adaptées à la problématique de l'étude. Ce modèle présentant le double avantage de permettre d'analyser simultanément un grand nombre de paramètres (sélectionnés lors des étapes précédentes) et de simuler les conséquences des aménagements proposés.

Nous avons fait le constat que les recherches publiées portant sur la localisation optimale de sites d'offre de services de proximité n'étudient que peu les territoires sur lesquels elles proposent d'implanter des sites d'offre. Ces territoires sont, en effet, souvent réduits à une simple fonction de support, plus ou moins considéré comme étant isotrope, et sur lequel il s'agit de localiser d'une part, les sites potentiels d'offre ; et d'autre part, la demande qui, dans le cas des modèles discrets, résulte d'un compromis entre la nécessité d'avoir un

nombre restreint de points de demande pour que le modèle de localisation-affectation soit aisément manipulable et celle de travailler à l'échelle géographique la plus grande possible pour que la modélisation de la demande sous forme discrète introduise le moins d'erreurs possible dans le modèle. Il résulte de ce qui précède que les recherches publiées ne proposent que rarement de nouvelles méthodes pour approfondir l'analyse des territoires dans les études de localisation optimale de sites d'offre de service de proximité, ce que nous nous attacherons à faire dans cette présentation. Ici nous nous intéressons à ce problème particulièrement sous l'angle de la localisation des sites d'offre de service publics de proximité, parce qu'il nous semble que du fait de leur mission d'intérêt général et parfois même de leur mission d'aménagement du territoire (exemples : La Poste, maisons de services publics, écoles, etc.) la localisation de ces services nécessite peut être plus que les autres une analyse fine des territoires et des ses diverses composantes.

Méthodes

En l'état actuel de nos recherches, nous proposons ici trois méthodes opérationnelles permettant de résoudre des problèmes liés à l'analyse des territoires qui sont fréquemment rencontrés (et souvent ignorés) dans les études de localisation optimale de sites d'offre de service de proximité. Ces méthodes s'articulent entre elles :

Le problème de l'échelle nationale. Réorganiser un réseau d'offre de service de proximité à l'échelle de la France à l'aide d'un modèle unique n'est pas satisfaisant dans la mesure où, d'une part la France se compose de différents milieux dans lesquels les attentes et les besoins des habitants ne sont pas les mêmes en ce qui concerne la localisation des services de proximité ; et d'autre part, la majorité

des services de proximité modifie leur offre de service en fonction du milieu dans lequel ils sont implantés⁹. Ainsi, pour prendre en compte les différents milieux composant le territoire français nous proposons d'établir une typologie des 1916 bassins de vie français et de sélectionner un ou plusieurs bassins de vie caractéristiques de chacun des types définis pour réorganiser le réseau de site d'offre de service à l'aide du modèle calibré pour chacun de ces types. Les bassins de vie présentant le double avantage d'être à la fois des espaces cohérents en termes d'accessibilité aux services de base, et d'être un découpage à une échelle suffisamment grande pour pouvoir faire une analyse fine des territoires, de leurs habitants et de l'offre dont ils disposent.

Le problème de l'allocation des sites d'offre dans le cas de déplacements à buts multiples. De nombreux sites d'offre de service de proximité sont fréquentés en majorité à proximité du domicile des utilisateurs à l'occasion d'un trajet à buts multiples. Ici nous nous intéressons aux déplacements à buts multiples concernant la fréquentation d'un site d'offre de services à l'occasion d'un déplacement domicile/travail (ex : écoles, crèches, etc.). Les études portant sur ce type de service allouent au point de demande¹⁰, le plus souvent, le site le plus proche quelle que soit la direction dans laquelle les utilisateurs se dirigent pour accéder à leur lieu de travail. Nous proposons d'utiliser les fichiers des flux pendulaires de l'INSEE afin de privilégier les directions réelles des déplacements des utilisateurs et ainsi d'allouer un ou plusieurs sites d'offre aux points de demande en fonction de l'angle (ou des

angles) défini par l'orientation des déplacements domicile/travail des utilisateurs.

Définir la proximité d'un site d'offre de service à un point de demande. Une des questions fréquemment soulevée lors de l'allocation d'un point de demande à un site d'offre de service est celle de la définition de sa proximité. Généralement, la règle d'allocation d'un modèle de localisation-affectation est d'allouer au point de demande le site d'offre le plus proche. Toutefois, les utilisateurs ne fréquentent pas toujours le site d'offre de service le plus proche pour plusieurs raisons dont les principales sont, d'une part qu'ils ignorent parfois l'existence d'un site d'offre plus proche que celui qu'ils fréquentent ; et d'autres part, qu'ils se rendent aux sites d'offres de service à l'occasion de trajets à but multiples et ne fréquentent donc pas toujours les mêmes sites d'offre. Ainsi, d'autres règles d'allocation sont envisageables en fonction de la problématique territoriale définie : allouer la demande à plusieurs sites d'offre, (1) en fonction de leur proximité (par exemple trois plus proches d'un point de demande donné), (2) en fonction d'une distance maximale à ne pas dépasser (par exemple : les sites d'offre localisés à moins de 500 mètres d'un point de demande donné), (3) en fonction d'un seuil parfois appelé « naturel » défini comme représentant un saut distinct sur un diagramme cartésien présentant en abscisse le rang des sites d'offre et en ordonnée la distance.

Ainsi, cette présentation vise à développer ces nouvelles méthodes opérationnelles permettant d'approfondir l'analyse des territoires en mettant en œuvre des méthodes empruntées à la géographie. Cette présentation n'a aucunement l'ambition d'être exhaustive, mais a pour but avoué de stimuler la recherche de nouvelles méthodes d'analyse des territoires dans le domaine de la localisation optimale des sites d'offre de service de proximité et de ce fait, d'accorder plus de place à la géographie dans ce champ d'étude pluridisciplinaire.

⁹ Les auteurs s'accordent sur le fait que la problématique de la localisation des services de proximité n'est pas la même en fonction des milieux qu'il s'agit de réaménager (globalement : milieux urbains, ruraux, périurbains et zones en difficultés). Cela est le cas, par exemple, de La Poste qui a une mission de service public d'intérêt général qui concerne, en majorité les zones rurales et d'aménagement du territoire (notamment dans les zones en difficulté), mais qui a également des impératifs économiques qui se traduisent par une hiérarchisation des services disponibles dans les divers points de contact en fonction du nombre et des caractéristiques des habitants du territoire dans lequel ils sont implantés.

¹⁰ Généralement la demande est localisée à son domicile et est modélisée par un point localisé au point médian d'une zone administrative.

Mots-clés : localisation optimale, services de proximité, territoires.

Bibliographie

- Béguin H., Hansen P., Thisse J.-F., 1982, *Où construire les équipements de collectifs ?* Recherches Économiques de Louvain, 48, 211-215.
- Daskin M., 1995, *Network and discrete location: models, algorithms, and applications*, John Wiley, New-York.
- Drezner Z., Hamacher H., 2001, *Facility Location, Application and Theory*, Springer, New-York.
- Merenne-Schoumaker B., 1996, *La localisation des services*, Nathan, Paris.
- Peeters D., Thomas I., 2001, La localisation des services publics : de la théorie aux applications, in : Sander (dir.), *Modèles en analyse spatiale*, Hermès, Paris, 105-127.

Atelier 14

Interactions sociales et dynamiques spatiales

Président : Éric Daudé

Geoffrey Caruso, Mohamed Hilal

Calibrage des préférences des ménages pour les espaces ouverts en utilisant un automate cellulaire urbain

David Perrussel-Morin, Cyrille Genre-Grandpierre

Le niveau de potentiel d'interactions sociales au quotidien est-il une permanence urbaine ?

André Ourednik

L'identité spatiale et ses effets émergents dans un modèle basé individus de la mobilité résidentielle

Matteo Caglino, Giovanni Rabino

The SLEUTH Urban CA-Based Model: an evaluation

Calibrage des préférences des ménages pour les espaces ouverts en utilisant un automate cellulaire urbain

Geoffrey Caruso*, Mohamed Hilal**

* Département de Géographie – Université Catholique de Louvain
3, place Louis Pasteur
B-1348 Louvain-la-Neuve – Belgique
caruso@geog.ucl.ac.be

** UMR 1041 CESAER – INRA Dijon
26, boulevard Docteur Petitjean
BP 87999, F- 21079 Dijon cedex
hilal@enesad.inra.fr

Introduction

Nous présentons, dans cet article, le calibrage d'un modèle de croissance résidentielle fondé sur un automate cellulaire urbain. Reposant sur la théorie micro-économique urbaine, ce modèle peut également être vu comme l'expression spatiale et dynamique d'un modèle économique urbain avec externalités de voisinage. Le modèle intègre le temps et l'espace de sorte que l'équilibre bidimensionnel de longue durée des localisations résidentielles est atteint graduellement, au lieu d'être une projection instantanée comme dans la majorité des modèles d'économie urbaine. Les configurations spatiales résultantes et leurs dynamiques sont liées aux préférences des ménages. Les travaux antérieurs ont montré que ce modèle est capable de produire des configurations spatiales plus ou moins denses et fragmentées qui dépendent notamment de la préférence des ménages pour les espaces ouverts.

Méthodes

Ici, nous proposons une méthode pour calibrer les préférences des ménages pour les espaces ouverts qui se trouvent dans leur voisinage. Nous considérons le cas de l'aire urbaine dijonnaise et utilisons les valeurs foncières observées pour

calibrer ces préférences et donc l'automate cellulaire. Parce que le modèle considère un espace bidimensionnel et par le fait que la densité locale dépend non seulement de la distance au centre mais aussi des caractéristiques du voisinage (accessibilité aux services publics locaux, espaces ouverts), les profils de rentes foncières qui résultent du modèle sont discontinus et en « dents de scie ». Nous tentons dans ce papier de faire correspondre ces profils complexes résultant du modèle à ceux observés dans la réalité. Dans une première étape, nous contraignons un certain nombre de paramètres du modèle en utilisant des informations concernant le budget et dépenses des ménages. Ensuite, certaines propriétés d'équilibre du modèle nous permettent de définir une valeur de préférence pour les espaces ouverts. Des simulations sont ensuite nécessaires afin d'estimer l'extension spatiale du voisinage considéré par les ménages pour évaluer ces externalités vertes. Ces simulations permettent d'affiner la correspondance entre les profils de rentes observés et ceux générés par le modèle. De plus, ce modèle de simulation permet de reconstruire l'évolution des structures urbaines à travers le temps et notamment de définir de façon endogène le moment auquel les processus de croissance de la ville (périurbanisation) devrait prendre fin.

Mots-clés : automate cellulaire, configurations spatiales, agglomération/dispersion, externalités de voisinage, périurbanisation.

Bibliographie

- Brueckner J. K., 2000, Urban growth models with durable housing: An overview, in: Thisse, J. F., Huriot, J. M. (Eds.), *Economics of cities: theoretical perspectives*, Cambridge University Press, Cambridge, 263–289.
- Caruso G., Peeters D., Cavaillhes J., Rounsevell M., 2005a, Spatial configurations in a periurban city. A cellular automata-based microeconomic model, *Regional Science and Urban Economics*, forthcoming.
- Caruso G., Rounsevell M., Cojocaru G., 2005b, Exploring a spatio-dynamic neighbourhood model of residential dynamics in the Brussels periurban area, *International Journal of Geographical Information Science*, 19 (2), 103–123.
- Durlauf S. N., 2004, Neighborhood effects, in: Henderson V., Thisse J.-F. (Eds.), *Handbook of Urban and Regional Economics*, 4, Elsevier, Amsterdam.
- Fujita M., 1989, *Urban Economic Theory: land use and city size*, Cambridge University Press, Cambridge.
- Galster G. C., Quercia R. G., Cortes A., 2000, Identifying neighborhood thresholds: an empirical exploration, *Housing Policy Debate*, 11(3), 701–732.
- Hilal M., 2005, Localisation des emplois et déplacements domicile-travail dans le grand dijon et sa périphérie, *INSEE-Bourgogne*, Dossier 42.
- Turner M. A., 2005, Landscape preferences and patterns of residential, *Journal of Urban Economics*, 57, 19–54.
- Yacovissi W., Kern C. R., 1995, Location and history as determinants of urban residential density, *Journal of Urban Economics*, 38, 207–220.

Le niveau de potentiel d'interactions sociales au quotidien est-il une permanence urbaine ?

David Perrussel-Morin, Cyrille Genre-Grandpierre

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse

74 rue Louis Pasteur

F-84029 Avignon Cedex 1

david.perrusselmorin@voila.fr

cyrille.genre-grandpierre@univ-avignon.fr

Contexte

Bien souvent on fait rimer urbanité et densité de population. Cela revient à considérer que c'est la seule densité qui assure le fort potentiel d'interactions sociales et qui constitue une des principales qualités urbaines, en induisant notamment l'émergence des économies d'agglomération constitutives du phénomène urbain (Huriot, 1998). Aussi, la baisse de densité qui a accompagné l'étalement urbain de ces 30 dernières années a-t-elle parfois été perçue comme « la fin des villes ». Toutefois, il s'avère partiellement faux d'assimiler densité de population et niveau de potentiel d'interactions sociales, qui décrit la capacité à entrer en relation avec l'autre. En effet, si ce potentiel dépend bien de la densité, il dépend également de la capacité à se déplacer et plus précisément de la vitesse des déplacements. Deux espaces avec des densités différentes peuvent en effet présenter les mêmes potentiels d'interactions sociales si les vitesses de déplacement varient. Sur la Fig. 1, la densité est forte et la vitesse est faible, les points sur les axes interagissent avec l'individu de calcul au centre du réseau. Sur la Fig. 2, la densité est plus faible, mais la vitesse est multipliée par 5 ; le potentiel d'interaction est toutefois le même que dans le premier cas.

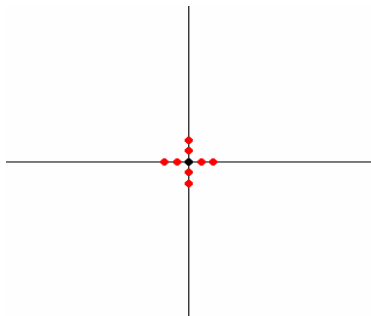


Fig 1. Densité forte, vitesse faible

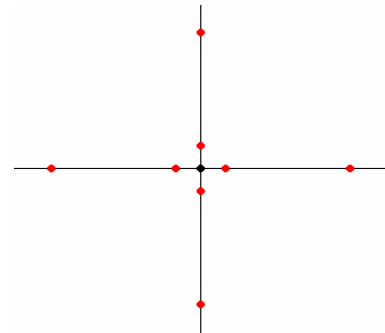


Fig. 2. Densité faible, vitesse forte

Le potentiel d'interactions sociales peut donc se définir dans une première approche comme le nombre d'individus atteignables au départ d'un lieu, en un temps donné et avec un mode de transport donné.

L'étalement urbain s'étant réalisé en maintenant constant le budget temps de transport quotidien individuel autour d'une heure trente grâce à l'augmentation des vitesses de déplacement (conjecture de Zahavi), on peut penser que densité, vitesse de déplacement et « urbanité » sont liées. Tout se passe comme si, au-delà des transformations morphologiques et des redistributions de population, une des permanences du « vivre en ville » était d'être en mesure d'accéder, avec un système de transport donné, à un niveau de potentiel d'interactions sociales apte à permettre à chacun d'assurer son quotidien (emploi, achats, loisirs) dans un temps de transport fixé. À l'heure de l'urbain généralisé, être ou ne pas être urbain ne dépend-il pas avant tout du potentiel d'interactions que procure la localisation de l'habitat et les moyens de transports dont on dispose ?

Objectif

L'objectif de cet article consiste à tester cette hypothèse selon laquelle une des permanences de la

ville réside dans sa capacité à assurer un niveau de potentiel d'interactions sociales donné. Nous chercherons ainsi à évaluer les variations spatiales et temporelles (notamment depuis 1945) du potentiel d'interactions sociales. Est-il le même partout et de tout temps (ce qui en ferait effectivement une permanence de la ville) ou varie-t-il au contraire :

- en fonction de la taille des villes, définissant ainsi différents niveaux d'urbanité ?

- au sein même des villes : selon un simple gradient centre périphérie ou selon des configurations spatiales plus complexes ?

- dans les agglomérations (où est le rural et l'urbain d'après le potentiel). In fine le potentiel permet-il de définir une limite fonctionnelle de la ville ?

- selon la motorisation dont disposent les individus : peut-on être morphologiquement dans la ville mais pratiquement hors de la ville, car pas en

mesure de profiter des interactions sociales qu'elle permet théoriquement ? etc.

Méthode

À partir de données actuelles et anciennes (notamment sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur), nous calculerons, grâce aux systèmes d'information géographique, des potentiels d'interactions locaux tel que définit plus haut. Pour le calcul, une première étape consiste à distribuer la population dans la surface bâtie (extraite selon les cas du cadastre ou de cartes topographiques numérisées), puis à calculer des isochrones pour différents modes de transport, grâce aux capacités de parcours de graphes des SIG, au départ des lieux j pour lesquels on veut évaluer le potentiel. On somme enfin la population accessible au départ des lieux j en un temps donné et on cartographie les résultats par interpolation.

Mots clés : ville, étalement urbain, potentiel d'interaction, accessibilité.

Bibliographie

- Ascher F., 1995, *Métapolis ou l'avenir des villes*, Odile Jacob, Paris.
- Bairoch P., 1985, *De Jéricho à Mexico : villes et économie dans l'histoire*, Gallimard, Paris.
- Beauchard J., 1996, *La ville pays*, Éditions de l'Aube, Poitiers.
- Chalas Y., Dubois-Taine G., 1997, *La ville émergente*, Éditions de l'Aube, Poitiers.
- Dupuy G., 1995, *L'auto et la ville*, Flammarion, Paris.
- Roncayolo M., 1990, *La ville et ses territoires*, Gallimard, Paris.
- Wiel M, 1999, *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Mardaga, Paris.
- Wiel M., 2002, *Ville et automobile*, Descartes et Cie, Paris.
- Mangin D., 2004, *La ville franchisée : formes et structures de la ville contemporaine*, Éditions de la Villette, Paris.
- Huriot J. M. (dir), 1998, *La ville ou la proximité organisée*, Economica, Paris.
- Asher F., 2005, Formes urbaine, in : *Villes en évolution*, Institut des villes, collection villes et société, La Documentation Française, Paris.

L'identité spatiale et ses effets émergents dans un modèle basé individus de la mobilité résidentielle

André Ourednik

Laboratoire Chôros

École Polytechnique Fédérale de Lausanne

CH-1015 Lausanne

andre.ourednik@epfl.ch

Contexte et objectif

Dans le domaine de la modélisation *bottom-up* des phénomènes géographiques, nous connaissons essentiellement deux approches. Dans la première, ce sont les unités spatiales – entités immobiles – qui jouent le rôle d'agents de la dynamique spatiale modélisée. Telle est l'approche dite des « automates cellulaires », introduite en géographie par W. Tobler (1979). Dans une deuxième approche, ce sont les agents mobiles – des personnes physiques, voire des agrégats de ces dernières (ménages, entreprises, véhicules) – qui constituent les éléments agissants d'un tel système. Nous parlons, dans ce cas, de modèles « basés individus » ou « basés agents » (MBI).

Ce que nous constatons est que, malgré la place centrale qu'occupe l'individu dans les MBI, ce type de modèles n'est que rarement centré sur ce que nous considérons comme l'aspect fondamental de l'individu : la capacité d'évaluer une même situation locale selon un système de valeurs personnel, et d'agir ainsi de manière proactive, à la poursuite d'un *projet* individuel (Maes, 1995) articulé dans ces valeurs. De nombreux MBI, en effet, présentent l'individu uniquement comme un agent réactif, voire comme opérateur d'un principe de fonctionnement général, déduit d'observations sur l'ensemble de la société, voire sur d'autres structures dynamiques.

Cela est le cas surtout dans des MBI à haut degré d'abstraction, souvent inspirés de phénomènes physiques, comme celui de l'agrégation limitée par la diffusion (Batty et Longley, 1989) ou de percolation (Makse et al., 1998). Même dans des modèles mettant plus explicitement en scène des individus humains¹¹, cependant, il arrive souvent

que le projet de ces derniers soit, sinon absent, du moins entièrement déterminé par d'autres variables. Ainsi, dans des modèles économiques, héritiers de la tradition d'une recherche de l'équilibre spatial (voir par exemple Kii et Doy, 2005), la position des individus dans l'environnement urbain est somme toute déterminée par leur classe de revenu. De même, dans des modèles de ségrégation, l'attitude des individus à l'égard des représentants d'un autre groupe social est entièrement déterminée par leur propre groupe d'appartenance (sous le mode « les blancs n'aiment pas habiter dans un quartier majoritairement noir ») (Schelling, 1978). Le statut de l'individu dans les MBI est de cette manière réduit à celui de l'instance d'un habitus de classe ou d'un processus économique à plus vaste échelle.

Dans les dernières années, néanmoins, de nombreux apports ont été faits aux modèles de l'individu dans les MBI, notamment en ce qui concerne la prise en compte de l'évolutivité des objectifs individuels (Benenson et Torrens, 2004 : 199-205). Ce que nous souhaitons faire ici est d'avancer dans cette direction en constituant un modèle de la mobilité résidentielle entièrement centré sur les effets émergents de diverses finalités résidentielles que peuvent adopter les individus d'une population, indépendamment de leur position économique ou sociale. Nous espérons ainsi obtenir une série de modèles formels du lien existant entre les identités spatiales des individus (Hagel et al., 1995) et la structure globale de leur espace habité.

Méthode

Dans un premier modèle de ce type, nous avons souhaité examiner l'impact des attitudes divergentes que peut adopter un individu à l'égard de ses semblables et dissemblables. La méthode adoptée a été la construction d'un MBI théorique,

¹¹ Pour une présentation systématique de ce type de MBI, voir notamment Epstein et Axtell (1996) ainsi que Benenson et Torrens (2004).

basé non pas sur des données collectées dans le cadre du projet mais sur la définition formelle d'une série d'attitudes individuelles, inspirée de résultats de recherches antérieures (par exemple Hagel et al., 1995 ; Pinson et Thomann, 2000).

Nous avons défini quatre groupes sociaux abstraits¹² dont chaque individu, indépendamment de son groupe, pouvait développer l'une des trois attitudes possibles : l'*allogophilie*, consistant à valoriser la présence d'individus d'un autre groupe, l'*allogophobie*¹³, consistant à déprécier cette présence, et l'*indifférence*, consistant à n'attacher aucune importance à l'environnement social dans le choix du lieu de résidence. La population ainsi constituée a été répartie dans un espace urbain polycentrique type, représenté sur une grille hectométrique et reproduisant une décroissance de la densité du bâti avec la distance des centres. Cette répartition a été retenue comme état initial fixe pour l'ensemble des simulations exécutées par la suite.

Lors de ces simulations, nous avons varié uniquement la proportion des *allogophiles*, des

¹² Dans une volonté de rendre notre modèle généralisable, nous n'attribuons pas une signification concrète à ces groupes, en termes, par exemple, de classe de revenu ou d'appartenance ethnique.

¹³ De « ἄλλος » désignant l'autre, en tant que différent d'un sujet considéré.

allogophobes et des *indifférents* dans la population totale, afin d'observer l'effet direct de l'*attitude dominante à l'égard de l'altérité* sur l'espace urbain dans son ensemble.

Principaux résultats

À l'issue des simulations de ce premier modèle, nous avons constaté qu'une population à forte proportion d'allogophiles se constitue en une ville fortement concentrée, avec des lieux présentant une haute mixité sociale et peuplés jusqu'aux seuils d'occupation maximaux. Contrairement à cela, la tendance urbanistique d'une société d'allogophobes semble être celle d'un centre abandonné, avec une large masse de la population occupant une périphérie hautement ségréguée.

Contexte institutionnel

Le modèle ci-présenté constitue un élément du projet de recherche « *Our Inhabited Space* », lancé en octobre 2005, dirigé par Jacques Lévy (laboratoire Chôros, EPFL) et existant grâce au soutien du Fonds National de Recherche Suisse. Pour plus de détails sur ce projet, voir : <http://choros.epfl.ch/page60319> ainsi que <http://www.nfp54.ch>.

Mot-clés : individu, identité spatiale, périurbanisation, mixité sociale, espace urbain.

Bibliographie

- Batty M., Longley P., Fotheringham S., 1989, Urban growth and form: scaling, fractal geometry, and diffusion-limited aggregation, *Environment and Planning A*, 21(11), 1447-1472.
- Benenson I., Torrens M. P., 2004, *Geosimulation: Automata-based modeling of urban phenomena*, John Wiley & Sons, West Sussex.
- Epstein J. M., Axtell R. L., 1996, *Growing Artificial Societies: Social Science from the Bottom Up*, Brookings Institution Press, Washington D.C.
- Hagel F., Lévy J., Mattei M.-F., 1995, *Identités spatiales, identités politiques en Île-de-France*, Ministère de l'Équipement, du Logement, des Transports et de l'Espace, Secrétariat Permanent du Plan Urbain, Direction de l'Architecture et de l'Urbanisme, Paris.
- Kii M., Doi K., 2005, Multiagent land-use and transport model for the policy evaluation of a compact city, *Environment and Planning B*, 32, 485-504.
- Maes P., 1995, Modeling adaptative autonomous agents, in: Langton C.G. (ed.), *Artificial Life, An Overview*, MIT Press, Cambridge.
- Makse H. A., Andrade J. S., Batty M., Havlin S., Stanley H.E., 1998, Modelling urban growth patterns with correlated percolation, *Physical Review E*, 58(6), 7054-7062.
- Pinson D., Thomann S., 2001, *La maison et ses territoires : de la villa à la ville diffuse*, L'Harmattan, Paris.
- Schelling T. C., 1978, *Micromotives and Macrobehavior*, Norton, New York, London.
- Tobler W., 1979, Cellular Geography, in: Gale S., Olsson G. (eds.), *Philosophy in Geography*, Reidel Publishing Company, 379-386.

The SLEUTH Urban CA-Based Model: an evaluation

Matteo Caglino*, Giovanni Rabino**

* Università di Pisa – Dipartimento di Ingegneria Civile
Via Diotisalvi 2
I-56126, Pisa, Italia
matteo.caglioni@alice.it

** Politecnico di Milano – DiAP
Piazza Leonardo da Vinci 32
I-20133, Milano, Italia
giovanni.rabino@polimi.it

The aim of the paper

SLEUTH model has been developed by its author, Keith Clarke, as general model, suitable for all kinds of urban growth, in order to define a sort of DNA of urban systems (constituted by particular sets of model parameters). To be really general, we think that this model has to fit two general aspects: the *urban sprawl* and the *rank-size rule*.

In this paper we present an evaluation of SLEUTH model through European case studies, showing the calibrated set of parameters which fit each city we have analysed, and showing how this model can predict urban growth and in particular the dynamic process of the sprawl, through the output maps of the SLEUTH software. Moreover it is possible to apply this model not only at single cities, but also to a wide territory (due to scale invariance), in order to predict the evolution of a system of cities; to do this we considered an ideal territory, built by ourselves, respecting the rank-size rule, evaluating the ability of the model to fit this aspect. We will present also the sensitivity analysis conducted on the 5 parameters of the model (see below), in order to establish how these parameters influence the growth of urbanized areas. The goal of the paper is a contribution for the ambitious *Project Gigalopolis*, investigating the meaning of the parameters of the model, and the common aspects among different type of urbanized areas, in order to build a “DNA of city” through the analysis of the outgoing produced by SLEUTH.

A short recall of SLEUTH model

SLEUTH is a Cellular Automata based model really useful to predict urban growth and land uses changes. This model has been applied in many case studies all over the world, and it is characterized by a wide diffusion in international urban sciences. It is an evolution of Urban Growth Model, an AC-based built for the first time in 1998 by Keith Clarke. In order to characterize urban dynamics, SLEUTH works with a strict structure based on different layers: as we can see from its name, which is the acronym of input data that this model needs, the growth of the city is driven, conditioned, or limited by five factors: Slope, Land use, Excluded areas (where the development of urban areas is forbidden), Urban areas, Transportation network, and Hillshade just used as background in visualization. These factors are represented through different layers, related to five model parameters (Diffusion, Breed, Spread, Slope, Road Gravity).

This model is valued for the parameters ability in adjusting and representing, with an high level of accuracy, different phenomena of various areas and regions; then theoretically there is not any limit in dimension of the studied area: there are case studies about a whole region, and other application about a single city.

The case studies

In our paper we will present the following case studies. In order to evaluate critically the ability of SLEUTH in simulating urban systems, we conducted a study on an ideal territory

characterized by a population distributed according to the really general Zipf's rank-size rule, predicting a hypothetical case of urban sprawl. Our results demonstrate the ability of SLEUTH to recognise and interpret hierarchical structure: during simulation the number of cities grows in a power way with rank. The principles which rule the urban development (described by SLEUTH parameters) can be seen also in a higher observation level: the generation of a new urbanized cell, due to dispersion or spread, could represent one or more buildings of the same city, or a new urban centre which will grow thanks to the effect of breed coefficient; in the same way, the systems of cities take into account, for their growth, slope and road network proximity.

Results of Italian and other European real territories are proposed to easy compare our parameters values, with the *Project Gigalopolis* ones, in order to trace general characteristics of urban growth phenomenon. Our applications represent

really different case studies, for geographical position, territorial morphology, urban history, and settlement types (Padova-Mestre area, Palermo, Bilbao, Helsinki). In the paper we will show in detail the values of parameters for each city.

Conclusive comments

A brief approach through a CA-based model is suitable for modelling of different urban phenomena at different observation scales. SLEUTH model, used in Project Gigalopolis, is a powerful tool for urban agglomeration and spatial dynamics description. In this paper, new applications of this model, other methodological analyses, and sensitivity studies allow us to improve our comprehension of the model parameters, taking advantage of this type of synthetic description of reality. Many deductions are possible thanks to the comparison of our studies with other previous databases, already existent, about results of this model.

Key words: SLEUTH, CA-based model, urban growth, parametric analysis, case studies.

Bibliography

- Caglioni M., Pelizzoni M., Rabino G., 2006, Urban Sprawl: A Case Study for Project Gigalopolis using SLEUTH Model, in: El Yacoubi S., Chopard B., Bandini S. (eds.), *ACRI 2006*, LNCS 4173, 436-445.
- Candau J. T., Clarke K. C., Rasmussen S., 2000, A coupled cellular automaton model for land use/land cover dynamics, *4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modelling*, Alberta, 94, 1-13.
- Clarke K. C., Hoppen S., Gaydos L. J., 1996, Methods and techniques for rigorous calibration of a cellular automaton model of urban growth, *3rd international conference/workshop on integrating GIS and environmental modeling*, Santa Fe.
- Gazulis N., Clarke K. C., 2006, Exploring the DNA of Our Regions: Classification of Outputs from the SLEUTH Model, in: El Yacoubi S., Chopard B., Bandini S. (eds.), *ACRI 2006*, LNCS 4173.
- Gigalopolis, 2001, Project Gigalopolis, NCGIA. <http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/index.html>.

Atelier 15

Transport et aménagement

Président : Didier Josselin

Cyril Énault

Comment adapter la vitesse automobile à la morphologie urbaine ? Construire pour mieux comprendre la congestion des villes. Un exemple prospectif sur l'agglomération dijonnaise

Coquio Julien

La performance des transports en commun. Vers une prise en compte de la vulnérabilité fonctionnelle

Frédéric Audard

L'organisation spatiale d'un service de transport en commun en milieu rural

Olivier Bouhet

Aide à la décision pour l'implantation d'un tram-train

Comment adapter la vitesse automobile à la morphologie urbaine ?

Construire pour mieux comprendre la congestion des villes. Un exemple prospectif sur l'agglomération dijonnaise

Cyril Énault

Laboratoire GEOSYSCOM – Université de Caen

F-14032 Caen cedex

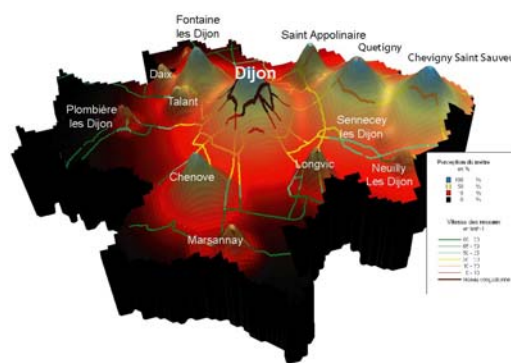
cyrilenault@yahoo.fr

Depuis son origine, la ville n'a cessé d'évoluer et de croître tantôt à l'horizontal, tantôt à la verticale, au rythme de l'évolution des systèmes de communication. À l'évidence, l'évolution urbaine et sa morphologie sont intimement liées à la nature de la relation densité-vitesse largement définie par M. Wiel (1999, 2002) ou encore G. Dupuy (2002). D'autres auteurs anglo-saxons ont pu largement s'exprimer sur ce lien en argumentant tant pour la ville étalée (ruber city) que la ville compacte (traked city).

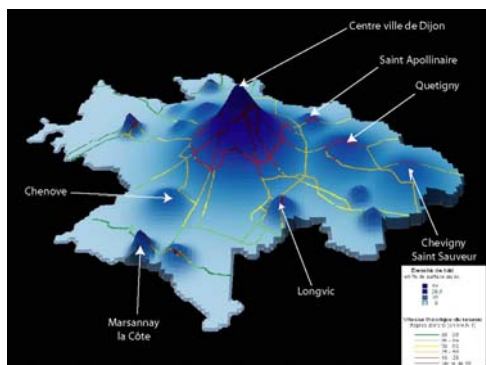
Trois stades d'évolutions peuvent être aujourd'hui mis en évidence : la ville médiévale, à structure sinueuse et courbe, organique, la ville de transit s'étirant en doigt de gant et enfin la ville automobile dite en tache d'huile. Trois phases pour en réalité trois types de fonctionnement fondamentalement différents. Il est avéré aujourd'hui que la ville du XIX^{ème} siècle n'a rien de commun avec la ville actuelle du point de vue de ses systèmes de communication, de ses réseaux. Et pourtant, dans l'absolu, il est également important de souligner que tout réseau se caractérise avant tout par une vitesse et donc un coût en temps. Ce dernier varie sur la longue durée et l'histoire urbaine se doit d'être considérée sur le temps long et non sur une évolution courte de quelques dizaines d'années. Aussi admettre et comprendre un lien vitesse-morphologie urbaine suppose une analyse sur plusieurs siècles. La ville actuelle est elle dans ses grands principes théoriques fondamentalement différente de celle du XIX^{ème} siècle ? Cet article répond entre autre à cette question sans se limiter toutefois à cela puisqu'il propose une application de cette voie théorique dans un système d'information géographique basé sur un continuum de l'espace-temps subjectif.

L'analyse plus ou moins empirique des relevés de vitesse permet de montrer toutes les

imperfections et dysfonctionnements d'un système de transport individuel et largement dépendant de la nature des infrastructures. Or ces dernières sont largement dérivées de la forme prise par le bâti. Si dans certains cas l'automobile et les vitesses permises par le réseau sont concordantes avec la morphologie, dans d'autres la problématique se pose en des termes plus risqués : l'adaptation de la ville à l'automobile. Cette nécessaire adaptation de la ville à l'automobile fut le cheval de bataille de certains durant les années 70 (exemple de Lyon). Depuis les années 80, on assiste à un retour en arrière avec l'idée d'une adaptation des circulations à la morphologie urbaine. Les politiques de revitalisation des centres comme celles de développement de transport doux sur les grandes radiales sont en accord avec cette nouvelle vision d'un espace urbain qui ne serait plus dominé par la pollution et la congestion automobile.



Cet article prend acte de cela et propose une application d'une théorie de l'espace-temps subjectif en argumentant en faveur d'une adaptation de la vitesse à la densité de bâti ou encore à la morphologie urbaine.



La problématique peut alors être formulée ainsi, comprendre la ville, ses logiques, ses mécanismes pour renforcer un lien existant vitesse-densité. Il propose bien sur une application ici sur l'agglomération dijonnaise pour la période actuelle et envisage par nature l'évolution globale du système et ce dans l'unique but de prévoir des fonctionnements mieux adaptés à la nature profonde la ville tel qu'elle pourrait alors apparaître en 2030.

Bibliographie

- Bretagnolle A., 1999, Les systèmes de villes dans l'espace-temps : effet de l'accroissement des vitesses de déplacement sur la taille et l'espacement des villes, Thèse de doctorat, Université Paris I, Paris.
- Badoe D. A., Miller E. J., 2004, Transportation Land-use interaction: empirical findings in North America and their implications for modelling, *Transportation Research Part D*, 5, 235-263.
- Muller P. O., 1995, Transportation and urban form: stages in the spatial evolution of the American metropolis, in: Hanson S. (dir.) *The geography of urban transportation*, The Guilford Press, New York.
- Wiel M., 2002, *Villes et automobiles*, Descartes et Compagnie, Paris.
- Énault C., 2003, Vitesse, accessibilité et étalement urbain ; analyse et application à l'aire urbaine dijonnaise, Thèse de doctorat, Université de Bourgogne, Dijon.
- Frankhauser P., 1994, *La fractalité des structures urbaines*, Anthropos, Paris.
- Newman P., Kenworthy J. R., 1991, Transport and urban form in thirty two of the world's principal cities, *Transport Review*, 3, 249-272.
- Dupuy G., 1999, *La dépendance automobile. Symptômes, analyses, diagnostic, traitements*, Anthropos, Économica, Paris.
- Beaucire F., 2002, Sur la relation transports/urbanisme, rapport PREDIT.
- Wiel M., 1999, *La transition urbaine ou le passage de la ville pédestre à la ville motorisée*, Édition Margada, Paris.

La performance des transports en commun. Vers une prise en compte de la vulnérabilité fonctionnelle

Coquio Julien

UMR 6173 CITERES – CNRS / Université de Tours

33-35 allée Ferdinand de Lesseps

F-37200 Tours

julien.coquio@sncf.fr

La part modale importante de l'automobile dans les déplacements est génératrice d'externalités négatives et légitime une interrogation, dans le champ de l'aménagement de l'espace et urbanisme, sur les moyens permettant de développer des modes de déplacement alternatifs. Parmi les mesures possibles, l'amélioration de la performance des transports en commun constitue un facteur déterminant de l'évolution de cette situation.

Or, les transports en commun peuvent subir des perturbations liées à des aléas divers (naturels, techniques sociaux...) et doivent être en mesure de les réguler afin d'éviter des propagations trop importantes : leur capacité adaptative lors de situations perturbées est ainsi un élément clé de leur performance. À ce niveau, les caractéristiques de l'offre initiale (maillage, hétérogénéisation...), fortement liées à des choix en matière d'aménagement des transports, ont une influence sur les conséquences d'une perturbation et donc sur la vulnérabilité du système.

La vulnérabilité des transports peut être analysée au niveau matériel, structurel et fonctionnel (Gleyze, 2005). La vulnérabilité matérielle « décrit le degré d'endommagement physique des infrastructures du réseau consécutivement à l'ensemble des phénomènes catastrophiques susceptibles d'intervenir ». L'approche structurelle trouve sa place entre l'approche matérielle et l'approche fonctionnelle... Elle a pour but d'étudier les dommages potentiels structurels et la vulnérabilité associée, c'est-à-dire les modifications des potentialités relationnelles du réseau compte tenu de sa nouvelle configuration. La vulnérabilité fonctionnelle « mesure la dégradation des services assurés par le réseau » en fonction des endommagements. Elle intègre notamment la demande de déplacement.

L'objectif de cette recherche est de proposer une méthode permettant de passer progressivement d'une approche structurelle à une approche

fonctionnelle en intégrant des paramètres liés à la demande de déplacements, à l'information des voyageurs et à la capacité des véhicules. Les situations perturbées étudiées correspondent à des interruptions de trafic sur des tronçons de perturbations. Les voyageurs doivent se réorienter sur des itinéraires alternatifs plus ou moins nombreux et performants en fonction du maillage du réseau et de la structure horaire de l'offre de transport. À ce niveau, une bonne diffusion de l'information aux voyageurs leur permet de se réorienter en amont et de trouver des itinéraires de substitution performants, s'ils existent. Mais l'apport de flux de voyageurs supplémentaires sur certains axes est susceptible de générer d'autres problèmes en raison de leur capacité d'absorption limitée, notamment aux heures de pointe.

Méthode

Le modèle informatique développé (SIMINFO) permet d'effectuer diverses simulations en prenant en compte plus ou moins de paramètres :

- Module 1 : uniquement l'offre
- Module 2 : offre + demande
- Module 3 : offre + demande + information des voyageurs
- Module 4 : offre + demande + information des voyageurs + capacité des véhicules

Pour les modules intégrant la demande des voyageurs, la modélisation est de nature désagrégée (paradigme multi-agent) : chaque agent représente un individu se déplaçant sur le réseau de transports en commun. Lors d'une perturbation (dont les caractéristiques sont renseignées par l'utilisateur), l'agent se réoriente en fonction de l'information diffusée. Les paramètres de diffusion de l'information sont relatifs au délai entre le début de la perturbation et la diffusion de l'information et aux lieux de diffusion de l'offre (dans les nœuds, dans les véhicules, sur toutes les lignes ou uniquement

sur la ou les lignes perturbées). Les voyageurs peuvent avoir différentes caractéristiques (ex : réception ou non de l'information dans les véhicules). Ainsi, si l'information est diffusée rapidement, l'agent peut trouver un itinéraire alternatif permettant de contourner les tronçons perturbés, si la capacité de l'offre est suffisante. On peut donc avec le modèle définir des situations perturbées et effectuer divers calculs en intégrant plus ou moins de paramètres. Les simulations effectuées permettent d'étudier, pour les différents scénarii, la vulnérabilité du système et le potentiel de régulation de l'information des voyageurs.

Perspectives de développement

SIMINFO est actuellement en test et permettra de fournir de nombreux résultats quantitatifs. Des exemples-types de résultats sont d'ores et déjà disponibles. Sur terrain d'étude de l'Île-de-France, des scénarii de perturbations (avec interruption de trafic sur certains tronçons) vont être définis sur la base des archives obtenues au PC INFO Transilien ; ces scénarii permettront de mesurer leurs conséquences grâce à des simulations, se positionnant entre l'approche structurelle et l'approche fonctionnelle.

Les flux de voyageurs seront définis sur la base des données OD sur le réseau Transilien. La précision de ces données est fine, notamment sur le plan temporel (tranches horaires d'1 h). Les données relatives à l'offre de transport intègrent : l'ensemble des horaires des lignes Transilien et RATP pour les RER, métros et tramways (pour un Jour Ouvrable

Banal) ; la géolocalisation des arrêts, les temps de correspondances entre arrêts. Le module de génération de réseaux théoriques de transport est actuellement en cours de développement. Ce travail spécifique permettra d'étudier l'importance des facteurs suivants : degré de maillage du réseau, forme du réseau, hétérogénéité des axes (fréquence des dessertes, vitesse, capacité).

SIMINFO et le module de génération de réseaux théoriques de transport sont développés en langage C++ mais intégrés au Logiciel Mapnod (langage Visual Basic) développé par Alain L'Hostis et Laurent Chapelon. Ceci permet de générer facilement des représentations cartographiques. Par ailleurs, des développements spécifiques de Mapnod permettent de générer des animations vidéo afin de visualiser dynamiquement les phénomènes étudiés. Enfin, ce travail de recherche est enrichi par l'implication dans le projet OGESPER (Outil de Gestions des Situations PERTurbées) dont le but est notamment de doter les agents Transiliens chargés de l'information des voyageurs d'un outil permettant de calculer des itinéraires de substitutions lors de coupures de tronçons du réseau. L'objectif pour le développement de cet outil est la fin du premier semestre 2006.

En définitive, notre approche se situe à la limite entre le champ de l'aménagement des transports et leur exploitation, puisque l'offre de transport (forme du réseau, maillage, intensité des circulations...), liée à des choix d'aménagement, a des conséquences sur la vulnérabilité du système, sur sa capacité à s'adapter aux perturbations.

Mot-clés : transport, information, vulnérabilité, régulation, modélisation, système multi-agents.

Bibliographie

- Bulbeau S., 1997, *Étude topologique des réseaux de communication : fiabilité et vulnérabilité*, Thèse de doctorat, Université de Rennes 1, Rennes.
- Dauphiné A., 2001, *Risques et catastrophes : observer, spatialiser, comprendre, gérer*, Armand Colin, Paris.
- Emmerink R., Nijkamp P., Rietveld P., 1992, *The role of information in the performance of transport networks*, Serie research memoranda, University of Amsterdam, Amsterdam.
- Ferber J., 1995, *Les systèmes multi-agents : vers une intelligence collective*, InterEditions, Paris.
- Gleyze J.-F., 2005, *La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risques*, Thèse de doctorat, Université Paris 7, Paris.
- Joseph I. (dir.), 1995, *Gare du Nord, mode d'emploi*, Programme de recherches concertées Plan Urbain-RATP-SNCF, RATP-Éditions Recherches, Paris.
- Mathis P. (dir.), 2003, *Graphes et réseaux*, Hermès-Lavoisier, Paris.
- Sanders L. (dir.), 2001, *Modèles en analyse spatiale*, Hermès, Paris.
- Stathopoulos N., 1997, *La performance territoriale des réseaux de transport*, Presses de l'École Nationale des Ponts et Chaussées, Paris.

L'organisation spatiale d'un service de transport en commun en milieu rural

Frédéric Audard

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté
32, rue Mégevand
F-25030 Besançon cedex
audard@caramail.com

On assiste ponctuellement, aujourd'hui, à un développement du télétravail, de la livraison directe ou des services à domicile, levant ainsi la barrière de la mobilité forcée. Pourtant, la consommation de mobilité, réponse à une demande sociale croissante, stimule actuellement une réorganisation de la morphologie et de la temporalité des systèmes de transport. La mobilité quotidienne évolue donc en permanence, s'étale dans le temps et l'espace. Les distances des parcours s'allongent, les horaires de la mobilité se désynchronisent de sorte que les marges journalières ou hebdomadaires ne constituent plus la norme temporelle des déplacements. Dans ce contexte, la gestion des services de transport public change, passe d'un niveau d'échelle à un autre, se décentralise nationalement et s'élargit localement. Nous tentons ici d'analyser le cheminement générant cette nouvelle consommation de mobilité afin de mieux la comprendre et la décrire par les diverses formes qu'elle peut adopter. Il s'agit en fait de saisir et déchiffrer ce que cette nouvelle donne temporelle et comportementale signifie pour le quotidien des individus. Pourquoi bougent-ils ? Comment cette mobilité évolue-t-elle selon ses territoires d'application ? Comment est-elle structurée ? Et, dans ce contexte, quelles réponses peuvent être proposées par les services de transport en commun ?

Cette analyse nous amène à considérer plus spécifiquement les espaces présentant une faible densité de population. Ces espaces présentent naturellement une mobilité plus diffuse, mais se posent également comme des espaces sur lesquels l'évolution de la mobilité ne connaît pas la même augmentation que pour le reste du territoire français. Différentes causes peuvent être identifiées pour expliquer cette discrimination spatiale liée à la mobilité quotidienne. On peut tout d'abord envisager une différence effective des pratiques de consommation qui incitent moins les habitants des milieux ruraux à multiplier les déplacements dans une optique de

loisir ou d'achat. On peut également identifier, une fois écartés les problèmes liés aux offres de mobilité, le seul éloignement aux services recherchés comme effet structurant de cette différence. Mais, même si l'ensemble de ces causes entre sans doute en ligne de compte, l'offre de mobilité, inadaptée, constitue certainement un aspect majeur de l'explication de ce phénomène et pousse l'individu concerné à un comportement singulier de mobilité individuelle.

Dans ce cadre spécifique, couplant d'une part une individualisation grandissante des emplois du temps et de la mobilité qui en découle et d'autre part un contexte défavorable pour le développement de la mobilité en milieu rural, le développement de nouveaux modes de transport en commun s'impose. L'organisation « classiques » des transports en commun ne peut en effet pas répondre à une demande trop faible, ou trop dispersée pour justifier la présence d'un service de transport. Le transport à la demande peut alors fournir une alternative concrète à ces transports collectifs « classiques » et répondre plus efficacement aux attentes des individus développant des exigences de plus en plus fortes.

Le transport à la demande se définit comme un service de transport mis en place lors d'une demande ponctuelle. Il s'agit donc du point de vue de l'exploitation, de mieux utiliser les ressources disponibles (suppression des prestations inutiles), tout en réalisant une meilleure adéquation du service aux besoins de déplacement. La mise en place d'un tel service impose alors certaines contraintes et nécessite une gestion pouvant répondre à cette demande fluctuante. Il s'agit de pouvoir identifier la demande afin de pouvoir y répondre par le service le plus adapté, à la fois en terme de rentabilité financière et temporelle, mais également en terme de qualité de service attendue.

Jusqu'ici, la majorité des services de transport à la demande opérationnels ont pris comme territoire

d'application des milieux urbains, en réponse à des manifestations particulières et ponctuelles, ou pour couvrir des tranches horaires délaissées par les transports collectifs habituels. L'ensemble de ces services a été organisé jusqu'ici en système de « convergence-divergence unipolaire », c'est-à-dire un service qui prend en charge les usagers répartis selon un semis de points prédéfinis pour les acheminer ensuite en un seul lieu.

Organiser des transports à la demande à partir d'un système multipolaire pose des difficultés de gestions qui ont découragées jusqu'ici les gestionnaires des services de transport en commun. De plus, la difficulté d'organisation d'un service de transport personnalisé s'accroît avec la baisse du nombre d'usagers en raison d'une flexibilité moindre. Organiser un transport à la demande en milieu rural nécessite donc une bonne organisation des dessertes d'une part et une certaine flexibilité concernant l'organisation de ces dessertes d'autre part. La flotte de véhicule étant obligatoirement limitée, il est nécessaire de pouvoir modifier en fonction de la demande instantanée la structure même des dessertes des véhicules.

Nous nous proposons d'adapter ici les systèmes de transport en convergence-divergence unipolaire en un système basé sur la convergence-divergence unipolaire mobile. Le point de rabattement du système de convergence ne sera plus un lieu unique

mais un service mobile. Ici, chaque point d'arrêt du réseau TER représente un point de convergence (ou divergence) et nous identifions les zones de desserte des véhicules par des agrégats de communes.

Méthodes

Dans ce cadre, nous présentons, sur un espace régional, un protocole de définition de zones de desserte cohérentes. Nous avons fait appel pour cela à différentes méthodologies, axées sur des niveaux d'échelle distincts. Nous avons, dans un premier temps, fondé notre réflexion sur un système d'agrégation des communes autour des points de rabattement à une échelle strictement locale. Par la suite, nous avons élargi notre réflexion à l'ensemble de la région. Nous avons, dans ce but, mis en place une méthode basée sur les algorithmes évolutionnaires.

Ces zones de dessertes présentent la particularité de disposer de limites floues grâce à un indice non binaire, en réponse au besoin de flexibilité de l'organisation des dessertes.

Les zonages définis par ces deux méthodes présentent des dissemblances qu'il est intéressant de noter. Chacun de ces partitionnements met en évidence des évolutions possibles en terme d'aménagement du territoire et pointe certaines carences du système actuel de desserte en transport en commun.

Mots-clés : mobilité quotidienne, modélisation des transports, découpage spatial, algorithmes évolutionnaires, transports à la demande.

Bibliographie

- Audard F., Billet C., 2004, Comprendre les formes de mobilité classique pour répondre aux formes de mobilité singulières, *XVIIe Congrès international de l'AISLF : L'individu social, autre réalité, autre sociologie*, Tours, 5-9 juillet 2004.
- Banos A., 2001, Le lieu, le moment, le mouvement, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon.
- Causse A., 1999, La valeur du temps de transport : de l'usage des théories micro-économiques de l'affectation du temps dans les modèles désagrégés aléatoires de transport, Thèse de doctorat, Université Paul Valéry, Montpellier.
- CEMAGREF, 2006, *Le modèle MODELIX : Comprendre des comportements globaux à partir de dynamiques individuelles*, Dossier thématique, Cemagraf Editions.
- Dupuy G., 1999, *La dépendance automobile*, Economica, Paris.
- Farley A.-M., Jones S., 1994, Using a genetic algorithm to determine an index of leading economic indicators, *Computational Economics*, 7(3), 163-173.
- GESMAD, 2000, Evaluation des modèles de prévision de trafic, note de synthèse, Rapport PREDIT, Paris.
- Goldberg D., 1994, *Algorithmes génétiques: exploration, optimisation et apprentissage automatique*, Addison-Wesley éditions, Paris.
- Josselin D., Bolot J., Chatonnay P., 2000, Optimisation de découpages territoriaux, *Revue internationale de géomatique*, 383-409.
- Thévenin T., 2002, Quand l'information géographique se met au service des transports publics urbains, Thèse de doctorat, Université de Franche-Comté, Besançon.

Aide à la décision pour l'implantation d'un tram-train

Olivier Bouhet

SEIGAD EA 2936 Université Joseph Fourier
2063, avenue de la Piscine Domaine Universitaire BP 53
F-38041 Grenoble Cedex 9
bouheto@yahoo.fr

Contexte

La périurbanisation s'est traduite par un déséquilibre dans la répartition spatiale de l'occupation du sol. Les espaces périurbains accueillent surtout les fonctions habitat alors que les fonctions activités restent concentrées dans les agglomérations. Cette séparation des fonctions a entraîné un fort développement des flux pendulaires. Ces déplacements sont essentiellement effectués en voiture individuelle d'autant plus que la desserte traditionnelle en transports publics n'est pas adaptée à ces espaces à faible densité.

La création dans les espaces périurbains d'un réseau de transport en commun attractif en termes de fréquence, de régularité, de sécurité et de rapidité de circulation, de confort... donnerait l'opportunité aux habitants de ces zones de choisir ce mode de transport pour leurs déplacements. Le tram-train comme élément central de ce réseau nous apparaît comme étant le plus pertinent.

Le tram-train, véhicule hybride entre le tramway et le train, assure sans rupture de charge, grâce à une interconnexion entre le réseau ferré national et un réseau ferré urbain, des liaisons ferroviaires entre une agglomération et ses zones périurbaines. Epruvé depuis 1992 à Karlsruhe en Allemagne, le tram-train intéresse de nombreuses agglomérations françaises. Les capacités d'accélération et de décélération du véhicule lui confèrent l'avantage, moyennant quelques aménagements, de s'insérer dans le trafic ferroviaire déjà existant sans le perturber pour autant. L'implantation de nouvelles haltes est donc possible mais le choix des emplacements n'est pas trivial. Des aménagements spécifiques sur les voies et aux arrêts ainsi que des opérations urbanistiques sont nécessaires pour assurer son développement et sa réussite. La prise en compte de ces éléments est primordiale pour appréhender la mise en service d'un tram-train.

Objectif

L'analyse des espaces traversés pour déterminer la demande de fréquentation du mode de transport et contribuer à la définition de l'offre de trafic est obligatoire. L'espace considéré doit générer des flux sortants et entrants stables et importants dans le temps (à l'échelle de la journée comme à celle de la semaine ou du mois). Ainsi, à travers l'étude socio-économique des territoires traversés, de l'occupation du sol, des flux pendulaires entre agglomération et zones périurbaines... nous nous proposons d'élaborer, grâce à l'utilisation combinée des SIG et des méthodes d'Analyse Multi-Critères (AMC), une méthodologie d'aide à la décision pour l'implantation d'un transport en commun périurbain en site propre de type tram-train.

Les problèmes de circulation liés au développement de la périurbanisation concernent de nombreuses agglomérations et celle de Grenoble ne fait pas figure d'exception. L'agglomération grenobloise est située au centre de massifs montagneux donnant ainsi à la ville et à ses environs la forme d'une cuvette en « Y ». Contrainte par les massifs, la périurbanisation s'est développée le long des axes de communication irriguant trois vallées.

Bien qu'un tram-train puisse être développé dans chacune de ces trois vallées nous avons porté notre choix sur celle du Grésivaudan, au nord-est de Grenoble, qui a connu le développement économique et la croissance de la population les plus importantes ces vingt dernières années. L'application de la méthode sur 72 communes réparties dans les secteurs¹⁴ Agglomération et Grésivaudan de la Région Urbaine Grenobloise sert de test de validation.

Méthodes et données

Nous avons utilisé comme méthode d'analyse multicritère l'*Analytical Hierarchy Process* (AHP). Le

¹⁴ La Région Urbaine Grenobloise (R.U.G.) compte cinq secteurs : Agglomération, Grésivaudan, Bièvre, Voironnais et Sud.

tram-train circulant sur l'infrastructure ferroviaire existante nous recherchons les zones d'implantations possibles pour de nouveaux arrêts. L'intégration de la méthode AHP dans le SIG *Idrisi* permet une visualisation cartographique immédiate des résultats obtenus.

Développée par T. Saaty en 1980, la méthode repose sur la combinaison de critères (les facteurs et les contraintes) en vue de désigner une solution « optimale » au problème posé. Les contraintes sont de type booléen, elles désignent les zones où nous avons considéré l'implantation de nouveaux arrêts comme impossible. Nous avons retenu : les pentes supérieures à 10 % (MNT) ; les cours d'eau, plans d'eau, le périmètre de l'aérodrome du Versoud, le tracé de l'autoroute A 41 (IGN, Corine Land Cover).

Les facteurs retenus dans notre AMC sont au nombre de 7, la liste n'est pas exhaustive. Ils aident à définir les zones possibles pour l'implantation des arrêts de tram-train. Leur emplacement nécessite de rechercher des zones potentiellement intéressantes eu égard aux déplacements, aux populations résidentes, aux activités économiques existantes, à l'occupation du sol... Nous avons retenu : 1) les zones d'habitation (la population résidente est pondérée en fonction de la surface au sol du bâti) ; 2) les zones d'activité économique ; 3) les établissements scolaires (nombre d'élèves), 4) la localisation des activités de services ; 5) les nœuds de communication routiers (flux pendulaires entrants et sortants aux intersections entre les axes de circulation). À partir de la matrice de déplacement origine destination des 72 communes nous avons affecté à chaque tronçon les effectifs des pendulaires empruntant les axes de circulations dans les deux sens. Chaque axe a été découpé en autant de tronçons qu'il y a d'intersections avec un autre axe.

Nos hypothèses pour l'affectation des effectifs sont les suivantes : 1) les pendulaires empruntent les tronçons leur permettant de rejoindre le plus

rapidement possible leur destination finale ; 2) les pendulaires empruntent les tronçons à leurs dispositions si l'utilisation des axes rapides nécessite trop de détours (perte de temps). Par conséquent, les pendulaires circulent le plus souvent sur les autoroutes et les voies rapides si l'emplacement des échangeurs ne nécessite pas de détours par rapport au lieu de travail et/ou de domicile. Dans le cas contraire les pendulaires utilisent les autres voies de circulation.

Résultats

Nous avons effectué 7 analyses multi-critères avec la méthode AHP. Pour chacune, les facteurs ont été pondérés de manières différentes. Les résultats ont été regroupés en 7 classes de même amplitude. Nous avons retenu comme zones potentielles les 4 meilleures classes puis nous avons estimé la superficie concernée (zone habitée, zone d'activité, zone non occupée) et la population concernée (population résidente, population active au lieu d'emploi). Les zones récurrentes sur les 7 simulations sont situées dans les communes du secteur Grésivaudan (Pontcharra) et dans les communes du secteur Agglomération proches du secteur Grésivaudan.

Pour chaque simulation les résultats sur les communes diffèrent selon les pondérations choisies. D'une manière générale, les facteurs déterminants sont les « zones d'habitation », les « zones d'activité » et les « nœuds de communication ». Une synthèse de l'ensemble des simulations peut nous aider à arbitrer le choix d'implantation des arrêts ainsi que sur les aménagements nécessaires. Cette méthode d'aide à la décision est incomplète et surtout est perfectible. Néanmoins, à travers elle et le tram-train, une réflexion s'engage de manière renouvelée sur la gestion de la mobilité par les transports publics dans les agglomérations et leurs espaces périurbains.

Mots-clés : Tram-train, interconnexion, intermodalité, SIG, AMC, aide à la décision, mobilité.

Bibliographie

- Ascher F., 1998, *La république contre la ville : essai sur l'avenir de la France urbaine*, Éditions de l'Aube, La Tour D'aigues.
- CERTU, 1998, *Plan de déplacement urbain*.
- Dezert B., Metton A., Steinberg G J., 1998, *La périurbanisation en France*, Sedès, Paris.
- Dupuy G., 1995, *Les territoires de l'automobile*, Economica, Paris.
- Guyon G., 2000, *Transport collectif urbain de voyageurs : Evolution, techniques et organisation*, Éditions Celse, Paris.
- Lefèvre C., Offner J. M., 1990, *Les transports urbains en question : usages, décisions territoires*, Éditions Celse, Paris.
- Molines N., 2003, *Méthodes et outils pour la planification des grandes infrastructures linéaires et leur évaluation environnementale*, Thèse de doctorat, Université Jean Monnet, Saint-Étienne.
- Roy B., 1985, *Méthodologie multicritères d'aide à la décision*, Economica, Paris.
- Roy B., Bouyssou D., 1993, *Aide multicritère à la décision : Méthode et cas*, Economica, Paris.
- Reichman S., 1983, *Les transports : servitude ou liberté ?*, PUF, Paris.

Session des posters

Président : Alexandre Moine

Jérôme Valentin, Damienne Provitolo

Essai de modélisation systémique des troubles urbains : incivilités, dégradations, violences urbaines.
Perspectives de recherche

Stéphanie Oulès Berton, Jean Duschene, Fabienne Joliet

L'étude de la répartition des distances appliquée à l'analyse paysagère

Dominique Badariotti, Arnaud Banos, Diego Moreno

Morphologie urbaine et accessibilité spatio-temporelle : étude des discontinuités et ruptures induites par le réseau de circulation à l'aide du modèle Remus

Claire Planchat-Héry, Yves Michelin, Sylvie Lardon

Représentations paysagères et aménagement concerté. Exemple de la commune de Billom – Puy-de-Dôme France

Julie Vallée

Du semis de points aux densités : création d'un maillage polygonal adapté à l'analyse des inégalités spatiales de santé. L'exemple de Vientiane (Laos)

Rémi Lhotellier

L'incertitude dans un processus de spatialisation des données climatiques

Elisabeth Chesneau

Étude sur les contrastes de couleur pour améliorer la lisibilité des cartes

Anne Buisson, Romain Guillon

Alphabétisation et scolarisation en Inde : une approche géographique de l'éducation

Essai de modélisation systémique des troubles urbains : incivilités, dégradations, violences urbaines. Perspectives de recherche

Jérôme Valentin, Damien Provitolo

UMR 6049 ThéMA – CNRS / Université de Franche-Comté

32, rue Mégevand

F-25030 Besançon cedex

jvalent2@univ-fcomte.fr

damienne.provitolo@univ-fcomte.fr

La question de la sécurité et des violences urbaines est au cœur des préoccupations de nos contemporains. Cette inquiétude n'est pas étonnante. Dès 1954, le psychologue A. H. Maslow a défini, sous forme de pyramide, une hiérarchie des besoins pour chaque individu. La sécurité apparaît au second rang de cette pyramide, juste après la satisfaction des besoins physiologiques. Il n'est donc pas surprenant que, tout au moins dans les pays occidentaux où les problèmes de survie sont peu prégnants, les questions de sécurité émergent avec force. De nombreuses interrogations se posent désormais au sujet des troubles urbains qu'il s'agisse d'incivilités, de dégradations ou de violences. Ces dernières ont-elles un impact sur l'attractivité et la répulsivité de certains espaces urbains ? sur les dynamiques de migration inter ou intra urbaines ? Y a-t-il émergence d'espace à risque ? Quel rôle jouent les incivilités dans la construction des représentations individuelles et collectives de la dangerosité des quartiers ? Quelles sont les politiques publiques mises en place pour répondre à la demande sociale (pression de l'opinion publique, des médias) ? Du fait de « l'émergence et de la permanence des violences urbaines » (Body-Gendrot et Le Guennec, 1998), les institutions peuvent-elles être remises en cause et donc fragilisées ? On comprend que l'enjeu sociétal qui se profile derrière ces questions tient, non seulement, dans la compréhension des troubles urbains mais aussi dans les relations qui existent entre ces troubles, la population qui les produit ou les subit, les dynamiques urbaines et les institutions. Ces questions de troubles urbains gagnent donc à être formalisées dans le cadre d'une approche systémique. Après une première partie permettant de clarifier les notions utilisées, nous nous attachons, dans une seconde partie, à présenter un modèle systémique qui met en lumière les relations

existantes entre les troubles urbains, les institutions, la ville et sa population.

Les notions d'incivilités, d'insécurité, de dégradations et de violences urbaines vues à travers le prisme de la transdisciplinarité

Différentes disciplines des sciences humaines et sociales se sont intéressées à l'étude des troubles urbains. Il ne s'agit pas ici de réaliser un état de l'art exhaustif de ces recherches. En revanche, nous nous appuyons sur ces travaux pour clarifier les notions d'incivilités, d'insécurité, de dégradations et de violences urbaines. Pour ce faire, nous nous basons sur des travaux menés au sein de différentes disciplines : la sociologie et les recherches de Goffman (1988) et Le Guennec pour la clarification des notions d'incivilités, de dégradations et de violences urbaines ; la géographie et le droit pour les réflexions menées par Chaline et Dubois-Maury (1994) sur les risques sociaux ; la psychologie avec Moles qui propose « une philosophie du conflit » ; les sciences politiques avec S. Body-Gendrot et S. Roché qui proposent une analyse sur les incivilités et le rôle des institutions ; enfin l'économétrie qui appréhende l'incivilité comme un coût.

Nous montrerons, à partir de la clarification de ces notions, que travailler sur les troubles urbains nécessite de s'intéresser à : l'appropriation spatiale des « espaces à risque et sans risque » ; la perception et la représentation de la dangerosité des quartiers ; le coût de l'incivilité ; la décision d'action (actions individuelles, politiques et institutionnelles).

Une fois précisée les notions relatives aux incivilités, dégradations, violences urbaines, ainsi que les recherches transdisciplinaires menées en ce domaine, une analyse des troubles urbains fondée sur la notion de système est proposée.

Première approche graphique d'une modélisation systémique des incivilités, dégradations et violences en milieu urbain

À partir des travaux menés par nos prédécesseurs, nous avons pu identifier les différents éléments clés du système et les relations existant entre ces éléments. Le modèle systémique que nous présentons est donc constitué de cinq sous-systèmes en interaction : espaces urbains, individus, médias, troubles urbains et institutions. Au sein de cette représentation, les individus sont liés aux institutions par le vote. Inversement, les institutions agissent sur les individus au travers des mesures et actions qu'elles conduisent. Les troubles interagissent avec les institutions puisque ces dernières sont garantes du maintien de l'ordre et les troubles peuvent les déstabiliser. Les mass-médias agissent comme catalyseur, diffuseur, amplificateur. Elles influencent les individus dans leurs représentations et l'opinion publique qui en découle. Elles impactent aussi les troubles en favorisant parfois un effet d'entraînement et les institutions en diffusant de l'information liée à la gestion de crise. L'espace urbain interagit avec l'individu et avec les troubles, puisqu'il est à la fois lieu de vie et de troubles. Il est lié aux institutions puisque ces dernières mettent en place des politiques d'aménagements.

Chacun de ces sous-systèmes fera l'objet d'une présentation détaillée dans le cadre de cette communication. Ainsi, pour donner un exemple, le sous-système « individus/groupes » prend en compte trois types d'acteurs : les producteurs de violences, les victimes, et les médiateurs. Chacune des composantes se décompose en stratégies comportementales particulières. En effet, les producteurs se situent à l'amorce de la dynamique selon trois modes d'actions : troubles liés à une

volonté revendicatrices, à un besoin individuel irrationnel ou à un effet d'entraînement lié par le climat général. La victime quant à elle aura trois réponses aux phénomènes de troubles, celles-ci se traduiront en actes par une propension à migrer, une absence de volonté à migrer et enfin une incapacité à migrer. Ces réactions à la violence constituent une conséquence de l'évolution de la fonction d'acceptabilité, elle-même liée à une fonction d'utilité qui se trouve amoindrie par la gêne. Notons qu'un effet rétroactif postérieur à la réponse entraîne à nouveau des impacts sur l'acceptabilité. En effet, la population captive voit son acceptabilité d'autant impactée qu'elle ne peut pas s'extraire de sa situation de soumission à la violence. Enfin, les médiateurs agissent comme modérateurs et ont une fonction de régulation qui renvoie à l'idée du contrôle social. Ces trois types d'individus peuvent s'agréger pour constituer des groupes de pression qui influenceront le sous système Institutions.

Conclusion

L'apport des modèles graphiques systémiques porte sur la compréhension de la structure du modèle étudié, sur l'identification des interrelations entre les variables. Toutefois, si leur fonction de construction intellectuelle est indéniable, la principale limite de la modélisation graphique est d'être statique. Nous souhaitons donc, dans un futur proche, recourir à des modèles de simulation dynamique pour remédier à cet écueil. Il est donc prévu d'intégrer les connaissances acquises dans un modèle en dynamique de systèmes qui permettra la réalisation et le test de scénarii relatifs à la dynamique spatiale des dégradations urbaines.

Mots-clés : modélisation systémique, troubles urbains, incivilités, dégradations, violences urbaines.

Bibliographie

- Body-Gendrot S., Le Guennec N., 1998, *Mission sur les violences urbaines*, IHESI, La documentation Française, Paris.
- Chaline C., Dubois-Maury J., 1994, *La ville et ses dangers*, Masson, Paris.
- Goffman E., 1988, *Les rites d'interaction*, Minuit, Paris.
- Moles A., Rohmer E., 1977, *Théorie des actes, vers une écologie de l'action*, Casterman, Paris.
- Moles A., Rohmer E., 1978, *Psychologie de l'espace*, Casterman, Paris.
- Roché S., 1995, Les victimes : de la communauté à l'assurance en passant par l'Etat, *Déviance et Société*, 19(4), 355-370.
- Roché S., 1998, Expliquer le sentiment d'insécurité : pression, exposition, vulnérabilité et acceptabilité, *Revue française de science politique*, 48(2), 274-305.

L'étude de la répartition des distances appliquée à l'analyse paysagère

Stéphanie Oulès Berton, Jean Duschene, Fabienne Joliet

Institut National d'Horticulture
2, rue André Le Nôtre
F-49045 Angers
stephanie.oules@inh.fr

La lecture d'un paysage peut être soit plastique (ou esthétique) soit quantifiée. Dans le premier cas, elle se révèle purement subjective et dépendante de l'observateur alors que dans le second elle devient objective. Si toute approche d'un paysage commence par une analyse subjective, la quantification s'impose lors d'approches d'évaluation. Il est cependant indispensable de noter que la façon d'appréhender le paysage dépend du projet à mener. Par exemple, dans le cadre d'actions touristiques, avec une volonté de communication, l'approche qualitative est celle qui convient le mieux. Concernant une observation des évolutions d'un paysage urbain, l'évaluation quantitative s'avère plus efficace. D'autres paysages tels que les paysages viticoles nécessitent une analyse mixte combinant qualitatif (pour la commercialisation) et quantitatif (pour la délimitation par exemple). Nous allons nous intéresser ici à ces paysages de vigne et plus particulièrement à ceux du Val de Loire puisque nos travaux sont commandités par les professionnels de la filière viticole.

La notion de « terroirs viticoles » est actuellement plus utilisée que celle de « paysages viticoles » qui bénéficient cependant d'une notoriété croissante. Le concept de « paysage viticole » implique les aspects « milieu » et « humain » tout comme celui de « terroir viticole » mais aussi la prise en compte de l'observateur et de sa perception. Les paysages de vigne se distinguent des autres cultures par leur structuration, les rythmes imposés par cette culture particulière ainsi que des éléments associés tels que les cabanes ou chemins. De nouvelles méthodes d'analyse deviennent donc nécessaires à leur caractérisation.

Données et méthodes

Notre but est de mettre au point une méthode d'étude des paysages de vigne permettant d'en réaliser une typologie précise. Pour être reproductible cette méthode s'appuie sur une combinaison d'outils qualitatifs et quantitatifs. La

zone test étudiée s'étend sur environ 10 000 ha (dont 2500 en vigne) sur les rives de la rivière Layon.

Dans un premier temps, une approche générale, visuelle, du terrain permet de définir les grands types de paysages rencontrés. Cette définition s'appuie principalement sur une analyse du relief et de la répartition des vignes (Joliet, 2004) : le relief détermine les zones de plantation et les degrés de visibilité ; les vignes peuvent être plantées de différentes manières, ce qui influence notre perception. Nous avons déterminé l'existence de trois types de paysages de vigne sur cette zone : la « vigne de coteau abrupt », la « vigne de coteau vallonnant » et la « vigne de plateau ».

Dans un second temps, nous représentons ces types en deux dimensions grâce à un logiciel de SIG afin de pouvoir les analyser plus finement sachant que l'objectif final est de déterminer des sites d'observations in situ à partir desquels réaliser une analyse plastique. Définir un point d'observation représentatif s'avère toujours extrêmement délicat puisque ce choix est indiscutablement influencé par notre propre perception. Nous cherchons donc à limiter au maximum cette influence grâce à la modélisation et plus particulièrement à celle des distances.

Un paysage apparaît comme une combinaison d'éléments structurants organisés les uns par rapport aux autres dans l'espace (Bell, 2004). Après avoir repéré les éléments constitutifs d'un type de paysage en dehors des vignes (par exemple pour la « vigne de coteau abrupt », il s'agit du réseau hydrographique, des bosquets et des routes) nous analysons les distances entre des points répartis régulièrement dans les parcelles de vigne et ces autres éléments du paysage. Pour ce faire nous appliquons, pour chacun des trois types de paysage, une grille de points (un tous les 25 m) et calculons automatiquement sous le même logiciel de SIG les distances les plus courtes entre un point et la haie la plus proche, la lisière de bois la plus proche, etc.

Le traitement de ces données selon la répartition de ces distances permet d'obtenir la fonction densité de probabilité des distances entre la vigne et les autres éléments. Il en résulte, après analyse des trois types paysagers, des courbes de type « loi gamma » (Woo, 1999). En effet nos courbes expérimentales se calent sur des lois théoriques dont seuls les paramètres varient. Sur une telle courbe, le pic correspond à la « distance représentative » entre la vigne et un élément donné, c'est-à-dire la distance apparaissant le plus fréquemment. En croisant ces résultats pour chacun des éléments constitutifs d'un même type de paysage, il devient aisé d'obtenir des « zones représentatives » au sein desquelles la vigne est située à des « distances représentatives » des éléments structurants du paysage.

Dans un dernier temps, nous choisissons ensuite nos points d'observation directement sur le terrain à l'intérieur de ces « zones représentatives » prédéfinies. Nous retenons deux points d'observation par type de paysage : un situé « dehors »

c'est-à-dire à l'extérieur de la parcelle, sur un axe de circulation et un situé « dedans » directement sur la parcelle. De ces points nous procédons à une analyse plastique basée sur des méthodes élaborées par des paysagistes (Bell, 2004 ; Tanguy, 1995).

Conclusion

Cette méthode présente un double intérêt de par ses apports théoriques et pratiques. En effet, la mise en évidence d'une loi générale de distribution des distances de type loi gamma constitue une avancée importante. Cette analyse de la distribution des distances pourrait avoir des applications très variées à différents niveaux tels que : 1) la quantification du paysage en vue de comprendre les relations entre les formes et la perception visuelle ; 2) l'hydrologie (gestion des effluents) ; 3) l'économie urbaine (comparaison des prix des logements en fonction de la distance aux espaces verts par exemple) ; 4) l'écologie (maintien des réseaux utiles aux auxiliaires).

Mots-clés : analyse paysagère, répartition des distances, modélisation, vigne.

Bibliographie

- Bell S., 2004, *Elements of visual design in the landscape*, Spon press, London/New York.
- Collectif, 2003, *Paysages de vignes et de vins : patrimoine, enjeux, valorisation*, Colloque international, Abbaye Royale de Fontevraud, 2-4 juillet 2003.
- Joliet F., 2004, Paysages viticoles, in : *L'étude thématique : les paysages culturels viticoles*, Convention du Patrimoine mondial de l'UNESCO, 23-29.
- Tanguy F., 1995, Lire le paysage, *Paysage et aménagement*, 32, 20-26.
- Woo G., 1999, *The mathematics of natural catastrophes*, Imperial College Press, London.

Morphologie urbaine et accessibilité spatio-temporelle : étude des discontinuités et ruptures induites par le réseau de circulation à l'aide du modèle Remus

Dominique Badariotti*, Arnaud Banos**, Diego Moreno*

*Laboratoire Société Environnement Territoire UMR 5603 – CNRS / Université de Pau

Domaine universitaire, IRSAM

F-64000 Pau

dominique.badariotti@univ-pau.fr

diego.moreno.sierra@gmail.com

**Laboratoire Image et Ville UMR 7011 – CNRS / Université Louis Pasteur

Faculté de Géographie et d'Aménagement

3, rue de l'Argonne

F-67000 Strasbourg

arnaud@lorraine.u-strasbg.fr

D'un point de vue urbanistique, une ville est constituée d'une succession de ruptures et de discontinuités morphologiques, basées sur le patchwork de ses quartiers et la variété des architectures observables dans la plupart des cités. Ces discontinuités morphologiques, formées par les différents types de tissus urbains, ont un impact sur le fonctionnement de la ville et notamment sur les liaisons spatiales existant entre les immeubles qui la composent, et donc entre les individus qui l'habitent ou la visitent. Même les réseaux urbains, qui ont pour fonction d'articuler les différentes zones de la ville, induisent eux aussi une fragmentation de l'espace.

Pour représenter et étudier ces discontinuités, il est possible de représenter les bâtiments, unités morphologiques élémentaires, comme les nœuds d'un graphe mathématique, tandis que les relations d'accessibilité entre les bâtiments peuvent être décrites comme les arcs du graphe. On peut aussi considérer que deux unités spatiales sont voisines si la distance euclidienne entre leurs deux centroïdes est inférieure à une distance d_{seuil} donnée. Le voisinage d'un bâtiment est alors fortement contraint par l'agencement des édifices, au point que des modifications minimales de d_{seuil} peuvent avoir des répercussions globales de grande ampleur, par la connexion soudaine de graphes partiels non connexes pour des valeurs de d inférieures (Fig. 1).

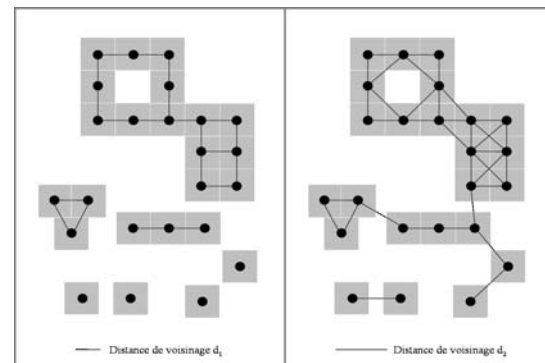


Fig. 1. L'introduction de structures spatiales hétérogènes et son influence sur le graphe de voisinage, pour des seuils de distance euclidienne variables.

Nous proposons dans cet article une analyse des ruptures et des discontinuités urbaines, tant structurelles que fonctionnelles, mises en évidence par le modèle REMUS (Reticular Model for Urban Simulation). Le modèle Remus représente sous la forme d'un graphe mathématique les entités spatiales du bâti reliées entre elles par les voies de communication urbaines (graphe urbain) ; il permet ainsi de calculer la distance-temps entre bâtiments par le réseau. Ce premier calcul conduit à l'extraction de différents graphes, dont le graphe fonctionnel des distances-temps entre les immeubles et le graphe de relations de voisinage qui représente le voisinage par le réseau pour un

certain seuil de temps de trajet et pour un mode de transport donné (Fig. 2).

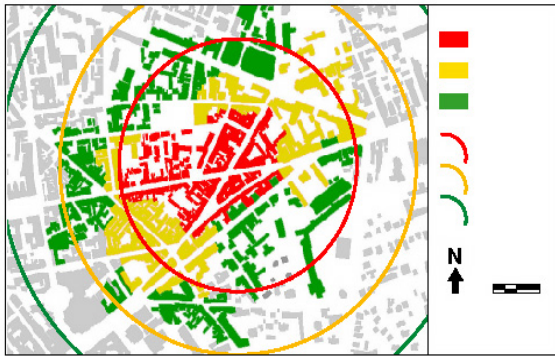


Fig. 2. Voisinage d'un immeuble pour des distances réseau et euclidiennes données

À travers le calcul et l'extraction de ces différents graphes, le modèle Remus permet de repérer les proximités et les ruptures dans la structure urbaine en faisant abstraction des proximités purement euclidiennes puisque le voisinage utilisé passe par les voies de circulation. À l'aide de sa formalisation, il permet de montrer quelles sont les discontinuités induites localement et globalement dans les dynamiques spatiales urbaines par sa structuration morphologique basée sur le plan viaire. Enfin, la formalisation par les graphes permet également d'analyser différemment l'accessibilité spatio-temporelle au sein de la ville, et de la caractériser par des indicateurs issus de la théorie des graphes.

Bibliographie

- Badariotti D., Banos A., Moreno D., 2006, Modélisation de la structure spatiale urbaine par un automate cellulaire non stationnaire : le modèle Remus, *Colloque Sagéo'2006*, Strasbourg, 16 p.
- Kanevski M., Maignan M., 2004, *Analysis And Modelling Of Spatial Environmental Data*, EPFL Press, Lausanne.
- Kaufmann A., 1968, *Des points et des flèches... La théorie des graphes*, Paris, Dunod.
- O'Sullivan D., 2000, Graph-based cellular automata models of urban spatial processes, PhD Thesis, University College London, London.
- O'Sullivan D., 2001, Exploring spatial process dynamics using irregular cellular automaton models, *Environment and Planning B : Planning and Design*, 28, 687-705.
- O'Sullivan D., 2001, Graph-cellular automata: a generalised discrete urban and regional model, *Geographical Analysis*, 33, 1.
- Takeyama M., 1995, *Geo-Algebra: A Mathematical Approach to integrate Spatial Modelling and GIS*, PhD Thesis, UCSB, Santa Barbara.
- Takeyama M., Couclelis H., 1997, Map dynamics: Integrating Cellular Automata and GIS through Geo-Algebra, *International Journal of Geographical Information Science*, 11, 73-91.

Représentations paysagères et aménagement concerté

Exemple de la commune de Billom – Puy-de-Dôme France

Claire Planchat-Héry, Yves Michelin, Sylvie Lardon

UMR Metafort (Inra, Cemagref, Engref, Enitac)

Ecole Nationale des Travaux Agricoles de Clermont-Ferrand – Site de Marmilhat

F-63 370 Lempdes

planchat@enitac.fr

De manière générale en Europe, à l'issue des diverses directives en vue de la préservation de l'environnement (Aarhus, 1998 ; Florence, 2000), s'exprime la volonté de développer des démarches d'information et de participation du public. Le code de l'urbanisme français impose aujourd'hui à tout projet d'aménagement une démarche de « concertation » du public. Le code de l'environnement affine la notion par la question de la participation du public par la mise en oeuvre d'un « débat de citoyens ». Dans un autre registre, au niveau local, la traduction visuelle des projets soumis à concertation mobilisent différents outils de représentation de l'espace et des paysages (cartes, plans, photos) qui ont finalement plus un objectif d'information que de participation.

Cependant nous avons constaté que dans un cadre réglementaire strict, tel un Plan Local d'Urbanisme, les cartes de zonage et les objectifs décrits ne suffisent pas à traduire les enjeux du développement ainsi que la compréhension de la multifonctionnalité du paysage. De ce fait le but de la concertation est rarement atteint. Dans cette présentation, nous mesurons à travers l'exemple du projet de révision du PLU de la commune de Billom (Puy-de-Dôme) l'intérêt et l'efficacité de mobiliser la question des représentations paysagères comme outil de concertation en vue de l'aménagement d'un territoire.

Nous avons souhaité montrer en quoi construire un modèle paysager avec et par les acteurs locaux les aide à s'impliquer dans le projet d'aménagement de leur territoire. Nous supposons qu'explicitier et faciliter la compréhension de l'espace « réel » grâce aux représentations paysagères peut servir à la médiation entre acteurs. Il est utile de considérer les représentations du paysage sous deux acceptions (Maurel, 2001) : représentation externe (images formalisant une perception) ; représentation interne (traduisant une pensée, commune ou individuelle).

Il est alors utile d'analyser l'instrumentalisation de cette traduction des signes perçus dans l'espace, sous forme de discours d'acteurs.

Méthodes

La clé de notre étude est méthodologique. Elle s'intéresse, dans le cadre d'une concertation, aux modes de représentation des éléments paysagers et à leur différence d'appréciation entre le chercheur et les acteurs, en considérant les emboîtements d'échelles spatio-temporelles émergeant dans la construction du projet d'aménagement. Nous avons proposé de tester différents types de représentations paysagères selon un itinéraire méthodologique en trois étapes (Deffontaines et Lardon, 1994).

1) Dans un premier temps, nous avons considéré les échelles d'aménagement du paysage, du « territoire dans son ensemble » (Janin, 2001), depuis une parcelle à un site en passant par un bourg ou une exploitation agricole.

2) Dans un deuxième temps, nous discernons les représentations de l'espace et des paysages à différentes échelles, selon qu'elles soient externes ou internes :

- les représentations externes relatent différentes visions, depuis le point de vue de dessus (Thema, 2005), dans une perception planimétrique (carte, plan, chorème) ou vision synoptique, au point de vue dans le paysage à la tangente du regard humain (photo, croquis, film) ou vision tangentielle. Un point de vue intermédiaire existe et peu être représenté par exemple par un bloc diagramme (Michelin, 2000). L'itinéraire se décline par une articulation des outils selon la translation tangentielle/synoptique/tangentielle. Le point de départ est un traitement de données photographiques réalisées par les acteurs et figurant dans les documents produits par la commune dans le cadre de son diagnostic de PLU. Il s'agit d'établir des critères pour caractériser les images et les objets paysagers

collectés qui composent le territoire. Les résultats sont traduits par des typologies de paysage. Pour cela les outils synoptiques du géographe (SIG) sont mobilisés pour traduire les représentations matérielles localisables, selon la méthode de la spatialisation des cônes de vue réels (Thema, 2005).

- les représentations internes s'inscrivent dans une relation collectif/individuel. On peut, à titre d'exemple, avancer que l'émergence d'un nouveau discours sur la ruralité (Jean, 2003), s'impose comme une nouvelle référence collective mobilisée individuellement par les acteurs de différentes échelles territoriales. Ces acteurs agissent en référence à une injonction à la protection et la préservation des paysages, en référence aux attentes et besoins de la société urbaine (Luginbühl, 2001) et par les demandes et les revendications de groupes sociaux locaux organisés et actifs (Raymond, 2003). Ces injonctions sont traduites au niveau local voire individuel, par des dispositifs où finalement l'objet paysage cristallise l'ensemble des préoccupations et devient peu ou prou un élément fédérateur pour un projet territorial particulier (comme par exemple la construction d'un lotissement). Cependant l'ensemble de ces objets est souvent flou et déconnecté de la matérialité des lieux dont il est sensé être l'image.

3) Dans la dernière phase de l'itinéraire, ces représentations paysagères idéelles et matérielles sont mobilisées pour proposer aux acteurs locaux, dans le cadre de la concertation, la description et l'analyse des processus de différenciation qui s'opèrent et saisissent sur la commune à travers le prisme du paysage. Les outils du paysagiste (le bloc diagramme) sont alors mobilisés pour traduire les représentations idéelles se rapprochant d'une perception culturelle de l'espace vécu. Les acteurs sont amenés à dessiner sur le bloc diagramme les

éléments paysagers qu'ils ne souhaitent pas voir. Ce dernier permet également d'anticiper les évolutions à venir, offrant un appui à la décision et à améliorer l'efficacité de leurs actions dans une perspective de connaissance partagée et de mise en débat.

Ainsi, dans le cadre de notre démarche, l'articulation des représentations paysagères permet de faire émerger les objets du paysage qui nous informent sur les représentations sociales au fondement des stratégies territoriales, comme par exemple la lutte contre l'urbanisation. Il s'agit de faire apparaître aussi les processus de construction sociale de ces territoires comme par exemple la focalisation sur le paysage par métonymie : le paysage est sujet d'une représentation par un objet symbole qui ne représente pas le paysage en tant que tel mais représente un objet dont son image évoque un sens plus étendu que celui qu'il a d'ordinaire. Par exemple, la commune de Billom est le « terroir de l'ail d'Auvergne » ; ce terroir ayant un faible impact sur l'espace territorial visible, mais une reconnaissance économique et touristique forte, va être représenté par une tête d'ail. L'intérêt pour l'acteur est d'imaginer ce terroir à travers son produit.

Conclusion

En conclusion, l'enjeu de la concertation est de pouvoir réaliser un véritable aller-retour de l'information, d'aider ceux qui décident « à décider de concert avec ceux qui ne décident pas » (Bratosin, 2001). L'enjeu de notre méthode est d'avoir la capacité de glisser d'une échelle à une autre tout en contribuant à améliorer la nature du débat afin qu'il soit plus factuel et surtout territorialisé. Notre optique est de rendre plus apte à conduire la recherche de solutions adaptées au lieu.

Mots-clés : paysage média, démarches participatives, itinéraire méthodologique, translation synoptique/tangentielle.

Bibliographie

- Bratosin S., 2001, *La concertation : forme symbolique de l'action collective*, L'Harmattan, Paris.
- Deffontaines J.P., Lardon S., 1994, *Itinéraires cartographiques et développement*, INRA éditions, Paris.
- Janin C., 2001, Le paysage lieu de concertation pour l'aménagement : des territoires en Isère, in : Lardon S., Maurel P. Piveteau V. (dir.), *Représentations spatiales et développement territorial*, Hermès, Paris, 239-266.
- Jean B., 2003, La construction sociale de la ruralité, in : Poullaouec-Gonidec P., Paquet S., Domon G. (dir.), *Les temps du paysage*, Montréal, 23-24 septembre 1999, Les Presses de l'université de Montréal, 105-124.
- Lardon S., Maurel P., Piveteau V. (dir.), 2001, *Représentations spatiales et développement territorial*, Hermès, Paris.
- Planchat C., 2004, Les chartes Locales Architecturales et Paysagères : outils, territoire et politique. Le cas du Parc Naturel Régional des Volcans d'Auvergne, in : *Les chartes Locales Architecturales et Paysagères en Auvergne*, Centre du Paysage de Lavoûte-Chilhac.
- Luginbühl Y., 2001, La demande sociale de paysage, Conseil National du Paysage www.environnement.gouv.fr/telch/2001-t3/CNP_luginbuhl.pdf
- Maurel P., 2001, Les représentations spatiales : concepts de bases et éléments de typologie, in : Lardon S., Maurel P. Piveteau V. (dir.), *Représentations spatiales et développement territorial*, Hermès, Paris, 239-266.
- Michelin Y., 2000, Le bloc-diagramme : une clé de compréhension des représentations du paysage chez les agriculteurs ? Mise au point d'une méthode d'enquête préalable à une gestion du paysage en Artense (Massif central français), *Cybergéo*, 118.
- Michelin Y., 2001, Le paysage, un levier du développement local, in : Deffontaines J. P., Prodhomme J. P. (eds.), *Territoires et acteurs du développement local, de nouveaux lieux pour la démocratie*, Editions de l'Aube, La Tour d'Aigues, 119-132.
- Raymond R., 2003, La concertation sur l'espace cultivé et la nature dans le Vexin Français, *Economie Rurale*, 273-274, 169-183.
- THEMA, Statut spatial du paysage, in : *Autres conceptions du paysage*, *Hypergéogé*, 28 avril 2005 http://hypergeo.free.fr/IMG/article_PDF/article_296.pdf

Du semis de points aux densités : création d'un maillage polygonal adapté à l'analyse des inégalités spatiales de santé.

L'exemple de Vientiane (Laos)

Julie Vallée

Université Paris X Nanterre, IRD – UR 178
15-21, rue de l'Ecole de Médecine
F-75006 Paris
valleej@yahoo.fr

Contexte

L'objectif de l'enquête de santé réalisée à Vientiane, la capitale du Laos, en février et mars 2006 auprès de 2042 adultes et de 1650 enfants était de mettre en relation l'état de santé de la population avec le niveau d'urbanisation de son lieu de résidence. Trois types d'espaces urbains ont été distingués selon un gradient décroissant d'urbanisation : une zone centrale, une première couronne et une seconde couronne (Vallée, 2007). Au sein de chacun de ces 3 espaces, 9 « villages » (ou quartiers) ont été sélectionnés pour y mener l'enquête (Vallée et al., 2007). À partir des coordonnées géographiques du lieu de résidence de chacun des individus enquêtés, plusieurs analyses sont conduites pour identifier les disparités spatiales de santé au sein de la ville. Une des difficultés est de définir un niveau d'agrégation adapté à la mise en évidence de ces disparités.

L'agrégation permet de réduire la variabilité ou le caractère chaotique de certains phénomènes, en moyennant des valeurs sur un espace plus grand, de manière à produire plus de stabilité et rechercher des invariants. Ainsi comme l'écrit G. Salem (1998), « un phénomène de santé ne [s'exprime] pas toujours de la meilleure façon à l'échelle la plus fine, des agrégations spatiales raisonnées peuvent être porteuses de sens non fournies par des informations individuelles, ou regroupées à des échelles fines, et les objets même de la recherche [changent] selon les échelles ». Cependant cette opération d'agrégation s'avère délicate car elle introduit des biais sur les organisations et les relations spatiales observées (Mathian et Piron, 2001). L'effet d'agrégation, désigné par l'expression *modifiable areal unit problem*, est dû à des phénomènes d'échelle et au fait qu'à une échelle donnée, les frontières considérées peuvent grouper les individus d'une multitude de façons différentes (Openshaw, 1984).

Objectif

Le village, qui est un maillon incontournable de la vie sociale, culturelle et politique au Laos, a servi de base à l'échantillonnage : un nombre fixe d'enfants et d'adultes ont été enquêtés dans chaque village sélectionné. Cependant, nous souhaitons disposer d'un autre type de maillage afin d'explorer les disparités spatiales de santé. En effet, « les unités spatiales, quand elles ont définies a priori, constituent des agrégats d'objets élémentaires qui ne forment pas toujours des entités ayant une signification géographique cohérente » (Pumain et Saint-Julien, 1997). Le recours à une grille régulière, qui a l'avantage d'être neutre contrairement aux maillages administratifs, pose problème dans le cas où la distribution spatiale des individus enquêtés n'est pas uniforme : le nombre d'observations dans chacune des mailles est alors très variable et la comparaison des valeurs issues de l'agrégation peu pertinente.

Les observations collectées lors de l'enquête de santé ne forment pas un semis de points à la distribution spatiale uniforme. Il y a deux raisons à cela : 1) la densité de population n'est pas uniforme dans toute la ville ; 2) les 27 villages enquêtés, qui ne sont pas forcément adjacents, ne forment pas un espace spatialement continu. La sélection des espaces à enquêter a privilégié la représentativité de la population au détriment de la représentativité spatiale (Vallée et al., 2007). Dans le cas de l'analyse d'un semis de points avec une distribution spatiale non uniforme, il est donc pertinent de créer un maillage polygonal qui tienne compte de la distribution spatiale des observations et qui ainsi permette d'équilibrer le nombre d'individus dans chacun des groupes. Nous décrivons ici la démarche suivie pour créer un tel maillage.

Méthode

L'idée est de créer des groupes de points en prenant en compte la localisation des individus. Nous utilisons une classification par la méthode des nuées dynamiques pour partitionner des individus en classes homogènes, sur la base de leurs coordonnées géographiques. Cette méthode non hiérarchique suppose de définir a priori le nombre de partitions k à obtenir.

Pour constituer des groupes équilibrés en terme de nombre d'individus, nous avons utilisé l'option « segment ». Elle indique que k partitions de taille égale doivent être constituées à partir des n observations. Cela signifie que n/k premières observations sont assignées à chaque groupe. Les moyennes de ces k groupes sont employées comme centres des groupes de départ. Nous répétons cette partition jusqu'à créer 30 partitions différentes sur les 2042 adultes enquêtés (de $k=30$ à $k=60$) et 25 partitions sur les 1650 enfants (de $k=30$ à $k=55$). La valeur maximale de k a été choisie de telle sorte que le nombre moyen d'individus par groupe soit supérieur ou égal à 30. La valeur minimale de k a été fixée à 30.

Puisque notre objectif est d'obtenir des partitions avec un nombre équilibré d'individus, nous sélectionnons celles qui ont un écart type de ce nombre aussi réduit que possible, à partir d'un graphique représentant l'écart type de du nombre d'individus en fonction du nombre de partitions.

Résultat

Cinq partitions sont retenues pour les adultes et pour les enfants. Pour chacune d'entre elles, nous créons un maillage polygonal en générant des polygones de Thiessen. Les frontières des 27 villages où a eu lieu l'enquête sont utilisées comme enve-

loppe extérieure afin de « fermer » les polygones. Différents maillages sont ainsi obtenus (Fig. 1). On remarque que les mailles les plus étendues se trouvent en périphérie de la ville, ce qui est logique car la densité de population y est moindre.

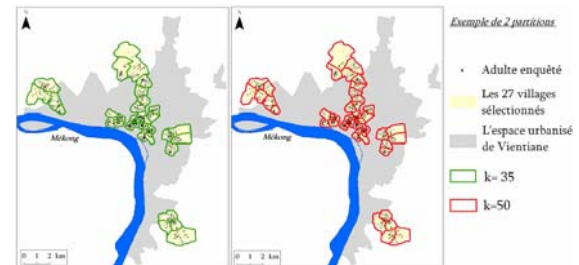


Fig.1. Exemple de deux partitions

Il n'est pas rare d'utiliser les polygones de Thiessen pour générer des surfaces à partir des semis de points dès lors que le maillage disponible n'est pas adapté (Rodier, 2004). Toutefois l'originalité de notre méthode est de combiner une classification non hiérarchique à une génération de polygones de Thiessen. Cette méthode présente l'avantage de la neutralité d'une grille régulière sans souffrir de l'inconvénient d'une mauvaise représentativité.

À ce stade, aucune partition n'est privilégiée pour l'analyse parmi les cinq dont nous disposons. Les informations collectées lors de l'enquête de santé sont en effet variées, elles concernent aussi bien le recours aux soins et ses modalités que les états de santé, le statut nutritionnel.... Selon les questions traitées, certaines partitions se révéleront sans doute plus pertinentes que d'autres ; la suite logique à donner à cette méthode est donc de mener une analyse exploratoire du système d'échelle (Mathian et Piron, 2001).

Mots-clés : Agrégation, échelle, maillage, santé, Thiessen, Vientiane.

Bibliographie

- Mathian H., Piron M., 2001, Échelles géographiques et méthodes statistiques multidimensionnelles, in : Sanders L. (dir.), *Modèles en Analyse Spatiale*, Hermès, Paris, 61-104.
- Openshaw S., 1984, *The Modifiable Areal Unit Problem*, GeoBooks, Norwich.
- Pumain D., St Julien T., 1997, *L'analyse spatiale*, Armand Colin, Paris.
- Rodier X., 2004, Représentation de l'espace gaulois d'après Grégoire de Tours, *Mappemonde*, 76.
- Salem G., 1998, La santé dans la ville. Géographie d'un petit espace dense : Pikine (Sénégal). Karthala-Orstom.
- Vallée J., 2007, Espace urbanisé et périmètres urbains, une délimitation complexe. Dans Vientiane, développement urbain et patrimoine, in : Aphaylat K., Clément P., Goldblum C. Taillard C. (eds.), *Les Cahiers de l'Ipraus*, Editions Recherches, Paris.
- Vallée J., Souris M., Bochaton A., Mobillion V., Peyronnie K., Fournet F., Salem G., 2007, The sampling in health geography: how reconcile geographical and statistical approaches? Example of a health survey in Vientiane (Lao PDR), *Emerging Themes in Epidemiology*, article soumis.

L'incertitude dans un processus de spatialisation des données climatiques

Rémi Lhotellier

Institut de Géographie Alpine

14 bis Avenue Marie Reynoard, F-38100 Grenoble

EA 2936 – SEIGAD, 2063 rue de la piscine - BP 53X

F- 38041 Grenoble Cedex 9

remi.lhotellier@laposte.net

Cette communication vise à présenter un aspect d'un travail de thèse sur la spatialisation des températures en zone de montagne alpine, réalisée au laboratoire SEIGAD de l'Institut de Géographie Alpine, en collaboration avec Météo-France, et dans le cadre du programme Européen *COST 719 : GIS in climatology and meteorology*. Cette action européenne avait pour principal objectif d'accroître le potentiel des systèmes d'information géographique dans les domaines de la climatologie et de la météorologie.

L'intérêt de cette recherche était de proposer une méthode pour obtenir des données spatialisées, à partir des relevés ponctuels de température de l'air des stations Météo-France. Nous nous attacherons ici à préciser les multiples niveaux d'incertitude inhérents à ce type de problématique, et à proposer des évaluations de ces niveaux.

Données et méthodes

La recherche a été menée à partir d'un échantillon de 168 stations météorologiques du réseau Météo-France, réparties sur quatre départements alpins, du nord au sud : Haute-Savoie, Savoie, Isère, Hautes-Alpes (soit une surface d'étude d'environ 24000 km²), durant les années 1990 à 1995. Les températures minimales et maximales quotidiennes nous ont été fournies, tout comme les coordonnées géographiques des stations.

La méthodologie retenue pour effectuer cette spatialisation des températures combine l'usage d'analyses statistiques et de systèmes d'information géographique : un modèle de régression multiple pas à pas est construit à partir de variables topographiques ou environnementales, grâce à un système d'information géographique. Le SIG nous permet par exemple de déduire des informations de type altitude, valeur et orientation des pentes, caractéristiques locales du relief, radiation solaire potentielle, et ceci pour chaque station et/ou pour chaque pixel de la zone d'étude. Les résidus de cette régression sont conservés et interpolés par krigeage. Cette grille interpolée est ensuite additionnée à celle

obtenue par régression, pour obtenir la carte finale de température, au format raster.

L'intérêt premier de la méthode consiste donc en l'obtention, aux points de mesure incorporés dans le modèle, des valeurs exactes mesurées au lieu des valeurs estimées (la différence constitue le résidu). Le second avantage est la prise en compte par le krigeage de facteurs d'influence très locale ou au contraire plus régionale non modélisés par la régression.

Au sein de ce processus de spatialisation à partir de mesures ponctuelles échantillonnées, de nombreuses sources d'imprécision se juxtaposent pour former une incertitude globale. Il est possible de la diviser en plusieurs foyers d'incertitude, qui sont plus ou moins évitables ou remédiables. Dans le cas contraire, cette incertitude doit être pour le moins évaluée. Nous prendrons ainsi appui sur les diverses étapes du processus et tenterons de présenter, corriger ou évaluer le niveau d'incertitude induit par chacune d'elle. Avant même le traitement à proprement parler des données mesurées, apparaissent des risques d'erreur non négligeables :

- les relevés Météo-France sont vérifiés en interne, ils n'en comportent pas moins quelques erreurs potentielles (différents types de stations de mesure, erreurs de coordonnées de station, déménagements de station, erreurs de relevés, lacunes, dérives...);

- les coordonnées fournies (au format degré minute seconde) sont transformées pour être compatibles avec le modèle numérique de terrain utilisé (Lambert 2 étendu), et les tests effectués ont montré que les logiciels utilisaient des algorithmes de conversion différents ;

- une incertitude spatiale naît de l'affectation d'une station (donnée ponctuelle) à un pixel (donnée surfacique, variant de 2500 m² à 22500 m² selon l'échelle utilisée), puisque le travail est

effectué en mode image. Il faut en être conscient lorsqu'on travaille à échelle fine.

Par ailleurs, en zone de montagne, les questions d'échelle et de densité des réseaux météorologiques doivent être, plus que dans n'importe quel autre milieu, mis en exergue. La représentativité spatiale d'une station unique et d'un ensemble de postes de mesures nécessite d'être évaluée. Cette représentativité varie d'ailleurs avec la variable considérée. Lors de la modélisation par régression, il est indispensable que l'échantillon traité (à savoir les coordonnées des stations de mesure) soit représentatif du terrain d'étude : nous montrerons que cette représentativité n'est pas toujours évidente, notamment pour les hautes altitudes. En effet, la fréquence des postes de mesure diminue avec l'altitude, mais dans les vallées, la densité spatiale des stations se révèle semblable à celle des régions de plaine.

Outre l'incertitude fondée sur l'échantillonnage spatial, il existe une forte diversité de qualité des résultats causée par le temps, à la fois fonction de l'échelle temporelle d'étude (température extrême quotidienne, température moyenne mensuelle, température moyenne annuelle) et de la succession de situations météorologiques diverses. Par exemple, à l'échelle quotidienne, les températures hivernales sont souvent, pour ne pas dire toujours, les plus difficiles à cartographier, principalement à cause des surfaces persistantes de hautes pressions sur les Alpes et des inversions thermiques qu'elles engendrent. Il faut donc dans certains cas améliorer les modèles. Ainsi, la comparaison de construction d'un modèle de régression pas à pas sur les valeurs des variables décrites aux coordonnées des stations et sur des grilles filtrées a été menée aux échelles mensuelle et quotidienne, en prenant toujours soin de séparer les maxima des minima.

Les méthodes statistiques appliquées sur les variables estimatives diffèrent donc selon l'échelle temporelle visée, et l'ajout d'informations supplémentaires (ACP, filtrage des grilles, influence du type de temps...) permet, quand la régression n'est pas suffisante, d'apporter des améliorations significatives dans les résultats.

Des modèles peu complexes de régression multiple offrent d'excellents résultats quand ils sont construits sur des valeurs moyennes mensuelles ou annuelles, ou encore sur des valeurs minimales ou maximales quotidiennes sous conditions perturbées. Dans les autres cas de figure, le cas extrême étant une journée d'hiver en situation anticyclonique, la nécessité d'utiliser des fenêtres mobiles s'impose et permet d'améliorer significativement les résultats obtenus.

Un modèle n'étant, en géographie, jamais parfait, il reste des résidus qu'il faut utiliser, sous peine d'omettre une partie de l'information climatique disponible. Leur interpolation par krigeage semble constituer l'une des meilleures alternatives, pour peu que la densité du réseau le permette et que les résidus possèdent une structure spatiale et statistique convenable.

Il paraît important de souligner que la validité statistique de la carte doit autoriser de décider ou non de sa réalisation : il est tout à fait possible de cartographier la température par un modèle qui explique 5 % des variations de températures mesurées (coefficient de détermination de 0,05), mais quel est alors l'intérêt d'une telle carte ? Le niveau d'incertitude (mesuré à partir de l'échantillon spatial, d'un coefficient de détermination, d'une validation croisée ou encore plus simplement en comparant estimation et mesure) est donc l'élément essentiel qui doit permettre d'accepter de proposer une cartographie d'un phénomène à un utilisateur éventuel.

Mots clés : incertitude, spatialisation, température de l'air, montagne.

Bibliographie

- Dumolard P., 2006, Uncertainty from spatial sampling: a case study in the French Alps, *Actes du colloque COST719: GIS in climatology and meteorology*, Grenoble, à paraître.
- Joly D., Bert H., Fury R., Vermot-Desroches B., Jaquinot J.-P., 1994, Interpolation des températures à grande échelle, *Revue Internationale de Géomatique*, 4(1), 55-86.
- Lhotellier R., 2004, Spatial interpolation of daily minimum and maximum temperatures in the French Alps, *Proceedings of the Conference on the Spatial Interpolation Techniques in Climatology and Meteorology*, HMS, Budapest.
- Lhotellier R., 2005, Spatialisation des températures en zone de montagne alpine, Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble.
- Tveito O. E., Bjordal I., Skjelvag O., Aune B., 2005, A GIS-based agro-ecological decision system based on gridded climatology, *Meteorological Applications*, 12(1), 57-68.

Étude sur les contrastes de couleur pour améliorer la lisibilité des cartes

Elisabeth Chesneau

Laboratoire AVENUES – Université de Technologie de Compiègne
Département Génie des Systèmes Urbains, BP 10501
F-60205 Compiègne cedex
elisabeth.chesneau@utc.fr

La carte est un outil important pour connaître et gérer un territoire géographique, pour communiquer des informations sur cet espace, pour agir... Les métiers qui ont besoin de cet outil sont nombreux, leurs attentes sont diverses et désormais le monde numérique offre à tous ces utilisateurs de nouvelles possibilités permettant à chacun de créer et d'utiliser des cartes selon ses besoins.

Pour une bonne efficacité de la carte, il convient de disposer de données fiables et lisibles, ou de pouvoir en produire. L'importance de la lisibilité peut être illustrée par la cartographie des risques. Dans ces cartes, dont l'utilité est grande, les données sont souvent nombreuses et en superposition. Leur représentation cartographique est donc difficile, la lisibilité est par suite incertaine et l'utilisation des cartes malaisée.

Une étude de cartes de risque existantes permet de repérer trois grands problèmes de lisibilité : 1) Les cartes de risque s'organisent en plans visuels avec les informations importantes au premier plan (figure) et celles qui le sont moins au dernier plan (fond). Généralement, la figure est en couleur tandis que le fond est en gris. Dans ce fond, on trouve les enjeux (entités menacées par un événement catastrophique), particulièrement importants pour les décideurs et les aménageurs. Or, ces enjeux se voient mal sur les cartes, notamment à cause du gris sous la surcharge colorée. 2) Le fond de carte est souvent très dense ce qui réduit considérablement sa lisibilité. 3) Les choix sémiologiques ne sont pas toujours adaptés aux données à représenter. Par exemple, une relation d'ordre (faible, moyen, fort) peut être traduite par des couleurs de teinte différente alors que l'utilisation d'une teinte unique mais avec des clartés différentes est plus efficace. Suite à ces constats, il apparaît intéressant de définir ce qu'est une bonne lisibilité et comment l'atteindre.

Méthode

L'approche choisie pour définir ce qu'est une bonne lisibilité se fait à travers des données fournies par différentes disciplines en rapport avec la per-

ception, la cognition, la sémiologie, la couleur... Les principales références utilisées sont :

– *Règles graphiques de Bertin* (1967) : selon Bertin, une bonne séparation rétinienne s'établit quand nos yeux séparent correctement les signes significatifs des signes moins significatifs dans une carte.

– *Théorie de la Gestalt* (courant de pensée en psychologie des années 1910) : une personne structure son environnement en groupes perceptifs d'après différents critères comme la similarité ou la proximité des signes. La structuration la plus simple consiste à distinguer une figure avec les éléments significatifs et un fond avec les éléments moins significatifs.

– *Travaux de psychologues et de cartographes* à partir des années 1960 : des recherches en attention visuelle montrent que la couleur est la plus efficace des variables visuelles dans la recherche visuelle d'un signe. S'ajoute à cela le niveau de connaissances préalable des lecteurs. Ainsi, une couleur foncée, vive et attrayante pour un utilisateur sera vue plus rapidement qu'une couleur plus pâle et moins plaisante.

La création d'une bonne séparation visuelle entre la figure et le fond d'une carte semble essentielle pour sa bonne lisibilité. Le contraste entre en jeu dans cette séparation, notamment le contraste par la couleur. Ceci nous amène à cibler notre recherche sur une amélioration de la lisibilité cartographique par le contraste coloré. Nous choisissons d'analyser les contrastes de couleur dans une carte à travers un modèle automatisé. Ceci nécessite l'intégration de règles sur les contrastes établies à partir de connaissances théoriques.

Les connaissances théoriques regroupent des couleurs de référence adaptées à la cartographie des risques et une théorie sur les contrastes de couleur. Les couleurs de référence s'organisent en fonction de leur teinte, de leur clarté et de leur saturation. La teinte permet de différencier des objets dans une carte (le rouge représente les activités industrielles alors que le vert représente les activités forestières). La clarté sert à ordonner des objets ordonnés dans

une carte (le bleu clair représente un risque faible et le bleu foncé un risque fort). Enfin, la saturation est utilisée pour ordonner des objets non ordonnés dans une carte mais dont l'importance de leur thème diffère. Ainsi, les couleurs saturées vont représenter les éléments importants de la carte tandis que les gris colorés vont cartographier le fond de carte. On obtient 163 couleurs de référence, inspirées des travaux d'Itten (1967), Brewer (2003) et Mersey (1990). La théorie sur les contrastes de couleur choisie pour le modèle est celle du peintre suisse Itten. Dans son livre (Itten, 1967), il décrit sept contrastes : contraste de teinte, contraste des complémentaires, contraste chaud-froid, contraste de clarté, contraste de saturation, contraste de quantité et contraste simultané. Des règles basées sur ces connaissances théoriques sont déterminées puis introduites dans le modèle :

- des valeurs de contraste comprises entre 0 et n sont définies entre chaque couple de couleurs de référence. Par exemple, le contraste de teinte entre un rouge et un vert est maximal alors qu'il est faible entre deux bleus. Des calculs par hypothèse et des tests expérimentaux effectués auprès de cartographes et non-professionnels de la couleur ont servi à définir ces valeurs. Celles-ci permettent d'évaluer le contraste entre deux couleurs dans une carte.

- des valeurs idéales de contraste comprises entre 0 et n sont définies entre chaque couple de couleurs de référence. Elles spécifient quelle est la valeur idéale de contraste à avoir entre deux couleurs en fonction de la relation sémantique (différence, association, ordre) qui les lie. Par exemple, si deux objets sont en relation de différence dans une carte, leur contraste de teinte devra être fort. Pour deux couleurs voisines dans une carte, la comparaison entre leur valeur de contraste et leur valeur idéale permet d'interpréter leur contraste.

- La proposition de nouvelles couleurs passe par l'utilisation d'espaces de solutions construits dans notre système de couleurs de référence. Concrètement, chaque voisin d'un objet à changer de couleur dans la carte va récupérer sa couleur et la relation sémantique qui le lie à l'objet à changer. Ceci permet de trouver l'espace de couleurs possibles pour le changement.

Outre cette base de règles, notre modèle a besoin d'un schéma d'organisation des données, c'est-à-dire d'une structuration des données sur laquelle il s'appuie pour réaliser son étude des contrastes de couleur. Dans ce schéma, une organisation des éléments graphiques sous la forme d'objets permet de bien affiner l'appréhension des contrastes. Ainsi, chaque objet de la carte est capable de déterminer son contraste avec ses voisins et pas uniquement en fonction de la légende.

Enfin, une dynamique est ajoutée à notre modèle pour réaliser l'analyse et l'amélioration des contrastes de couleur dans une carte. Cette dynamique repose sur le principe de la convergence, méthode de résolution consistant à effectuer plusieurs actions pour obtenir une solution satisfaisante. Une méthode séquentielle résout pas à pas les plus gros problèmes de contraste dans la carte à travers des cycles. A chaque fin de cycle, peu de couleurs sont modifiées mais l'état de la carte est amélioré et le dernier cycle correspond à l'obtention d'un état final satisfaisant. Pour valider notre modèle, un prototype expérimental a été développé, construit sur le SIG Lamps2 de la société LaserScan : *ARiCo (Amélioration automatique des cartes de Risque par le Contraste coloré)*. Aujourd'hui, seule l'amélioration des contrastes de teinte et de clarté a été implémentée.

Mots-clés : cartographie, lisibilité, contraste de couleur, géomatique, SIG.

Bibliographie

- Bertin J., 1967, *Sémiologie graphique : les diagrammes, les réseaux, les cartes*, Éditions EHESS, Paris.
- Brewer C., Hatchard G., Harrower M., 2003, Color Brewer in Print: A Catalog of Color Schemes for Maps, *Cartography and Geographic Information Science*, 30 (1), 5-32.
- Chesneau E., 2006, Modèle d'amélioration automatique des contrastes de couleur en cartographie : application aux cartes de risque, Thèse de doctorat, IGN et Université de Marne-la-Vallée.
- Fabrikant S., Goldsberry K. 2005, Thematic Relevance and Perceptual Saliency of dynamic Geovisualization Displays, in: *ICC 2005*, Spain, 9-16 July 2005.
- Itten J., 1967, *Art de la couleur*, Dessain et Tolra, Paris.
- Lloyd R., 1997, Visual Search Processes Used in Map Reading, *Cartographica*, 34(1), 11-32.
- MacEachren A., 1995, *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*, The Guilford Press, New York, London.
- Mersey J., 1990, Colour and Thematic Map Design: the Role of Colour Scheme and Map Complexity in Choropleth Map Communication, *Cartographica*, 27(3), Monograph, 41.
- Robinson A., Morrison J., Muehrcke P., Kimerling A., 1995, *Elements of Cartography*, John Wiley, New York.

Alphabétisation et scolarisation en Inde : une approche géographique de l'éducation

Anne Buisson, Romain Guillon

UMR 6012 ESPACE – CNRS / Université de Provence
 29, avenue Robert-Schuman
 F-13621 Aix-en-Provence cedex 1
annebuisson@free.fr

L'éducation est un élément fondamental de toute société humaine. Son appréhension dans le champ des sciences sociales nécessite une définition conceptuelle rigoureuse de laquelle découleront méthodes et outils appliqués à la géographie.

Définition des concepts

L'utilisation de concepts simples qui touchent la dimension scolaire de l'éducation est un premier pas vers une approche théorique des phénomènes éducatifs. La définition élastique et hautement subjective de l'éducation rend périlleuse son interprétation. D'abord parce qu'elle relate autant d'un état harmonieux de l'homme à atteindre, que de l'avancée des sociétés vers une modernité certaine, l'éducation peine à se retrouver dans un cadre précis. Sa réduction, alors, à l'ensemble des faits scolaires permet de résoudre un premier problème puisque les effets de l'éducation s'évaluent surtout au niveau des systèmes de formations et de qualification des individus.

Une première équation simple (Fig. 1) met en exergue la dynamique éducative : être scolarisé permet de développer un certain nombre de compétences que l'on place généralement sous le sigle de l'alphabétisme. Le processus d'alphabétisation qui permet d'arriver à cet état dépend de la scolarisation et est lui-même un élément qui favorise le fait de participer au circuit scolaire.

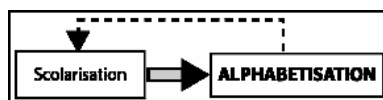


Fig. 1. Lien entre scolarisation et alphabétisation, première dynamique de l'éducation

Mais cette vision de la dynamique éducative, bien qu'à la base de toutes les politiques dans ce domaine, laisse à désirer pour deux raisons essentielles. D'une part, l'alphabétisation reste une mesure indirecte de l'éducation assez difficile à

appréhender en termes fixes (les définitions de l'alphabétisation au niveau quantitatif sont assez fluctuantes à l'échelle des pays). D'autre part, la scolarisation dépend d'un certain nombre d'éléments du territoire dans lequel elle s'inscrit, ne serait-ce que parce que le premier facteur de scolarisation reste la présence ou la proximité d'une école dans le voisinage.

On peut alors supposer que les résultats de l'éducation visibles dans l'alphabétisation dépendent du contexte socio-spatial de l'éducation soit : 1) des conditions de scolarisation ; 2) de l'accessibilité « physique » de l'éducation, autrement dit du système scolaire développé sur un territoire donné.

Proposer une approche géographique de l'éducation permet d'enrichir la vision réduite qu'offre l'alphabétisation en tenant compte du contexte socio-spatial de l'éducation qui conditionne la participation au circuit scolaire (Fig. 2).

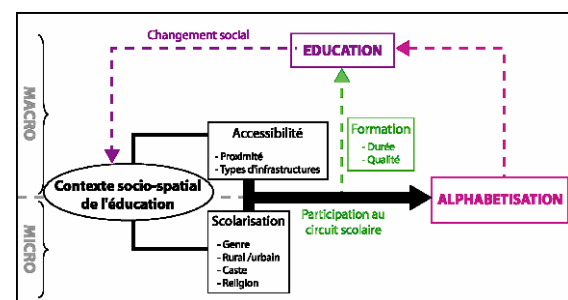


Fig. 2. Scolarisation et alphabétisation, approche dynamique du contexte socio-spatial de l'éducation en Inde

Localisation des phénomènes scolaires en Inde

La présentation d'une série de cartes de l'Inde à l'échelle des districts offre la visualisation des liens qui existent entre l'alphabétisation et le contexte socio-spatial de l'éducation. L'utilisation, en

premier lieu du taux d'alphabétisation, bien que controversée, fait apparaître une typologie de l'éducation assez nette où l'Inde du Sud est privilégiée. Cette carte doit être complétée par celle de la mesure de la participation au circuit scolaire (en se servant du taux de scolarisation brut) et celle de l'accessibilité des infrastructures (à savoir la population qui dispose d'une école dans un rayon de 1 kilomètre et le pourcentage des écoles primaires par rapport au total des infrastructures). Ces documents cartographiques dressent un portrait de l'éducation en Inde un peu plus exhaustif que celui proposé par la seule alphabétisation et amènent à une réflexion sur cette géographie des inégalités que l'on observe.

Pour une approche géographique de l'éducation

Autre restriction à dépasser l'éducation n'est un phénomène ni figé ni simple. Si une mesure directe de ce processus reste impossible il faut trouver d'autres solutions.

Au niveau de l'explication des formes spatiales de l'alphabétisation, il faut alors sortir du cadre « strictement scolaire » de l'éducation et définir plus précisément le contexte socio-spatial de l'éducation en intégrant des informations relatives aux individus susceptibles d'être scolarisés. Ainsi dans le cas de l'Inde, l'intégration de variables sur le genre, la caste ou encore l'appartenance religieuse peut aider à parfaire le profil général de l'éducation. De plus, une analyse qui s'intéresse au niveau micro de l'éducation ouvre une voie vers une conception multi-niveaux du phénomène, c'est-à-dire dans le champ de recherche offert à la géographie relier les comportements scolaires individuels aux formes globales de l'alphabétisation observées à différentes échelles.

Enfin, au niveau des manœuvres expérimentales qui restent possibles dans le cas d'une approche de l'éducation plus théorique, la conception systémique du phénomène éducatif mène sur les chemins de la complexité. Il s'agira alors de tester les facteurs qui influent le plus sur l'éducation dans une perspective modélisatrice.

Mots-clés : éducation, alphabétisation, géographie, Inde, accessibilité.

Bibliographie

- Aggarwal J.C., 1997, *Education in India since 1991*, Doaba House, New Delhi.
- Charlot B., 1994, *L'école et le territoire, nouveaux enjeux, nouveaux espaces*, Armand Colin, Paris.
- Chaubey P. K., Chaubey G., 1998, Rural-urban disparity in literacy: inter-state variation in India, *Indian Journal of Regional Science*, 1, 22-37.
- Kaushik V. K., Sharma S. R., 2004, *The social Context and Education*, Anmol Publications, New Delhi.
- Kaushik B., Foster J. E., Subramanian S., 2000, Isolated and proximate illiteracy and why these concepts matter in measuring literacy and designing education programmes, *Economic and Political Weekly*, 8-14 January 2000.
- Kingdon G. (and al.), 2004, Education and literacy, in: Dyson T., Cassen R., *Twenty-first Century in India, Population Economy, Human Development and the environment*, Oxford University Press, New Delhi, 130-157.
- Mehrotra S., Pancharukhi P. R., Srivastava R., Srivastava R., 2005, *Universalizing Elementary Education in India, uncaging the 'tiger' economy*, Oxford University Press, New Delhi.
- Rather A. R., 2004, *Development of Education System in India*, Discovery Publishing House, New Delhi.
- Rouault R., 2005, Les dimensions spatiales de la scolarisation, entre espaces et parcours choisis, scolarisation et territoires, *Espaces, Populations et sociétés*, 3, 355-366.
- Shah S. Y., 1999, *An encyclopedia of Indian Adult Education*, National Literacy Mission, New Delhi.