

Théo Quant 2019

Nouvelles approches en Géographie Théorique & Quantitative

Quatorzièmes rencontres
Besançon, 6-8 février 2019

Résumés des communications

Conférences en séances plénières

Mercredi 6 février

10 h 30 – 12 h 00

Territorialisation sanitaire et analyse de réseaux

Emmanuel ELIOT et Elise AUTRIVE, professeur et doctorante à l'UMR IDEES, Université de Rouen

Jeudi 7 février

8h 30 – 9 h 30

OpenStreetMap : usages, données, écosystème

Julien COUPEY, VERSO, représentant de l'association OpenStreetMap France

Vendredi 8 février

9 h 00 – 10 h 00

Pourquoi la société ne se laisse pas mettre en équations

Pablo JENSEN, Directeur de recherche CNRS au Laboratoire de Physique de l'ENS de Lyon

Thématiques des ateliers

| | |
|--|----|
| Atelier 1 | |
| Mobilité | 4 |
| Atelier 2 | |
| Ville, Environnement, Paysage | 15 |
| Atelier 3 | |
| Ségrégation sociale et spatiale..... | 25 |
| Atelier 4 | |
| Géohistoire et dynamiques environnementales..... | 31 |
| Atelier 5 | |
| Transport | 34 |
| Atelier 6 | |
| Economie spatiale | 38 |
| Atelier 7 | |
| Morphologie urbaine..... | 42 |
| Atelier 8 | |
| Environnement..... | 48 |
| Atelier 9 | |
| Aide à la décision et aménagement | 55 |
| Atelier 10 | |
| Santé et risques..... | 62 |
| Atelier 11 | |
| Théories et modèles..... | 69 |
| Atelier 12 | |
| Analyse de discours..... | 75 |

Atelier 1

Mobilité

Mercredi 6 février

13h-30 - 18h

Reconsidérer les mobilités quotidiennes en prenant en compte les habitudes individuelles : Une analyse portant sur les six principaux modes de déplacements, au sein de la population française

Thomas Buhler

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Depuis quelques années, on constate dans la littérature un regain d'intérêt pour une analyse des habitudes lorsqu'elles concernent les mobilités quotidiennes (Brette et al., 2014 ; Schwanen et al., 2012). Par « habitude » il faut comprendre non pas la simple répétition de trajets, mais bel et bien un ensemble de savoir-faire acquis par l'expérience ou par l'éducation (Kaufmann, 2001). Par exemple, une personne ayant une forte habitude automobile, a tendance à automatiser (d'un point de vue cognitif) de plus en plus ses trajets quotidiens, à s'en détacher, pour associer à ses déplacements des activités plus ou moins « productives » (ex : envoyer des mails, des messages, téléphoner, regarder les paysages, etc.) (Brette et al., 2014). Cette force de l'habitude se combine très souvent avec une perception positive du temps passé dans les déplacements [idem], pour arriver, *in fine*, à constituer une force conservatrice allant à l'encontre d'éventuelles intentions de changement de la part de la personne (Triandis, 1977).

Les méthodes pour mesurer la force de l'habitude ont été l'objet de nombreux débats. Les dernières avancées soulignent la robustesse et la parcimonie de la méthode « SRBAI » (Self-Reported Behaviour Automaticity Index) (Gardner et al., 2012). Cet indice recouvre les différentes dimensions de l'habitude : ancienneté de la pratique, automaticité du comportement, savoir-faire intériorisé ou incorporé, etc. Il s'agit de cinq affirmations sur la base desquelles le répondant doit se situer sur une échelle de 1 (totalement inexact) à 7 (totalement exact). Nous avons ajouté une sixième question sur la dimension d'identité liée à l'habitude, qui est souvent le stade ultime d'une habitude forte (ex : « la voiture : c'est typiquement moi »).

L'indice SRBAI a été calculé pour les six principaux modes de déplacement (*voiture comme conducteur, voiture comme passager, vélo, marche, transports en commun, deux-roues-motorisé*) pour 2160 personnes majeures, représentatives de la population française. Une analyse des réponses par ACM montre que trois groupes se détachent :

- Un premier groupe (52,72% de l'échantillon) est constitué par des personnes ayant une habitude automobile « forte » (une moyenne aux six questions supérieure à 5,5) combiné à des habitudes « faibles » pour l'ensemble des cinq autres modes (moyennes inférieure à 2,5).
- Un second groupe (9,17%) se définit par une habitude automobile « faible » (<2,5) associée à des niveaux très élevés pour l'ensemble des autres modes (>5,5).
- Un troisième groupe (38,11 %) se définit par des niveaux d'habitude « moyens » pour l'ensemble des six modes (entre 2,5 et 5,5).

Ces résultats permettent d'estimer la répartition de ces trois grands groupes au sein de la population française. Pour le premier groupe, les politiques de déplacements actuelles semblent trop limitées puisqu'elles ne prennent que faiblement en compte les « fenêtres d'opportunités » dans les cycles de vie, c'est-à-dire, les seuls moments de changement (déménagement, naissance d'un enfant, nouvel emploi...) où les habitudes fortes peuvent être remises à plat par la personne. Le second groupe constitue les personnes déjà convaincues. Le troisième groupe est constitué de personnes ayant un rapport plutôt instrumental aux modes de déplacement, et ne développant ni un rapport « affectif,

identitaire et conservateur », ni une aversion à l'automobile. Ces personnes constituent la principale cible des politiques publiques visant une réduction de la part de l'automobile pour les prochaines années, mais ne représente au final « que » 38,11% de la population française.

Bibliographie

Brette, O., Buhler, T., Lazaric, N., Maréchal, K., 2014, "Reconsidering the nature and effects of habits in urban transportation behaviour", *Journal of Institutional Economics*, 10(3)

Gardner, B., Abraham, C., Lally, P., de Brujin G.-J., 2012, "Towards parsimony in habit measurement: Testing the convergent and predictive validity of an automaticity subscale of the Self-Report Habit Index", *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 9(102)

Kaufmann, J.-C., 2001, *Ego : pour une sociologie de l'individu*, Nathan, 288 p.

Schwanen, T., Banister, D., Anable, J., 2012, "Rethinking habits and their role in behaviour change: the case of low-carbon mobility", *Journal of Transport Geography*, 24

Triandis, H.C., 1977, *Interpersonal behavior*, Brooks, 329 p.

Motifs de démotorisation dans les aires urbaines françaises : un premier retour sur l'enquête quantitative mode

Justin Emery¹, **Benjamin Motte-Baumvol**¹, **Laurent Hivert**²

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté¹

IFSTTAR - AME/DEST, Université Paris-Est²

Mots Clés : *Voiture, Motorisation, Enquête, Automobilité*

Contexte : La littérature sur la dépendance automobile et les difficultés à changer les comportements de mobilité est très riche. Parallèlement, d'autres études s'intéressent à l'impact du phénomène dit de "*Peak-car travel*" (Goodwin et Dender, 2013) à une échelle macroscopique, par exemple, en s'appuyant sur des variables économiques (Bastian et al., 2016), la possession du permis de conduire des jeunes adultes (Kuhnimhof et al., 2012) ou la possession de véhicules (Millard, et al., 2011). Par contre, on sait peu de choses sur la façon dont les ménages pourraient être conduits ou encouragés à se démotoriser, c'est-à-dire à réduire de façon pérenne le nombre de voitures qu'ils possèdent, et sous quelles conditions la démotorisation pourrait effectivement s'accompagner d'un moindre usage de la voiture. Dans cette acception, la démotorisation telle que nous l'appréhendons se définit par deux profils-types de ménages : (i) les ménages totalement démotorisés ; (ii) les ménages qui ont réduit leur nombre de voitures, mais gardent encore au moins une voiture c'est-à-dire partiellement démotorisés. Les travaux disponibles, et fondés sur des données quantitatives issues d'enquêtes de mobilités, montrent que la démotorisation reste un phénomène marginal, souvent liée à des difficultés financières, physiques ou à un changement dans la composition du ménage. Plusieurs éléments peuvent être mis en avant sur le processus de démotorisation :

- La démotorisation est avant tout un processus temporaire (Klein et Smart 2017) qui peut être délibéré ou pris sous-contraintes (Mattioli 2013 ; Demoli 2015) ;
- Les événements de la vie (Prillwitz, et al., 2006 ; Yamamoto, 2008 ; Beige et Axhausen, 2017) ainsi que les changements socio-économiques au niveau des ménages (localisation, emploi...) sont les principaux déclencheurs de la démotorisation (Dargay et al., 2011)
- Les habitudes de déplacement et les attitudes à l'égard de la voiture constituent de grands freins à la démotorisation des ménages (Scheiner, 2007 ; Beige et Axhausen, 2017).

Toutefois, l'état de l'art actuel ne permet d'étudier la démotorisation que sous l'angle d'une réduction du nombre de voitures possédées par un ménage à un instant donné. On remarque, par ailleurs, que ces différentes études ne fournissent pas une bonne compréhension du processus menant à la décision de se démotoriser sur le long terme. Cette lacune est en partie associée au manque de données disponibles sur la démotorisation au sein des enquêtes de mobilités (EGT, EMD, ENTND...) qui constitue la principale source de données sur la mobilité quotidienne.

Méthode : En s'appuyant sur une enquête quantitative d'ampleur nationale réalisée sur près de 2 000 ménages (comprenant 1 000 ménages démotorisés et 1 000 ménages jumeaux non démotorisés), nous proposons de fournir un premier état des lieux de la démotorisation en France. Cette enquête, par questionnaire, réalisée lors de l'hiver 2017-2018 et menée auprès d'un panel de ménages représentatifs de la population française (issu du panel Métascope de Kantar-TNS ex-TNS-SOFRES), vise à explorer les facteurs sociaux, économiques, démographiques, spatiaux et culturels conduisant à une démotorisation des ménages. Sa spécificité est de comporter un volet décrivant les changements (de contexte) intervenus pour les individus et leurs ménages depuis une période de cinq ans avant la démotorisation afin de prendre en compte d'éventuels effets retards. Aussi, le questionnaire comprend un volet sur la psychologie des ménages. Associée à l'enquête panalisée Parc Auto (Kantar-TNS pour Ademe-CCFA-Ifsttar-DSR), cette enquête constitue une source de données atypique et originale sur la mobilité des ménages démotorisés.

Bibliographie

- Bastian, A., Börjesson, M., et Eliasson J. (2016). « Explaining “peak car” with economic variables ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 88 (juin): 236-50.
- Beige, S., et Kay W. A. (2017). « The dynamics of commuting over the life course: Swiss experiences ». *Transportation Research Part A: Policy and Practice* 104 (octobre): 179-94.
- Dargay, J., Hanly, M., Madre JL., Hivert, L. et Chlond, B. (2011). « Demotorisation seen through Panel Surveys: A Comparison of France, Britain and Germany ». In. Lucerne.
- Demoli, Y. (2015). *Automobile et stratification sociale : diffusion, caractéristiques et coûts de l'équipement automobile en France depuis les années 1980*. Paris, Institut d'études politiques.
- Goodwin, P., et Van Dender, K. (2013). « 'Peak Car' — Themes and Issues ». *Transport Reviews* 33 (3): 243-54.
- Klein, N. J., Smart, M. J. (2017). « Millennials and car ownership: Less money, fewer cars ». *Transport Policy* 53 (janvier): 20-29.
- Kuhnimhof, T., Armoogum, J. Buehler, R., Dargay, J. Denstadli, J. M., et Yamamoto, T. (2012). « Men shape a downward trend in car use among young adults—evidence from six industrialized countries ». *Transport Reviews* 32 (6): 761–779.
- Mattioli, G. (2013). « Different Worlds of Non-Motoring: Households without Cars in Germany ». *Mobilitäten Und Immobilitäten: Menschen, Ideen, Dinge, Kulturen, Kapital*.
- Millard-Ball, A., et Schipper, A. (2011). « Are We Reaching Peak Travel? Trends in Passenger Transport in Eight Industrialized Countries ». *Transport Reviews* 31 (3): 357-78.
- Prillwitz, J., Harms, S., et Lanzendorf, M. (2006). « Impact of Life-Course Events on Car Ownership ». *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board* 1985 (janvier): 71-77.
- Scheiner, J. (2007). « Mobility Biographies: Elements of a Biographical Theory of Travel Demand (Mobilitätsbiographien: Bausteine zu einer biographischen Theorie der Verkehrsnachfrage) ». *Erdkunde* 61 (2): 161-73.
- Yamamoto, T. (2008). « The impact of life-course events on vehicle ownership dynamics: The Cases of France and Japan ». *IATSS Research* 32 (2) : 34-43.

Pulsation urbaine d'un pôle gare : observer les rythmes spatio-temporels des mobilités quotidiennes de Fontainebleau et Avon

Cyprien Richer, Patrick Palmier

Cerema

Notre proposition de communication porte sur les mobilités quotidiennes d'un pôle de grande couronne francilienne, composé des parties urbanisées des communes de Fontainebleau et Avon. L'objectif est de comprendre le fonctionnement dynamique de ce territoire et plus spécifiquement le rôle du train dans le rythme quotidien des habitants et visiteurs.

Ce travail a été réalisé dans le cadre des « *Démonstrateurs industriels de la ville durable* » portés par le PUCA concernant le projet SNCF sur le pôle gare de Fontainebleau-Avon. La méthode a été développée par le Cerema au sein de l'Institut pour la transition énergétique *Efficacity*. Elle s'appuie sur les travaux antérieurs du Cete de Lyon sur les pulsations urbaines à l'échelle des agglomérations exploitant les données EMD (Hurez, 2010). Nos travaux fournissent une exploitation originale des données de l'Enquête Globale Transport 2011 d'Île-de-France.

L'analyse s'inscrit dans le courant de la *time-geography* en cherchant à discerner les principaux profils spatio-temporels dans la diversité des trajectoires de mobilités quotidiennes (Hägerstrand 1970 ; travaux récents de Sonia Chardonnel, 2001...). L'originalité de l'approche concerne le changement d'échelle avec l'observation d'un territoire de 3000 mètres autour d'une gare transilien, correspondant à l'échelle des communes de Fontainebleau et Avon. Nous cherchons notamment à définir des « *chronotypes* » agrégeant des trajectoires spatio-temporelles de groupes d'individus qui s'inspirent notamment des développements méthodologiques de la thèse de Kamila Tabaka (2009). Le choix de zoomer le périmètre de l'analyse nécessite des précautions particulières sur la représentativité des données EGT.

Les résultats offrent une connaissance approfondie des rythmes du territoire à travers les représentations des mouvements par ¼ d'heure des résidents et non-résidents, des modes de transports utilisés et de leurs activités. Le rôle des différents modes de transport peut ainsi être détaillé pour mieux saisir leur rythme et leur fonction dans les arrivées et les départs des populations. Au final, ces travaux donnent des résultats parfois contre-intuitifs : le train n'est pas le mode de transport collectif le plus utilisé ; on observe dans les communes de Fontainebleau et Avon plus d'arrivées de non-résident dans la journée que de départs de résidents.

Ces images des pulsations des deux communes ont été présentés au club d'acteurs du territoire dans le cadre du projet DIVD. D'un point de vue opérationnel, ces travaux participent à fournir un éclairage des politiques publiques, notamment en ce qui concerne le développement de l'économie présentielle. D'un point de vue scientifique, nous proposons de discuter les questions posées par la reproductibilité de la méthode et par certaines lacunes des données exploitées.

Bibliographie

Chardonnel S. (2001). La Time-Geography : les individus dans le temps et dans l'espace, in L. Sanders, Aspects fondamentaux de l'analyse spatiale, HERMES Sciences, Paris, 129-156

Hägerstrand T. (1970), What about people in regional science ? Papers of the Regional Science Association 24 (1), 6-21.

Hurez C. (2010). Les pulsations urbaines. Localisation spatiale et temporelle des personnes et des voitures à partir des enquêtes ménages déplacements, Mappemonde, n°99.

Tabaka K. (2009). Vers une nouvelle socio-géographie de la mobilité quotidienne. Étude des mobilités quotidiennes des habitants de la région urbaine de Grenoble. Géographie. Université Joseph-Fourier - Grenoble.

Évaluation de la qualité des méthodes de sélection des “flux majeurs” et des “flux dominants” pour identifier des structures relationnelles préférentielles

Serge Lhomme

Lab'Urba - Université Paris-Est Créteil

L'analyse de flux (matériels ou immatériels) est un domaine fondamental de l'analyse spatiale. Dans les faits, les analyses de flux sont confrontées à de nombreuses problématiques, puisque les relations étudiées sont souvent nombreuses et imbriquées, leur simple représentation produisant des cartes illisibles (Bahoken, 2016). Il est alors souvent nécessaire de traiter l'information pour la rendre intelligible et simplifier les analyses. Ainsi, l'un des principaux objectifs poursuivis en géographie consiste à identifier les relations préférentielles existant entre certains lieux, caractérisant par exemple des groupes de lieux qui échangent beaucoup entre eux : des systèmes, des régions... Dans cette recherche, nous qualifions ces groupes de « structures relationnelles préférentielles ».

Pour analyser des flux et identifier des structures relationnelles préférentielles, différentes pistes ont été explorées dans le domaine de la géographie (Ducruet et al., 2011 ; Drevelle, 2015). De par leur simplicité, les méthodes d'analyse de flux comme celles de sélection des flux dominants ou des flux majeurs sont très utilisées alors même qu'il n'existe pas de critères simples et explicites permettant d'en évaluer la qualité. Cette recherche se donne donc pour objectif d'évaluer la qualité de ces méthodes lorsque celles-ci sont utilisées pour identifier des structures relationnelles préférentielles. Pour cela, il est proposé d'utiliser la modularité (Newman et al., 2004) comme mesure de qualité de ces méthodes. En effet, la modularité est une mesure très utilisée, même si elle n'est pas parfaite, pour identifier des communautés dans des graphes. Or, ces communautés peuvent être considérées comme des structures relationnelles préférentielles.

Pour cette recherche, les données de mobilité professionnelle intercommunale (les flux domicile-travail entre les communes françaises) publiées par l'INSEE (les données MobPro) ont été utilisées. En effet, ces données de déplacements fréquents et réguliers sont de plus en plus mobilisées en géographie pour étudier des territoires (Drevelle, 2015). 91 départements de France métropolitaine ont alors été étudiés de manière indépendante afin de produire autant d'analyses indépendantes. Ces analyses concernent des territoires très différents, que ce soit en termes de nombre de communes (de 36 à 895), de superficie (de 176 à 10 725 km²) ou encore d'organisation spatiale. Les réseaux étudiés offrent donc des configurations variées.

Dans ce cadre, il apparaît que les résultats obtenus par les méthodes de sélection des flux majeurs ou des flux dominants ne sont pas satisfaisants. Ainsi, de simples méthodes de clustering spatial, portant uniquement sur les lieux, comme k-means, permettent d'obtenir des groupes dont la modularité est généralement supérieure à ces méthodes. Cette conclusion ne présage en rien sur la qualité de ces méthodes pour identifier des phénomènes de hiérarchie entre les lieux, mais celles-ci ne semblent pas appropriées pour identifier des structures relationnelles préférentielles. Ainsi, ces résultats révèlent l'importance d'utiliser ces méthodes avec précaution et de bien délimiter leurs champs d'application, il convient in fine de prendre du recul par rapport aux résultats obtenus et de définir précisément la nature des groupes de lieux ainsi identifiés.

Bibliographie

- Bahoken F. (2016) *Contribution à la cartographie d'une matrice de flux*, Thèse de doctorat en Géographie, Université Paris 7.
- Drevelle M. (2012) « Structure des navettes domicile-travail et polarités secondaires autour de Montpellier », *M@ppemonde*, 107.
- Ducruet C., Ietri D., Rozenblat C. (2011) « Cities in Worldwide Air and Sea Flows: A multiple networks analysis », *Cybergeo : European Journal of Geography*, Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 528
- Newman M.E.J., Girvan M. (2004). « Finding and evaluating community structure in networks », *Physical Review E*, 69(2) :26113.

EM3 (EcoMob-MultiMod) : un modèle à base d'agents pour explorer les effets de politiques d'écomobilité sur les dynamiques socio-spatiales de la pollution de l'air et de pratiques de mobilité

Paul Salze^{1,2}, **Valérie Bailly-Hascoet**³, **Stefan Balev**², **Cyril Bertelle**², **Nathalie Corson**⁴, **Ludovic Couturier**³, **Thibaut Langlois**¹, **Patricia Sajous**¹

IDEES, UMR 6266, CNRS/Université Le Havre-Normandie¹

LITIS, Université Le Havre-Normandie²

IDIT -Institut du Droit International des Transports, Rouen³

LMAH, Université Le Havre-Normandie⁴

Mots-clés : *écomobilité, modélisation, simulation à base d'agents, inégalités socio-spatiales*

A un moment où la réglementation évolue rapidement et de manière conséquente afin de favoriser le développement de l'écomobilité pour réduire l'impact environnemental des déplacements de personnes et de marchandises, de nombreux acteurs territoriaux se dotent ou cherchent à se doter d'outils de simulation prospective. Dans le cadre du projet XTERM (FEDER/Région Normandie), notre équipe se propose, en s'appuyant sur la perspective des systèmes complexes, de construire un outil de compréhension et d'aide à la décision à destination des acteurs socio-économiques et des élus en s'adossant sur les savoirs juridiques, géographiques et d'aménagement et informatiques.

L'outil que nous développons, le modèle EM3 (Eco-Mob-MultiMod), est un modèle à base d'agents qui a pour objectif de simuler les conséquences potentielles de différentes mesures réglementaires (visant à favoriser l'écomobilité) sur les déplacements des habitants d'un territoire urbain et sur les émissions polluantes. Si les modèles de transport classiques reposent en grande majorité sur une approche utilitariste (Rasouli et al., 2014) qui ignore largement le caractère routinier des pratiques ainsi que la dimension socio-symbolique de ces dernières (Schwanen, 2012), l'une des originalités du modèle EM3 est qu'il permet de comparer différentes approches comportementales dans une perspective de multi-modélisation (Pumain et Reuillon, 2017). A côté de l'approche économétrique traditionnelle dans laquelle les décisions des individus se basent sur des critères instrumentaux (minimisation des coûts du déplacement) viennent ainsi s'ajouter deux autres approches : l'une issue de la psychologie sociale (la Théorie du Comportement Planifié, Ajzen, 1991) où le comportement dérive d'intentions, et l'autre issue de la sociologie dispositionnelle (s'appuyant sur la théorie de la pratique, Bourdieu 1980) où la logique est celle d'un ajustement entre dispositions et contexte.

L'objectif de cette communication sera de présenter la première version du modèle EM3 ainsi que les premiers résultats obtenus, pour une configuration urbaine très schématisée et des données fictives, à partir d'un scénario de mise en place d'une Zone de Circulation Restreinte (ZCR). Il s'agira de pointer les différences qui pourraient résulter du choix d'une approche comportementale donnée par rapport à une autre à partir d'indicateurs environnementaux et sociaux. En effet, si la notion d'écomobilité peut apparaître comme restreinte à une seule dimension environnementale, nous la replacerons dans le cadre plus large de la mobilité durable en portant une attention particulière aux conséquences que pourraient avoir cette mesure sur la dynamique des inégalités socio-spatiales en matière de pratiques de mobilité et d'exposition à la pollution.

Complexité de l'intégration de la problématique mobilité dans la planification d'un projet de méthanisation

Julien Crevant

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté
GRDF-HEIG-VD

Les projets de méthanisation peuvent prendre plusieurs formes, allant du projet individuel au projet territorial et collectif. Cela peut prendre la forme d'une cogénération ou encore d'une injection dans le réseau de distribution de gaz naturel. Dans la perspective du développement d'une mobilité au bioGNV (Gaz Naturel Véhicule d'origine renouvelable), ce réseau présente l'avantage de pouvoir relier production renouvelable et usage mobilité, usage auquel le réseau n'est pas adapté en l'état. De nombreuses évolutions structurelles, organisationnelles et informationnelles sont nécessaires pour aller dans ce sens. Une des difficultés principales est la superposition d'échelles spatiales : un projet mobilise différentes ressources (énergétiques et humaines), prend place dans un périmètre administratif et dans un territoire, caractérisé par des infrastructures (routes, bâti, réseaux d'énergie...) et des besoins fonctionnels. L'intégration de la problématique mobilité au travers de réflexions sur les stations d'avitaillement pose un certain nombre de problèmes quant aux échelles pertinentes à considérer. Le maillage, la localisation des stations d'avitaillement et leur connexion au réseau de distribution de gaz peut difficilement se penser à l'échelle du projet et doit intégrer des considérations territoriales multiples : volonté politique, flux de mobilité générés, dynamiques territoriales existantes, intérêts environnementaux par rapport aux ressources, aux profils de mobilité... Dans ce cadre l'interopérabilité entre différents dispositifs paraît intéressante : les données techniques utilisées pour planifier le projet (proximité au réseau, capacités restantes, investissements nécessaires...) peuvent être croisées avec des données territoriales (socio-spatiales, sur les usages...) afin d'effectuer une planification plus intégrée, permettant par exemple de considérer les impacts territoriaux à des échelles spatiales différentes, notamment au travers de la mise au point d'indicateurs composites énergie-territoire. Les outils GRDF peuvent ainsi compléter les informations apportées par le système d'information OPTeER, notamment dans une perspective d'aide à la décision. L'utilisation de données de gisement prospectives de biométhane apporte des éléments supplémentaires permettant d'aborder les problématiques de mobilisation du gisement, de concurrence d'usages ou encore des échelles pertinentes pour étudier conjointement les évolutions des réseaux et du territoire dans lequel ils s'inscrivent.

Bibliographie

Antoni, J.-P., Fléty, Y., Vuidel, G., de Sède-Marceau, M.-H. (2013). Vers des indicateurs locaux de performance énergétique : les étiquettes énergétiques territoriales (Rapport).

Bourdages, J., Champagne, E. (2012). Penser la mobilité durable au-delà de la planification traditionnelle du transport. VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement.

Mazaud L.-A., Suaud C., Marquet S., de Sède-Marceau M.-H., Noucher M., Hainaut H., Bailly B. (2017). Planification territoriale durable : opportunités offertes par les données et les outils. Numéro spécial de la Revue Internationale de Géomatique « Les enjeux informationnels et cognitifs de la transition énergétique ; expériences et pistes de réflexion », janvier 2017

Le facteur « temps d'occupation » dans l'appréciation de son lieu de résidence

Anne Griffond-Boitier

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Le temps d'occupation des logements ainsi que leur vacance sont des critères d'analyse auxquels on recourt pour étudier la rotation des ménages dans le parc résidentiel. On sait que le temps d'occupation des logements varie avec le statut d'occupation – les propriétaires ayant, en moyenne, les temps d'occupation les plus longs, mais aussi l'âge des individus ou leur statut familial (Conjoncture, 2015). En règle générale, la probabilité de déménager diminue avec l'âge et la stabilité du cadre familial, mais plus ou moins durablement. Quand les enfants grandissent, les ménages reconsidèrent leurs aspirations résidentielles compte tenu de celles de leurs enfants, ce qui rend plus incertain leur avenir résidentiel (Authier et al., 2012) et les étapes ou 'accidents' du cycle de vie à un âge plus ou moins avancé (divorce, retraite, mort d'un conjoint) peuvent aussi conduire à des mobilités (Aragonès et al., 2002).

J.Y. Authier et J.P. Lévy (2012) ont analysés les hésitations des individus face au déménagement grâce à une enquête répétée sur un même parc de logements à 5 ans d'intervalle. Ils montrent qu'il est globalement plus facile de rester que de partir même si les conditions de satisfaction ne sont pas totales et que les conditions sociales sont, en plus, un puissant facteur de mobilité ou d'immobilité. Leur étude permet de constater que l'insatisfaction n'est donc pas un moteur de la mobilité, ce qui est confirmé par S.J.T. Jansen (2014).

L'analyse des trajectoires résidentielles des individus donne un éclairage un peu différent de la mobilité résidentielle puisque celle-ci est connue au moment de l'enquête : ce n'est pas la probabilité de mobilité qui est explorée, mais l'enchaînement des motifs d'appréciation déclarés par les individus compte tenu de leur environnement et de leurs expériences résidentielles successives.

L'INED a consacré plusieurs séries d'enquêtes aux trajectoires résidentielles des franciliens offrant d'ores et déjà une série d'analyses conséquentes (Bonvalet et Lelièvre, 2012). Dans un format plus restreint et moins qualitatif, nous avons mis en place une enquête sur quelques quartiers spécifiques des villes de Besançon et Strasbourg (quartiers anciens du centre, de banlieues et du périurbain) afin de disposer de l'appréciation des lieux de résidence actuels (t) de 350 individus, tout en les interrogeant sur leur logement précédent (t-1), sa localisation et son évaluation. L'enjeu d'une telle enquête est de comprendre comment s'enchaînent les critères d'appréciation des logements et d'observer leur sensibilité au temps passé dans le lieu de vie.

A partir de simples analyses de régression linéaire, il est possible de formuler quelques hypothèses sur le rôle du facteur « temps d'occupation ». La satisfaction augmente-t-elle avec le temps passé en un lieu et qu'en est-il selon les critères considérés ? Par exemple, la construction d'un réseau social s'inscrit dans la durée, le temps de vie en un lieu peut donc jouer en faveur de l'appréciation d'un réseau et d'un ancrage local. Qu'en est-il à propos des critères d'appréciation de l'environnement paysager, le temps pourrait induire une habitude voire une lassitude ? Et comment s'enchaînent ces critères d'appréciation dans les lieux successifs ?

Il est aussi intéressant d'analyser la manière dont joue la mémoire des lieux sur les résultats de l'enquête eux-mêmes : les échelles d'appréciation du logement sont-elles identiques entre t et t-1, observe-t-on une survalorisation de t qui conforterait l'individu dans ses choix de logement actuel, ou une survalorisation de t-1 comme si le temps émoussait ses capacités critiques ? Le facteur « temps »

apparaît au final comme un élément porteur de sens dans la compréhension des choix résidentiels, mais peu exploré jusqu'ici.

Bibliographie

Aragonès J. I., Francescato G. et Gärling T. (2002), *Residential Environments: Choice, Satisfaction and Behavior*, Londres, Bergin et Garvey.

Authier J.Y. et al., (2010). *Elire domicile : la construction sociale des choix résidentiels*, PUL.

Bonvalet C., Lelièvre E., (2012), *De la famille à l'entourage*, INED, 470 p.

S.J.T. Jansen, (2014), The impact of the have-want discrepancy on residential satisfaction, *Journal of Environmental Psychology*, 40, p. 26-38

Conjoncture, Premiers résultats de l'enquête logement de l'INSEE, n°53, juin 2015, 4p.

Atelier 2

Ville, Environnement, Paysage

Mercredi 6 février

13h-30 – 15h / 16h30 – 18h

Explaining spatial use patterns of urban green space within and across three European cities

Mirjam Schindler¹, **Marion Le Texier**², **Geoffrey Caruso**^{3, 4}

Geospatial Research Institute, University of Canterbury, New Zealand¹

UMR 6266 IDEES, Université de Rouen Normandie, France²

Institute of Geography and Spatial Planning, University of Luxembourg³

Luxembourg Institute of Socio-Economic Research, Luxembourg⁴

Urban green spaces (UGS) are vital actors for urban sustainability. They provide benefits such as air filtration, reduce urban heat island effects and improve citizens' quality of life. Developing UGS planning strategies is therefore crucial, while differences in residents' opportunity to take advantage of the many benefits provided by UGS raise environmental justice issues.

In recent years numerous studies have identified accessibility to UGS as an important predictor of UGS use. Access to UGS is usually measured through Euclidean or network distance buffers, average distance and distance to the closest UGS from the residence (Boulton et al., 2018; Le Texier et al., 2018). These studies focused mainly on UGS provision; yet, it tells little about whether and how people actually use UGS.

A way to evaluate this is to look at the distance people travel to visit UGS. The hypothesis is then that the better the planning of UGS is according to the three distributional principles proximity, diversity and social need (Talen 2010), the shorter is the distance which people travel to visit UGS.

In this presentation, we compare the spatial distribution of UGS in three European cities and analyse how it effects UGS use (distance travelled), while controlling for characteristics of the socio-economic background and residential environments, and attractiveness of the visited UGS. Schindler et al. (2018) have shown in the case of Brussels that socio-economic and locational aspects influence the attitude of residents towards UGS and, in turn, frequency and distance travelled to use UGS.

Our analysis is based on a face-to-face survey that includes users and non-users of UGS from a variety of residential locations and socio-economic backgrounds, and which has been conducted in Brussels (Belgium), Luxembourg (Luxembourg) and Rouen (France).

Based on multi-level modelling, we find that socio-economic characteristics (e.g. household size, nationality, occupational status, car ownership), the residential environment of our survey respondents (e.g. satisfaction with local UGS quality) and the size of UGS can explain how far people travel to use UGS. In addition, these effects vary across our case study cities.

Bibliographie

Boulton, C., Dedekorkut-Howes, A., & Byrne, J. (2018). Factors shaping urban greenspace provision: A systematic review of the literature. *Landscape and Urban Planning*, 178, 82-101.

Le Texier, M., Schiel, K., & Caruso, G. (2018). The provision of urban green space and its accessibility: Spatial data effects in Brussels. *PLoS ONE*, 13, 1-17

Schindler, M., Le Texier, M., & Caruso, G. (2018). Spatial sorting, attitudes and the use of green space in Brussels. *Urban Forestry and Urban Greening*, 31, 169-184.

Talen, E. (2010). The Spatial Logic of Parks. *Journal of Urban Design*, 15, 473-491

Evolution du paysage des franges urbaines à travers le temps

Morgan Bourdenet

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Mots-clés : *évaluation de la qualité paysagère, métriques paysagères, aménagement urbain, milieu périurbain, morphologies urbaines, modélisation spatiale.*

Les paysages sont devenus un enjeu pour les territoires qui veulent offrir un cadre de vie agréable aux populations. C'est un facteur clé dans le choix des ménages pour installer leur logement, au même titre par exemple que l'accès aux commerces et services (Cavilhès et al., 2007). Ce phénomène peut s'observer plus spécifiquement dans les franges urbaines, zones où des surfaces bâties s'implantent au dépens des espaces agricoles ou boisés. Cette urbanisation progressive engendre une dynamique des paysages bien particulière, avec de fortes modifications dans des délais qui peuvent être très courts (Barnes et al., 2001). La qualité visuelle du paysage est alors modifiée à travers le temps et il semble important de pouvoir comprendre ces changements, plus précisément les impacts que l'urbanisation peut avoir sur le paysage environnant.

La modélisation de la visibilité paysagère est réalisée pour toute l'agglomération bisontine à intervalle de cinq ans entre 1985 et 2010. Cette opération, réalisée avec le logiciel PixScape (Sahraoui et al., 2016), permet d'estimer la qualité visuelle du paysage de chaque lieu et à chaque temps du développement urbain. C'est cette relation entre le paysage visible et l'évolution de la forme urbaine qui est observée plus en détails, afin de déterminer les types de morphologies urbaines qui ont des effets positifs ou négatifs sur la qualité visuelle du paysage, plus spécifiquement sur des zones où les changements semblent significatifs à travers le temps. Différents indicateurs sont sélectionnés afin de comparer les morphologies urbaines et pour comprendre leurs impacts sur la qualité visuelle du paysage. Entre autres, on pense à des mesures de fragmentation, d'hétérogénéité spatiale (Irwin et Bockstael, 2007), ou selon un indice fractal (Frankhauser, 2005).

Ces observations et analyses pourraient permettre de mieux préparer et organiser les futurs espaces urbains résidentiels, en prenant en compte l'impact de ces créations sur la qualité visuelle du paysage afin de répondre aux besoins et demandes des populations.

Bibliographie

Barnes, K. B., Morgan, J. M., Roberge, M. C., et Lowe, S. (2001). « Sprawl development: Its patterns, consequences, and measurement. » Towson University. Retrieved June, 27, 2006.

Cavilhès, J., Brossard, T., Hilal, M., Joly, D., Tourneux, F.P., Tritz, C., et Wavresky, P. (2007). « Le prix des paysages périurbains ». *Économie rurale. Agricultures, alimentations, territoires*, no 297-298 (mai) : 71-84.

Frankhauser, P. (2005). « La morphologie des tissus urbains et périurbains à travers une lecture fractale ». *Revue Géographique de l'Est* 45 (3-4): 145-60.

Irwin, E. G., et Bockstael, N. E. (2007). The Evolution of Urban Sprawl: Evidence of Spatial Heterogeneity and Increasing Land Fragmentation . *Proceedings of the National Academy of Sciences* 104, n° 52 : 20672-77.

Sahraoui, Y., Vuidel, G., Foltête, J.-C., et Joly D. (2016) « PixScape – un outil logiciel intégré pour l'analyse du paysage visible ». *Cybergeo : European Journal of Geography*, .

Combiner les caractéristiques visuelles et sonores du cadre de vie pour modéliser la satisfaction résidentielle : une application basée sur des métriques spatiales

Hélène Houot¹, Samy Youssoufi¹, Sophie Pujol², Gilles Vuidel¹, Frédéric Mauny², Jean-Christophe Foltête¹

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté¹

UMR Chrono-environnement, 6249 CNRS²

La satisfaction du cadre de vie est un déterminant majeur de la satisfaction résidentielle, dont l'impact sur la mobilité résidentielle, le bien-être et la santé n'est plus à démontrer (Tannier et al., 2016 ; Leslie et Cerin, 2008). Parmi les composantes physiques du cadre de vie, les caractéristiques visuelles et sonores sont relativement essentielles, mais leur influence simultanée sur la satisfaction du cadre de vie a jusqu'ici été peu analysée, et l'a été de manière très partielle (Gille et al., 2017). Dans un contexte de planification et de développement urbain et régional, il est donc aujourd'hui difficile de prendre en compte cette dimension perceptive, malgré la diversité et l'importance des enjeux sous-jacents. Cette difficulté tient non seulement au manque de connaissances scientifiques mais également à l'absence d'outil de diagnostic.

Afin de combler cette lacune, nous proposons une analyse intégrée de l'influence des caractéristiques visuelles et sonores sur la satisfaction du cadre de vie. Pour pouvoir être utile aux décideurs, l'usage de données de perception du cadre de vie et de métriques de visibilité et sonores est envisagé. L'hypothèse principale est que ces 2 types de métriques sont complémentaires pour i) expliquer la satisfaction du cadre de vie ii) cartographier le potentiel de satisfaction sur l'ensemble du territoire étudié. Les données de perception sont issues d'une enquête conduite en 2009 dans une zone périurbaine du nord-ouest de Besançon auprès de 845 individus géolocalisés à l'adresse. Le niveau de satisfaction du cadre de vie correspond aux coordonnées des individus sur l'axe 1 d'une analyse des correspondances multiples (ACM) appliquée aux réponses des enquêtés (Youssoufi et Foltête, 2013). Les métriques de composition et de configuration du paysage visible sont calculées à partir de données numériques et à l'aide de l'outil Pixscape (Sahraoui et al., 2018). Les métriques sonores correspondent aux niveaux sonores moyens causés par les infrastructures routières pendant les périodes du jour, du soir et de la nuit et sont calculées à l'aide de l'outil MITHRA-SIG. Une analyse statistique multivariée de type « partial least square path modeling » (PLS-PM) est ensuite appliquée, afin d'expliquer le niveau de satisfaction du cadre de vie à partir de variables combinant les différentes métriques en fonction de leur cohérence thématique. Trois modèles sont appliqués successivement : i) avec les seules métriques de visibilité ii) avec les seules métriques acoustiques iii) avec les 2 types de métriques. Les paramètres statistiques sont ensuite utilisés pour cartographier le potentiel de satisfaction sur l'ensemble de la zone d'étude.

Le premier modèle permet de mettre en évidence le rôle positif de certains attributs paysagers tels que la vue sur des paysages forestiers ou l'ouverture paysagère. Le second modèle a un pouvoir explicatif moindre mais souligne le rôle de l'écart entre les niveaux sonores du jour et de la nuit. Le troisième modèle améliore la performance globale du modèle, ce qui démontre la complémentarité des dimensions visibles et sonores. Cette complémentarité est d'autant plus manifeste dans la comparaison des cartes de potentiel de satisfaction du cadre de vie.

Bibliographie

Gille L.-A., Marquis-Favre C., Lam K.-C., (2017). Partial and Total Annoyance Due to Road Traffic Noise Combined with Aircraft or Railway Noise: Structural Equation Analysis. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14, 1478.

Leslie E., Cerin E., (2008). Are perceptions of the local environment related to neighbourhood satisfaction and mental health in adults? *Preventive Medicine* 47, 273–278.

Tannier C., Hirtzel J., Stephenson R., Couillet A., Vuidel G., Youssoufi S., (2016). Conception and use of an individual-based model of residential choice in a planning decision process. Feedback from an experimental trial in the city of Besançon, France. *Progress in Planning* 108, 1–38.

Youssoufi S., Foltête J.-C., (2013). Determining appropriate neighborhood shapes and sizes for modeling landscape satisfaction. *Landscape and Urban Planning* 110, 12–24.

Sahraoui Y., Vuidel G., Joly D., Foltête J.C., (2018). Integrated GIS software for computing landscape visibility metrics. *Transactions in GIS* 22: 1310-1323.

Intégration d'un modèle de développement urbain dans un modèle de simulation climatique urbain

Thibaut Vairet¹ Thomas Thevenin¹, Yves Richard²

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté¹

Biogéosciences, Centre de Recherches de Climatologie, UMR 6282 - Université Bourgogne Franche-Comté²

Le phénomène d'îlot de Chaleur Urbain (ICU) est un phénomène nocturne se traduisant par des températures plus chaudes en ville que dans sa périphérie. Celui-ci est majoritairement causé par les relâchements de chaleur stockée dans les bâtiments et le réseau viaire le jour et peut engendrer une surmortalité importante des populations fragiles en cas de canicule. Le système urbain se situe dans un contexte à la fois climatique et sociétal. D'une part, l'incertitude climatique, la hausse probable des températures à la fin du siècle (IPCC, 2013), et l'augmentation probable de la durée et de la fréquence des événements caniculaires (Meehl and Tebaldi, 2004). D'autre part, l'urbanisation croissante, le repositionnement de la notion de développement durable au cœur des enjeux et la croissance démographique nous incite à nous questionner sur les méthodes de développements urbains "sans regrets" de notre société. Différentes réflexions pluridisciplinaires ont été engagées par des climatologues, des géographes, des architectes ou encore des urbanistes permettant aujourd'hui de percevoir le potentiel de réduction des températures en milieu urbain. A cela s'ajoute la performance croissante des modèles de simulations climatiques et de développements urbains, la question de la localisation et de l'occupation des sols des futurs aménagements urbains permettant d'améliorer le climat en ville est posée.

L'utilisation de modèle de simulation climatique pour traiter cette problématique pose la question de leur intégration dans les pratiques d'aménagement urbain. Comment intégrer ces outils dans les pratiques d'aménagement urbain ? Ainsi, est-il pertinent, utile et justifié d'intégrer les outils de simulations climatiques dans les pratiques et politiques d'aménagement urbain ? Ce travail propose une autre approche que celle proposée par Masson (et al., 2014), dans laquelle une approche systémique est utilisée, mêlant prospective territoriale et simulation climatique urbaine. L'approche proposée repose, dans un premier temps sur l'approche modèle dépendante (Houet et al., 2016; Mallampalli et al., 2016), les scénarios d'urbanisations sont construits en fonction des données d'entrées possibles du modèle de développement urbain et du modèle de simulation climatique, une variable clé en est déduite. Puis une démarche géoprospective (Houet et Gourmelon, 2014) est utilisée pour construire des scénarios d'urbanisation. Enfin, ces scénarios sont spatialisés dans un SIG et intégrés dans le modèle de simulation climatique (Figure 1).

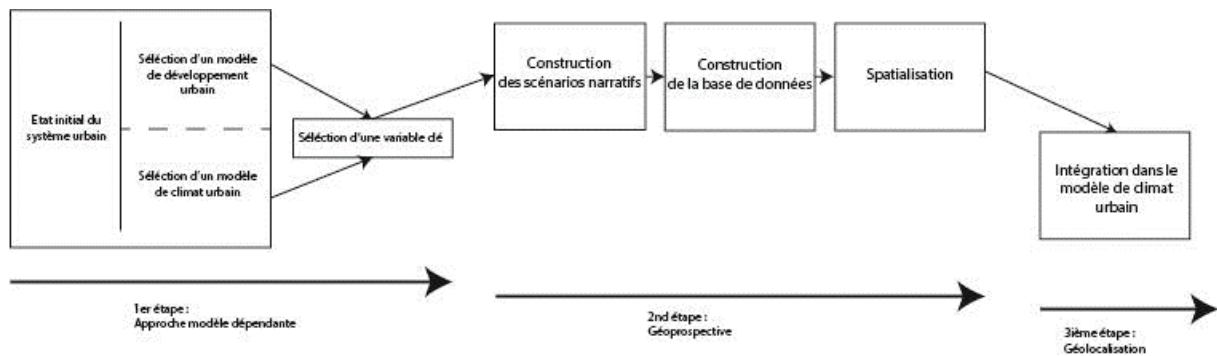


Figure 1 : Intégration de développement urbain dans un modèle de simulation climatique

Bibliographie

Houet, T. et Gourmelon, F. (2014). « La géoprospective – Apport de la dimension spatiale aux démarches prospectives », *Cybergeo : European Journal of Geography* [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques, document 667, mis en ligne le 08 février 2014

Houet, T., Moine, M.-P., Hidalgo, J., Masson, V., (2016). Combining narratives and modelling approaches to simulate fine scale and long-term urban growth scenarios for climate adaptation. *Environ. Model. Softw.* 86, 1 – 13.

IPCC, (2013). The physical science basic IPCC Working group 1 - Contribution to AR5.

Mallampalli, V.R., Mavrommati, G., Thompson, J., Duveneck, M., Meyer, S., Ligmann-Zielinska, A., Druschke, C.G., Hychka, K., Kenney, M.A., Kok, K., Borsuk, M.E., (2016). Methods for translating narrative scenarios into quantitative assessments of land use change. *Environ. Model. Softw.* 82, 7–20.

Masson, V., Marchadier, C., Adolphe, L., Aguejedad, R., Avner, P., Bonhomme, M., Bretagne, G., Briottet, X., Bueno, B., de Munck, C., Doukari, O., Hallegatte, S., Hidalgo, J., Houet, T., Le Bras, J., Lemonsu, A., Long, N., Moine, M.-P., Morel, T., Nologues, L., Pigeon, G., Salagnac, J.-L., Viguié, V., Zibouche, K. (2014). Adapting cities to climate change: A systemic modelling approach. *Urban Clim., ICUC8: The 8th International Conference on Urban Climate and the 10th Symposium on the Urban Environment 10, Part 2*, 407–429.

Meehl, G.A., Tebaldi, C.. (2004). More Intense, More Frequent, and Longer Lasting Heat Waves in the 21st Century. *Science* 994–997

Définir, modéliser et évaluer la durabilité des territoires : atouts et limites d'une proposition méthodologique

Vincent Hély

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Mots-clés : *Evaluation - Durabilité territoriale- Indicateurs synthétiques - Aide à la décision- Echelle d'intervention.*

Depuis 1987 et la publication du rapport Bruntland, le concept de développement durable est devenu incontournable dans les réflexions et les décisions relatives aux politiques d'aménagement du territoire. Dans ce contexte, le recours à la modélisation, et notamment la modélisation LUTI (Land Use and Transport Interaction) est devenu aujourd'hui un élément important dans un processus d'aménagement, de même que la construction d'indicateurs territoriaux pour évaluer la durabilité des territoires.

Cependant, de nombreux écueils viennent aujourd'hui tempérer l'ardeur des politiques « durables ». Tout d'abord, la définition de ce qu'est réellement le « développement durable ». Concept très consensuel sur la définition duquel il est cependant difficile de s'accorder (Hély, 2017), il est généralement perçu comme devant assurer un équilibre entre les sphères économique, sociale et environnementale, permettant la déduction de mesures compensatoires appropriées. Cet équilibre est néanmoins constamment remis en cause. Ce flou conceptuel rend difficile la définition précise de ce que doit être une politique réellement « durable », laissant en réalité son appréciation aux décideurs. Dès lors, la production scientifique se doit d'essayer de proposer les outils permettant de réaliser une évaluation la plus « objective » possible de la durabilité des territoires, associant une démarche scientifique rigoureuse et une dimension participative permettant l'implication des acteurs et parties prenantes d'un aménagement (Vivien et al., 2013). Ce travail doit ainsi répondre à plusieurs enjeux, principalement (1) une synthétisation des indicateurs pour une meilleure lisibilité des données, (2) l'identification des politiques à conduire et des éventuelles compensations à effectuer pour assurer un équilibre "durable", et (3) l'échelle d'intervention appropriée pour atteindre ces objectifs.

L'objet de notre présentation consiste en une proposition méthodologique répondant aux enjeux listés ci-dessus. Notre travail est effectué à l'aide des sorties du modèle LUTI MobiSim, développé par le laboratoire ThéMA (Antoni et Vuidel, 2011), sur le territoire de la communauté d'agglomération du Grand Besançon (CAGB). L'espace est analysé à partir d'une grille de carroyage.

A partir de ces données, nous réalisons des indicateurs synthétiques permettant de transformer les données brutes et complexes dont disposent les experts et scientifiques en des données synthétiques, lisibles et exploitables par les décideurs et le grand public (1). Inspirée des méthodes des Decision Support Systems (Miller et al., 2013), cette étape d'agrégation et de pondération d'indicateurs s'accompagne d'enquêtes réalisées auprès des acteurs de l'aménagement et du grand public. Cela nous conduit à la production d'une cartographie permettant d'identifier les atouts et lacunes du territoire, favorisant l'analyse de ces résultats par les experts et parties prenantes du projet, qui formulent les recommandations aux décideurs, à qui revient la décision finale (2). Nous produisons des analyses à plusieurs échelles, en faisant varier la taille des cellules du carroyage. Cela nous permet d'obtenir des résultats parlants, tant sur le plan de la simplification voire de la perte d'information que sur l'enjeu que constitue le choix même de l'échelle (Openshaw, 1981) d'évaluation de la durabilité (3).

Bibliographie

Antoni J.P. et Vuidel G., (2011), MOBISIM, un modèle multi-agents et multi-scalaire pour simuler les mobilités urbaines, in Antoni J.P. (dir.), Modéliser la ville, Formes urbaines et politiques de transport, Economica, pp 50-77.

Hély, V., (2017), Evaluation synthétique de la durabilité des territoires. Forces et faiblesses de la modélisation dans le processus d'aménagement. Thèse de doctorat. Université Bourgogne Franche-Comté, 301 p

Miller, H. J., Witlox, F. et Tribby, C. P., (2013), Developing context-sensitive livability indicators for transportation planning : a measurement framework. *Journal of Transport Geography*, 26, 51-64.

Openshaw, S.O, (1981), Le problème de l'agrégation spatiale en géographie. *L'Espace géographique*, 10(1), 15-24.

Vivien, F. D., Leparat, J. et Marty, P., (2013), L'évaluation de la durabilité. Clermont-Ferrand, Quae. ed, Indisciplines, 268 p.

Analysis of georeferenced landscape pictures extracted from public picture collections

Jens Ingensand¹, **Jean-Christophe Foltête**²

GIS-Lab, INSIT institute - University of Applied Sciences Western Switzerland, Yverdon-les-Bains¹

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté²

Today photo-sharing websites allow citizen to share their pictures. Pictures taken by sensor-equipped devices such as smartphones or tablet-computers keep the information where (in terms of coordinates and azimuth angle), when and with which device a picture has been taken.

We have developed a method that uses the coordinates of the camera position as well as the azimuth angle, the focal length and the crop factor in order to calculate a 3D field of view of a picture using a digital terrain model (DTM). This field of view can thereafter be used for the determination of interest in spatial features. Similar methods that are based on viewsheds have been described by Tenerelli et al. (2017) and Sherren et al. (2011).

In a case study involving more than 3'000 georeferenced landscape pictures extracted from the public photo-sharing website flickr (flickr.com) we investigate the potential of the method. The results show that the method can yield interesting results for decision-making tools that take into account landscape aesthetics.

Bibliographie

Sherren, K., Fischer, J., Pink, J. Stott, J., Stein, J. (2011): Australia's Graziers Value Sparse Trees in Their Pastures: A Viewshed Analysis of Photo-Elicitation. *Society and Natural Resources* 24:412-422 Taylor and Francis

Tenerelli, P., Püffel, C., Luque, S. (2017): Spatial assessment of aesthetic services in a complex mountain region: combining visual landscape properties with crowdsourced geographic information. *Landscape Ecology*, May 2017, Volume 32, Issue 5, pp 1097 – 1115

Atelier 3

Ségrégation sociale et spatiale

Mercredi 6 février

13h-30 - 15h

La parité au quotidien dans l'espace urbain. La ségrégation des femmes et des hommes au cours des 24 heures de la journée dans 21 villes françaises

Julie Vallée¹, Aurélie Douet¹, Constance Lecomte², Guillaume Le Roux³, Hadrien Commenges¹

UMR Géographie-cités (CNRS, Paris 1, Paris 7), Paris, France¹

Commissariat Général à l'Égalité des Territoires (CGET), Paris, France²

Unité Mobilité, Logement et Entourage (INED), Paris, France³

On observe un intérêt croissant envers la cohabitation des femmes et des hommes dans l'espace public et les inégalités d'accès à la ville selon le genre (Raibaud, 2017). Ce champ de recherche est toutefois rarement connecté à celui de la ségrégation spatiale, sans doute car on observe une relative parité dans l'espace urbain quand on se contente d'observer la répartition des femmes et des hommes depuis leurs seuls lieux de résidence. Pourtant, on peut se demander comment cette parité évolue lorsqu'on tient compte des mobilités quotidiennes qui sont fortement différenciées selon le sexe (Coutras, 1997). L'objectif de cette recherche est alors d'analyser la co-présence des femmes et des hommes dans la ville au cours des 24 heures de la journée.

Cette question est explorée dans 21 villes françaises¹ à partir des Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) en adaptant la méthodologie développée pour étudier la ségrégation sociale « around the clock » en Ile-de France (Le Roux *et al.*, 2017). Les données (pondérées) concernant les déplacements un jour de semaine de 108 978 femmes et 93 113 hommes de plus de 15 ans sont agrégées par secteur et par heure et sont intégrées au Mobiliscope² afin d'explorer les variations heure par heure de la population présente (Lecomte *et al.*, 2017). L'indice de Duncan (correspondant à la proportion de femmes/d'hommes à déplacer pour obtenir un sex ratio similaire dans l'ensemble des secteurs) est calculé. On gardera à l'esprit que les différences observées entre les villes dans les valeurs de l'indice de Duncan dépendent en partie des découpages des EMD.

Pour les 21 villes considérées, on constate un net accroissement de la ségrégation femmes/hommes entre la nuit et le jour. Alors qu'il n'y a guère de différences la nuit dans la répartition spatiale des sexes, la ségrégation est systématiquement plus forte en journée. Entre 2h et 14h, l'indice de Duncan des 21 villes est en moyenne multiplié par 1,5 avec les ratios les plus faibles (entre 1,1 et 1,2) observés à Albi, Béziers, Lille, Nancy et Quimper et les ratio les plus forts (entre 1,8 et 1,9) à Bordeaux, Marseille, Grenoble et Toulouse. A l'échelle intra-urbaine, par exemple à Toulouse, on constate que les femmes sont pendant la journée nettement en majorité dans les secteurs centraux et nettement en minorité dans les secteurs périphériques de l'ouest de la ville, alors qu'il n'y a guère de différences dans la répartition spatiale des sexes la nuit. Ces analyses apportent un éclairage nouveau sur les pratiques sexuellement différenciées de la ville.

Bibliographie

Coutras J (1997), La mobilité quotidienne et les inégalités de sexe à travers le prisme des statistiques, *Recherches féminines*, Vol. 10, n° 2, p. 77-90.

Le Roux G, Vallée J, Commenges H (2017), Social segregation around the clock in the Paris region, *Journal of Transport Geography*, 59 : 134-145.

Lecomte C, Vallée J, Le Roux G, Commenges H (2017), Le Mobiliscope. Un outil de géovisualisation de la composition sociale 24h/24 des territoires, *MappeMonde*, n°123.

Raimbaud Y (2015) *La Ville faite par et pour les hommes* Belin, 72p.

¹ Albi (2011) ; Angers (2012) ; Angoulême (2012) ; Béziers (2014) ; Bordeaux (2009) ; Caen (2011) ; Clermont Ferrand (2012) ; Grenoble (2010) ; La Rochelle (2011) ; Lille (2016) ; Lyon (2015) ; Marseille (2013) ; Montpellier (2014) ; Nancy (2013) ; Nantes (2015) ; Nice (2009) ; Quimper (2013) ; St Etienne (2010) ; Strasbourg (2009) ; Toulouse (2013) ; Valenciennes (2010).

² Le Mobiliscope est un outil interactif de géovisualisation (<http://mobiliscope.parisgeo.cnrs.fr>). Une nouvelle version du Mobiliscope intégrant 21 villes françaises sera mise en ligne en janvier 2019.

Lire les configurations socio-spatiales multidimensionnelles de la ségrégation : une approche par les discontinuités

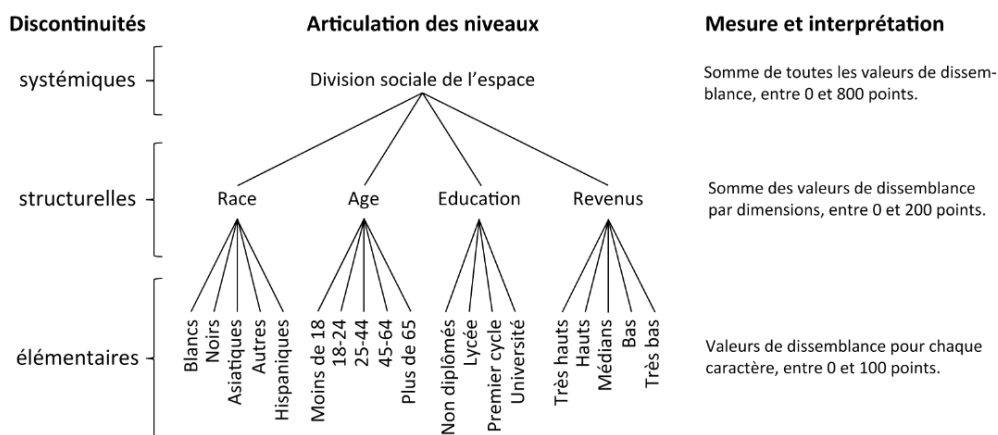
Sylvestre Duroudier

UMR Pacte – CNRS

Comment analyser conjointement les formes géographiques de la ségrégation selon plusieurs dimensions sociales ? Si la question n'est pas nouvelle dans les travaux français et nord-américains visant à expliquer les logiques de différenciations sociales des espaces résidentiels des villes (Roncayolo, 1996), elle se pose toujours avec acuité à deux niveaux. D'une part, il s'agit de mettre en œuvre une véritable approche géographique de la ségrégation qui tienne compte des jeux de voisinage et de proximité qui interviennent dans les mécanismes d'homogénéisation résidentielle (Duroudier, 2018). Sur ce point, les approches classiques s'avèrent insuffisantes : entre l'aspatialité des indices de ségrégation, les hypothèses d'isotropie du voisinage selon les indices d'autocorrélation spatiale, et la spatialisation a posteriori des résultats de méthodes statistiques multivariées. D'autre part, il s'agit d'articuler différentes dimensions sociales qui sont susceptibles de dessiner des configurations similaires, imbriquées ou contrastées, à l'instar des modèles théoriques de l'écologie urbaine factorielle (Shevky et Bell, 1955). En ceci, les approches indiciaires se focalisent souvent sur une unique dimension, par exemple les appartenances ethno-raciales aux Etats-Unis, quant au contraire les approches factorielles intègrent pêle-mêle de nombreuses variables hétérogènes (Reibel, 2011).

Au croisement de ces courants et enjeux, cette contribution vise à présenter une approche originale de la ségrégation, à la fois géographique et multidimensionnelle, fondée sur la notion de discontinuité. L'effort porte à la fois sur une conceptualisation théorique et l'élaboration d'un appareillage méthodologique et interprétatif adapté.

Sur le plan théorique, si la notion de discontinuité désigne la « séparation entre des ensembles spatiaux voisins et différents » (François, 2002), elle correspond ici aux cas pour lesquels la distance sociale s'associe à la proximité spatiale pour dessiner les lignes les plus saillantes des configurations de la ségrégation. Plaçant la focale sur les frontières entre les aires résidentielles homogènes, cette approche s'avère particulièrement efficace pour distinguer les ruptures qui opèrent à différents niveaux de multidimensionnalité (Figure). Dans un premier temps, il s'agit donc d'explicitier les principes de cette formalisation dans une approche de la ségrégation.



Sur le plan méthodologique, l'application de cette approche est confrontée à de nombreux obstacles méthodologiques et interprétatifs liés à la mesure des discontinuités à l'échelle locale du voisinage, à la définition d'un seuil de rupture, à la représentation graphique et cartographique des discontinuités. La difficulté réside plus particulièrement dans la nécessité d'articuler les niveaux de structuration et le caractère multidimensionnel de l'analyse. Dans un deuxième temps, il s'agit de discuter les choix nécessaires et possibles en vue de lire les configurations socio-spatiales des villes selon cette approche. La présentation repose sur des analyses de la ségrégation à l'échelle locale selon les appartenances ethno-raciales, l'âge, l'éducation et les revenus des habitants, dans le cas des villes intermédiaires des États-Unis (notamment Raleigh et Seattle).

Bibliographie

Duroudier S. (2018). *Ségrégations et discontinuités dans les villes intermédiaires des États-Unis*, Thèse de doctorat en géographie, Université Paris Diderot.

François J.-C.. (2002). « Contexte théorique de la notion de discontinuité géographique », *Cybergeo : Journal Européen de Géographie*, no.214.

Reibel M. (2011). « Classification Approaches in Neighborhood Research: Introduction and Review », *Urban Geography*, vol.32, no.3, pp. 305-316.

Roncayolo M. (1996). *Les grammaires d'une ville. Essai sur la genèse des structures urbaines à Marseille*, Éditions de l'EHESS, Paris.

Shevky E. et Bell W. (1955). *Social Area Analysis*, Stanford University Press, California.

H24 : un modèle multi-agents pour explorer les effets de la ségrégation au cours de la journée sur les inégalités de comportements alimentaires en Ile-de-France

Clémentine Cottineau¹, **Julien Perret**², **Romain Reuillon**³, **Sébastien Rey-Coyrehourcq**⁴,
Julie Vallée⁵

Centre Maurice Halbwachs, CNRS¹

IGN, LaSTIG²

CNRS Institut des Systèmes Complexes - Géographie-cités³

Université de Rouen, IDEES⁴

CNRS, Géographie-cités⁵

Dans cette présentation, nous décrivons les motivations et les résultats liés à la construction d'un modèle multi-agents pour étudier les effets de la ségrégation sur la dynamique des inégalités sociales dans les comportements alimentaires. Ce travail est issu d'un effort de groupe au sein d'un réseau interdisciplinaire de jeunes chercheurs sur les systèmes urbains complexes (EIGHTIES). Nous partons du constat que l'espace urbain (et francilien en particulier) est ségrégué socialement lorsqu'on l'observe à partir des lieux de résidence (Préteceille, 2006) mais aussi à partir des lieux du quotidien (Le Roux et al., 2017). La mobilité quotidienne des uns et l'immobilité des autres impliquent que tous les mécanismes expliquant les inégalités sociales de santé et d'alimentation par des processus locaux - ainsi que les politiques publiques qui visent à les réduire (Vallée, 2017) - doivent être envisagés dans le temps et dans l'espace.

Nous présentons un modèle multi-agents initialisé sur une population synthétique de 8 millions d'agents de plus de 16 ans avec une structure démographique (sexe et âge) et sociale (niveau d'éducation) correspondant à celle de l'Ile-de-France. Ces agents sont localisés dans l'espace francilien (divisé en 8540 cellules d'1km de côté) et dans le temps (divisé en trois plages horaire – nuit, journée, soirée) à partir du recensement de 2012 et de l'Enquête Globale Transport (EGT 2010). Chaque agent est initialement doté d'une opinion (l'importance accordée au fait de consommer "5 fruits et légumes par jour") et d'un comportement (le fait de consommer ou non au moins 5 fruits et légumes par jour) sur la base de leur groupe sociodémographique à partir des données du Baromètre Santé Nutrition de 2002 (Santé Publique France). Le cœur du modèle se compose de deux mécanismes concurrents et complémentaires de changement d'opinion lié (i) à l'écart d'opinion entre deux individus en coprésence et (ii) à l'observation des comportements alimentaires des voisins de la même cellule.

Le passage entre l'opinion et le changement de comportement est médié par un mécanisme d'inertie et par des contraintes (liées à l'argent, au temps et aux habitudes alimentaires de la famille). Nous modélisons aussi le fait qu'un changement dans le sens préconisé par les agences de santé a un effet gratifiant pour l'individu (e.g. une opinion positive renforcée à l'égard de ce régime alimentaire). A partir des changements de comportement observés entre les Baromètres Santé Nutrition de 2002 et de 2008, ce modèle est calibré, évalué et exploré en utilisant du calcul distribué via la plateforme OpenMole (Reuillon et al., 2013).

Indifféremment des paramètres généraux du modèle, nous montrons que les inégalités sociales de comportements alimentaires sont accrues lorsque la ségrégation sociale est forte à la fois la nuit et le jour, puisque certains individus non mobiles ne sont pas mis en coprésence avec des individus présentant d'autres opinions et comportements. De même, on observe que la ségrégation diurne renforce l'effet de la ségrégation nocturne, puisque le brassage des populations n'est pas aléatoire mais est socialement différencié.

Bibliographie

Le Roux G., Vallée J., Commenges H. (2017). Social segregation around the clock in the Paris region (France). *Journal of Transport Geography*, 59, 134-145.

Préteceille E. (2006). La ségrégation sociale a-t-elle augmenté ? *Sociétés contemporaines*, (2), 69-93.

Reuillon R., Leclaire M., Rey-Coyrehourcq S. (2013). OpenMOLE, a workflow engine specifically tailored for the distributed exploration of simulation models. *Future Generation Computer Systems*, 29(8), 1981-1990.

Vallée J. (2017). Challenges in targeting areas for public action. Target areas at the right place and at the right time. *Journal of Epidemiology and Community Health*. Vol 71 No 10, 945-946.

Atelier 4

Géohistoire et dynamiques environnementales

Mercredi 6 février

15h - 16h

Retracer l'évolution du profil économique d'une ville à l'échelle infra-urbaine, à partir des matrices cadastrales (1828-1868) : l'exemple de Rouen

Marie Havret, Marion Le Texier, Sophie De Ruffray

IDEES, UMR 6266 - Université de Rouen Normandie-CNRS

Mots Clés : *Documents historiques, profil économique, localisation résidentielle, échelle infra-urbaine, temps long*

Cette communication a pour objectif de constituer une méthodologie opérable et fiable pour aider les chercheurs confrontés à la gestion de données historiques spatialisées. En effet, il s'agit de recomposer le profil économique des habitants à l'échelle infra-urbaine sur le temps long, afin de mesurer les évolutions et de visualiser les changements. Nous souhaitons aussi vérifier les théories urbaines actuelles de localisation résidentielle, liée au prix du foncier, se traduisant généralement par un gradient centre-périphérie, sur la longue durée (Fujita, 1989). Seules les matrices cadastrales permettent de constituer une base de données spatialisée sur 200 ans, dans la mesure où les listes nominatives du recensement ne comportent pas de données fiscales et ne sont exploitables qu'à partir de la fin du 19^e siècle. Or, ces documents sont sous-exploités dans la littérature scientifique, notamment en géographie, les chercheurs s'étant davantage concentrés sur l'étude de la morphologie urbaine (Lagesse, 2015) ou des systèmes de ville sur le temps long (Bretagnolle *et al*, 2007). Le format et l'état de ces documents peuvent expliquer cette sous-représentation : en effet, ce sont des documents manuscrits, rarement numérisés, complexes à exploiter.

Instauré par Napoléon Ier en 1807, le cadastre est composé d'un plan et d'une matrice, recueillant les informations sur les parcelles (superficie, superficie du bâti, revenu imposable) et sur leurs propriétaires successifs (profession, adresse) pour l'ensemble du territoire national (Schoonbaert, 2010). Les matrices sont organisées par sections (subdivision du plan), puis par rue. Chaque parcelle est identifiée par un numéro et une adresse, identifiables sur le plan cadastral. Néanmoins, ce dernier ne peut être considéré comme étant l'information géométrique associée aux matrices cadastrales pour l'ensemble de la période, dans la mesure où les plans ne sont pas régulièrement mis à jour, alors que les matrices sont enrichies continuellement. Plusieurs problèmes théoriques, méthodologiques et techniques se posent ainsi pour le chercheur qui souhaite utiliser ces sources : transformation rapide de la morphologie urbaine, lisibilité des documents, données non informatisées, volume important de données à saisir, modélisation des trajectoires des parcelles, etc.

Les matrices cadastrales sont pourtant des sources privilégiées pour étudier les transformations urbaines et pour définir un profil économique à l'échelle infra-urbaine, notamment grâce aux valeurs foncières indiquées. Nous proposons de répondre aux difficultés citées, en présentant une 2^e méthodologie permettant de lier les informations géométriques et les informations attributaires dans un système d'informations géographiques, à partir d'un échantillonnage aléatoire des rues. Cette méthode permet de couvrir l'ensemble de la ville pour les dates sélectionnées et de saisir uniquement les informations principales (propriétaire, revenu imposable) issues des matrices.

L'étude de la ville de Rouen à travers trois dates (1828, date d'achèvement du cadastre napoléonien, 1843 et 1868) permettra de mettre en oeuvre cette méthodologie (vectorisation des plans, échantillonnage des rues, saisie systématique des informations individuelles, analyse des données), son cadre théorique et de présenter quelques résultats quant à l'évolution du profil économique des habitants au cours du 19^e siècle.

Bibliographie

- Bretagnolle, A., Pumain, D., et Vacchiani-Marcuzzo, C. (2007). Les formes des systèmes de villes dans le monde.
- Fujita, M. (1989) Urban economic theory: land use and city size. Cambridge university press,.
- Lagesse, C. (2015). Lire les lignes de la ville : méthodologie de caractérisation des graphes spatiaux. Thèse de doctorat. Sorbonne Paris Cité.
- Schoonbaert, S. (2010). Mesurer la construction en ville. Le revenu des matrices cadastrales à Bordeaux (1835-1890). Histoire & mesure, vol. 25, no XXV-1, p. 87-126

Géovisualisation et analyse spatiale intra-site de la Roche à Pierrot, Saint-Césaire (Charente maritime) : des outils taphonomiques pour mieux caractériser une séquence clé du paléolithique français

Armelle Couillet¹, Hélène Rougier², Dominique Todisco¹, Céline Colange¹, Olivier Gillet¹, Isabelle Crevecoeur³

IDEES, UMR 6266 - Université de Rouen Normandie-CNRS¹

Department of Anthropology - California State University Northridge – US²

PACEA, UMR 5199 - Université de Bordeaux-CNRS, France³

Mots-clefs : *géoarchéologie, géovisualisation, analyse spatiale, géomorphologie, taphonomie.*

Localisé à Saint-Césaire, à l'est de Saintes, en Charente-Maritime, le gisement de La Roche-à-Pierrot est au cœur des débats sur la transition entre le Paléolithique moyen et le Paléolithique supérieur : à ce jour, il constitue l'unique gisement à avoir fourni un squelette relativement complet de néandertalien accompagné d'outils diagnostiques du Paléolithique supérieur. Découvert en 1976, le site a fait l'objet de plusieurs campagnes de fouilles : fouilles Lévêque de 1976 à 1987 (ponctuellement en 1993 et 1997), depuis 2013 fouilles encadrées par F. Bachellerie 2013-2014 (UMR PACEA) puis I. Crevecoeur 2015-2018 (UMR PACEA). Les principaux objectifs des nouvelles investigations (géo)archéologiques visent à 1) réévaluer les enregistrements archéo stratigraphiques, 2) caractériser les processus géomorphologiques responsables de la formation des dépôts, 3) évaluer leurs impacts sur les assemblages archéologiques et leur intégrité spatiale (taphonomie).

Des représentations et des analyses spatiales des archives des fouilles Lévêque sont une aide précieuse pour l'évaluation de la cohérence de l'archéo-séquence de référence établie dans les années 1970. Une reconstruction 3D de la collection Lévêque (Rougier et al., in Crevecoeur et al., 2016) a été élaborée dans un but exploratoire afin d'évaluer la faisabilité d'une modélisation des données enregistrées lors des premières fouilles. Cette visualisation associée à des calculs d'indices de cohérence (IC) et de similarité (IS) des unités archéo-stratigraphiques (archUS) permet d'une part de comprendre les incohérences de l'archéoséquence type, d'autre part de produire une reconstruction plus complète de l'archéo-stratigraphie de La Roche à Pierrot qui sera précieuse pour anticiper le travail de terrain des prochaines années et interpréter les observations. Suivant un protocole identifié, toutes les pièces enregistrées issues des fouilles Lévêque possèdent des coordonnées X, Y et Z (Lévêque, 2002). Grâce à cet enregistrement précis, complété par les données des vestiges fauniques (Morin, 2004), une base de données consignait l'ensemble des pièces lithiques et fauniques, avec leur localisation dans les trois dimensions de l'espace, a pu être réalisée. Cette dernière a permis de réaliser des projections, des analyses spatiales de l'ensemble des vestiges cotés pour les niveaux de Paléolithique moyen-supérieur, y compris l'analyse des fabriques (orientation et inclinaison des vestiges, statistiques circulaires ; Todisco, 2015), et ainsi de mieux appréhender l'organisation générale des dépôts archéologiques et des artefacts/ecofacts de La Roche à Pierrot.

Bibliographie

Lévêque F. (2002) – Méthodes de fouilles. In : Miskovsky, J.-C. (Ed.), Géologie de la préhistoire : Méthodes, techniques, applications. Géopré, Paris : 415-423.

Morin E. (2004) – Late Pleistocene population interaction in Western Europe and modern human origins: new insights based on the faunal remains from Saint-Césaire, Southwestern France. Thèse de doctorat, Ann Arbor, University of Michigan, 450 p.

Rougier H. et al., (2016), Avancées de la reconstruction 3D de l'archéostratigraphie des fouilles Lévêque. In : Crevecoeur, I. (Resp.), La Roche à Pierrot (Saint-Césaire, Charente-Maritime). Rapport d'opération de fouille programmée 2016. DRAC Poitou-Charentes, SRA : 169-172.

Todisco D. et al. (2015), Contexte géomorphologique et taphonomie des vestiges : premières interprétations. In : Crevecoeur, I. (Resp.), La Roche à Pierrot (Saint-Césaire, Charente-Maritime). Rapport d'opération de fouille programmée 2015. DRAC Poitou-Charentes, SRA : 68- 105.

Atelier 5

Transport

Mercredi 6 février

15h - 16h

Towards multi-scalar models for the co-evolution of transportation networks and territories

Juste Raimbault

UPS CNRS 3611 ISC-PIF

UMR CNRS 8504 Géographie-cités

Mots-clés : *Transportation networks; Territories; Co-evolution; Modeling; Multi-scale*

The intricate relations between transportation networks and territories, at multiples scales, has fed numerous open questions such as the potential existence of structuring effects of networks (Offner, 1993). (Raimbault, 2018a) explored these interactions from the point of view of co-evolutive dynamics, aiming at modeling these. In particular, (Raimbault, 2018b) introduced a co-evolution model at the macroscopic scale for systems of cities with abstract networks, whereas (Raimbault, 2018c) developed a morphogenesis model at the mesoscopic scale, capturing the co-evolution between road networks and the population density grid. The processes included in models depend naturally on the scale. This communication aims at showing the necessity of a multi-scalar approach for a more accurate account of these co-evolutive dynamics. We introduce first a physical implementation of transportation networks into the macroscopic model, with a description of networks with a 1km spatial resolution, whereas the typical range of application of the model is around 1000km. Systematic explorations of the model on synthetic data using the OpenMole software show that even with the same processes for network growth, qualitative behavior fundamentally differ. In particular, co-evolutive dynamics are more difficult to characterize in the hybrid scale models, recalling results obtained by (Raimbault, 2018a) with the SimpopNet model (Schmitt, 2014) which has a similar structure. Calibration on the French system of cities with the objective of population and distance matrices accurateness gives mitigated results in comparison to the original model, but however witnesses fit improvement on several temporal calibration windows. These results suggest that the hybrid model would be closer to the actual complexity of these dynamics, as it was shown by (Raimbault, 2018b) that co-evolution is indeed difficult to characterize empirically for the French system of cities with railway network data. We finally discuss from a theoretical point of view what would be the advantages of a multi-scale coupling of the macroscopic and the mesoscopic model (including for example a more operational character, more accurate conditioning of local dynamics by exogenous parameters determined at the macroscopic scale, a better grasp on spatio-temporal non-stationarity) and present different modeling alternatives that could be followed to achieve this coupling.

Bibliographie

Offner, J.-M. (1993). Les "effets structurants" du transport : mythe politique, mystification scientifique. *Espace géographique*, 22(3):233–242.

Raimbault, J. (2018a). Caractérisation et modélisation de la co-évolution des réseaux de transport et des territoires. PhD thesis, Université Paris 7 Denis Diderot.

Raimbault, J. (2018b). Modeling the co-evolution of cities and networks. forthcoming in *Handbook of Cities and Networks*, Rozenblat C., Niel Z., eds. arXiv:1804.09430.

Raimbault, J. (2018c). An urban morphogenesis model capturing interactions between networks and territories. forthcoming in *Mathematics of Urban Morphogenesis*, D'Acci L., ed., Springer Birkhauser Mathematics. arXiv:1805.05195.

Schmitt, C. (2014). Modélisation de la dynamique des systèmes de peuplement: de SimpopLocal à SimpopNet. PhD thesis, Paris1

Radial profiles of road network distances in Europe: scaling and spatial effects

Estelle Mennicken^{1,2}, **Geoffrey Caruso**^{1,2}, **Rémi Lemoy**²

LISER - Luxembourg Institute of Socio-Economic Research¹

Université de Luxembourg, Maison des Sciences Humaines, Luxembourg²

Mots clés : *Urban morphology, transport geography, scaling laws, accessibility, European comparative analysis*

The form of cities has a great influence on their social, economic and environmental outcomes, and complement their size effects (Bettencourt, 2013). While there is commensurate research on measuring urban forms (Arribas-Bel et al., 2011 ; Ewing, 2008), only few relate those measures to city size or consider the relationship between road networks and urbanised land, and thus, the spatial distribution of the population. Nonetheless, transport is key to the urban actors and actually to the understanding of positive and negative agglomeration effects related to population size (Louf et al., 2014).

In this study, we analyse the shape of urban road networks for over 300 cities in Europe. We use a monocentric and radial perspective because it is palatable to urban economics and to an effective simplification of urban systems (Lemoy et al., 2017). Our first data source serves to identify the location of people within urban areas. We combine the Urban Atlas land use maps (Copernicus, 2006) and the Geostat 1 km² population grid (Eurostat, 2006). Our second data consists in computing fastest car routes from a sample of urbanised locations at different distance bands from the main centre of each city, using the Google Maps algorithm. 303,033 trips in total were simulated between residential areas and city halls (as the main attraction for trips), based on a minimum average travel time at optimum traffic conditions.

We examine the internal radial profiles of road distances, compare them to the Euclidean distances, and investigate how and why this relationship between those two distances vary across Europe and across city size. This empirical investigation of travel distances thus combines the study of the internal structure of cities in the form of radial profiles and the study of systems of cities (intra and inter-urban scales).

We confirmed the linear relationship between the two distance measures, and found an average detour ratio for commuting trips to city centres in Europe of 1.34. This proportionality coefficient is variable as function of the urban areas delineation. We found that it is scale invariant when computed among comparable cities, the city size in terms of population has no impact on the coefficient.

The small heterogeneity in the detour factor among cities is explained by physical constraints like elevation and the presence of water bodies, as well as social factors like the geographical location (as a proxy for historical or institutional variables) and the population size but only in core cities. Cities in the Northeast of Europe have a more effective road network shape or residential land use spatial distribution in terms of relative distances to city centres than the other European cities, in which citizens need to travel excessively long distances taking their car compared to the straight-line distance. Compared to big cities, smaller cities have a disadvantage in their centre only where their distance ratio is higher.

Bibliographie

Arribas-Bel, D., Nijkamp, P., and Scholten, H. (2011). Multidimensional urban sprawl in europe: A self-organizing map approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 35(4):263–275.

Bettencourt, L. M. (2013). The origins of scaling in cities. *Science*, 340(6139):1438–1441.

Ewing, R. (2008). Characteristics, causes, and effects of sprawl: A literature review. In *Urban Ecology: An International Perspective on the Interaction Between Humans and Nature*, pages 519–535. Springer US.

Lemoy, R. and Caruso, G. (2017). Scaling evidence of the homothetic nature of cities. *Working paper*, <http://arxiv.org/abs/1704.06508>.

Louf, R. and Barthelemy, M. (2014). How congestion shapes cities: from mobility patterns to scaling. *Scientific reports*, 4:5561.

Atelier 6

Economie spatiale

Mercredi 6 février

16h30 - 18h

L'accès aux services et commerces – une approche à travers les documents d'urbanisme

Pierre Frankhauser¹, Xavier Lehmann¹, Olivier Bonin²

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté²

LVMT, UMR T 9403, IFSTTAR, ENPC, UPEM - Université Paris-Est

La sensibilisation aux conséquences néfastes de l'utilisation excessive de la voiture a incité les politiques d'aménagement à s'intéresser plus à l'accessibilité aux différents services et commerces. Ainsi les lois d'urbanisme commercial récentes cherchent à concilier l'aménagement du territoire avec les modes de distribution et de consommation des ménages.

Pour identifier la qualité d'accès aux différents types de commerces et services requise, nous nous appuyons sur la théorie des besoins qui établit un lien entre les besoins élémentaires dans un sens anthropologique et leur satisfaction liée ici aux équipements (services, commerces) qui leur correspondent. Dans ce but nous avons étudié un certain nombre de documents d'urbanisme. Ceci a également permis de connaître l'impact sur les emplois locaux et sur la consommation d'espaces correspondante, informations basées sur des préconisations et normes.

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet de recherche SOFT, financé par l'ADEME. Un des objectifs est d'étudier une reconfiguration potentielle du secteur de la communauté de communes, EST-Ensemble en périphérie parisienne à travers le modèle Fractalopolis. L'impact sur la génération locale de circulation sera analysé à travers une version adaptée de mobisim.

On constate que les documents introduisent une hiérarchie des besoins souvent affectés à la fréquentation (quotidienne, hebdomadaire, rare...). L'accès est considéré soit à travers les distances physiques, soit par une distance-temps. On s'aperçoit que les indications diffèrent en fonction des caractéristiques géographiques de zone d'étude (zone rurale, urbaine...). En outre il est possible d'associer les modes de transport préconisés (mode doux, transport en commun, voiture) selon la catégorie d'achats ce qui est une information qui sera utilisée pour les simulations d'impacts à travers mobisim.

Un autre volet concerne la génération d'emplois locaux par les services et commerces. Les documents renseignent sur le nombre d'emplois par catégorie de commerce ainsi que la surface par emploi qui peut être mis en cohérence avec les indications sur l'emprise foncière.

En combinant ces informations avec les aires de chalandises par catégorie d'équipement (type de service/commerce, niveaux hiérarchique) et le nombre d'habitants dans une zone d'étude, il sera alors possible de calculer le nombre d'emplois générés par la présence des habitants dans une zone d'études ainsi que la surface commerciale à prévoir pour chaque catégorie. Nous présentons, au-delà de ces résultats, une première application à la zone d'étude EST-Ensemble.

Bibliographie

Observatoire régional de santé d'Ile-de-France. (2008). *Comportements d'achats alimentaires en Ile-de-France*, 12p

APUR, IAU, Mairie de Paris. (2012). *Les enjeux métropolitains du commerce de l'agglomération de Paris*, 63 p.

Bourdin, A. (2015). *Construire le Grand Paris polycentrique – Vers un autre modèle de centralité*, Devillers et Associés.

Tay L., Diener E. (2011). *Needs and Subjective Well-Being Around the World*, Journal of Personality and Social Psychology, vol. 101, 2 : 354–365

Frankhauser P, Tannier C, Vuidel G, Houot H. (2018) *An integrated multifractal modelling to urban and regional planning*. Computers, Environment and Urban Systems, vol. 67,1: 132-146.

Une analyse exploratoire des disparités de revenus à partir de la source FILOSOFI : une application aux « quartiers anciens » de Lyon

Camille Michel ¹, **Sébastien Oliveau** ²

ESPACE, UMR 7300, CNRS - Aix Marseille Université, Université Côte d'Azur, Avignon Université ¹
USR 2006 PROGEDO, CNRS-EHESS - Université d'Aix-Marseille ²

Les « quartiers anciens » de la ville de Lyon que nous traitons ici sont depuis longtemps des territoires d'intervention de l'action publique. Ils ont fait l'objet de politiques de réhabilitation depuis les années 1970 et sont entrés dans la géographie prioritaire de la Politique de la Ville dans les années 1990, avant, pour certains, d'en sortir en 2015. Tous ont connu d'importantes transformations sociales et morphologiques au cours du temps. Les nombreuses interventions menées ont conduit à l'arrivée d'une population plus jeune, plus diplômée et de niveau économique plus élevé, évinçant en partie les catégories populaires, phénomène qualifié de gentrification (Collet, 2010). Le contexte actuel de forte attractivité du centre-ville et de pression immobilière renforce également ces changements socio-économiques.

Plusieurs questions se posent alors, notamment dans le contexte de la réforme de la géographie prioritaire de 2014. Celle-ci, avec l'indicateur unique (le seuil de bas revenu à 60% du revenu médian), a en effet conduit au retrait des quartiers anciens de Lyon de la politique de la ville. Aujourd'hui, à l'exception d'un territoire, ils ont tous été requalifiés en « Quartier de Veille Active ». Il apparaît alors intéressant de dresser un portrait de ces territoires. Il sera question ici de mesurer et analyser les transformations et les inégalités présentes dans les quartiers anciens de Lyon. FiLoSoFi³, la nouvelle source de données sur les revenus produite par l'Insee, permet d'appréhender plus finement les niveaux de vie de la population. Nous proposons donc de réaliser une typologie des Iris de Lyon à l'aide d'une classification ascendante hiérarchique des différents déciles de revenus disponibles⁴ pour mettre en exergue la spécificité des quartiers anciens dans la ville. En effet, la pauvreté ne se manifeste pas uniformément dans les territoires urbains, il existe donc un enjeu fort à qualifier et identifier les zones de pauvreté, dans leur diversité, dans les villes (Apparicio, Seguin, Leloup, 2007).

Ce travail nous amènera à élargir notre questionnement et à interroger l'articulation entre les interventions dans le cadre de la politique ville, les politiques de mixité sociale, et la gentrification. FiLoSoFi est le nom donné au dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux qui remplace les dispositifs précédents : Revenus Fiscaux Localisés (RFL) et Revenus Disponibles Localisés (RDL).

Bibliographie

Apparicio, P., Seguin, A-M., Leloup, X., (2007), « Modélisation spatiale de la pauvreté à Montréal : apport méthodologique de la régression géographiquement pondérée », *Le Géographe canadien* 51, N° 4, pp. 412-427

Collet A. (2010), « Générations de classes moyennes et travail de gentrification. Changement social et changement urbain dans le Bas Montreuil et à la Croix-Rousse, 1975-2005 », Doctorat de sociologie, Université Lumière - Lyon II, 658 p.

Royer M., Boré C., Ancelin G., (2015), « Filosofi, une nouvelle loupe pour examiner les revenus », *Insee Analyses Midi-Pyrénées*, <http://www.epsilon.insee.fr:80/jspui/handle/1/31094>

³ FiLoSoFi est le nom donné au dispositif sur les revenus localisés sociaux et fiscaux qui remplace les dispositifs précédents : Revenus Fiscaux Localisés (RFL) et Revenus Disponibles Localisés (RDL).

⁴ Les déciles de revenu disponible permettent de connaître le revenu par décile des ménages après redistribution de l'aide sociale, soit le « reste à vivre » de la population

Modélisation de l'impact des ressources territoriales sur la performance des entreprises : application à la wallonie (belgique)

Pierre-François Wilmotte

Université de Liège (Belgique)

La proposition de communication s'inscrit dans une recherche doctorale visant à mesurer l'impact des ressources territoriales sur la performance des entreprises situées en Wallonie (Belgique). La recherche part de trois constats : tout d'abord, toutes choses étant égales par ailleurs, les entreprises situées dans la province belge du Brabant wallon, correspondant schématiquement à l'aire d'influence de la métropole bruxelloise, dégagent 20 % de valeur ajoutée supplémentaire par rapport aux autres entreprises wallonnes (Vandermeer, 2016). Ensuite, des recherches menées aux Pays-Bas ont mis en exergue l'impact de ressources territoriales spécifiques à certains parcs d'activités économiques dans leur vitalité et la performance des entreprises installées (Beekmans, 2016). Enfin, il existe déjà de nombreuses actions publiques visant à « mobiliser le territoire à destination du développement économique » (Gouvernement wallon, 2014) alors qu'il subsiste de nombreux points aveugles concernant la relation entre les entreprises et le territoire. La recherche doctorale est structurée en trois parties : exploitation de données comptables des entreprises, modélisation des prix de l'immobilier à vocation économique et réalisation d'enquêtes auprès des entreprises, dans une perspective de comparaison des résultats issus des trois sources de données. La proposition de communication se concentre sur l'exploitation des données comptables des entreprises.

L'objectif est d'expliquer la création de valeur ajoutée par les entreprises mono-établissement situées en Wallonie par des variables décrivant l'entreprise elle-même, c'est-à-dire des données de comptabilité des entreprises déposées annuellement à Banque Nationale de Belgique, mais aussi des variables traduisant les ressources territoriales auxquelles l'entreprise peut accéder par sa localisation. Par ressource territoriale, nous entendons les caractéristiques du territoire en mesure d'affecter la capacité des entreprises à développer leurs activités. Nous postulons que ces ressources sont structurées à trois échelles : l'échelle du site, l'échelle du bassin de population et l'échelle régionale. Ces ressources couvrent divers domaines : marché du travail, dynamique urbaine, accessibilité locale et régionale, dynamique locale d'innovation, aménités, dynamique entrepreneuriale... L'objectif est de mettre en avant les ressources du territoire, ses potentialités valorisées par les entreprises en questionnant les stratégies actuelles de développement régional (Nijkamp, 2016).

D'un point de vue méthodologique, cela nécessite la combinaison du modèle à effet fixe, provenant de l'économétrie, permettant d'exploiter les données de comptabilité des entreprises, avec un modèle de régressions linéaires multiples, permettant d'analyser les ressources territoriales. Les données proviennent d'une base de données des entreprises dont le siège social est situé en Wallonie. L'objectif de la communication est de pouvoir exposer les premiers résultats provenant de ces modélisations, mais aussi d'exposer les enjeux liés à la méthodologie adoptée et de discuter des données mises à disposition.

Bibliographie

Beekmans, J. (2016). *Causes of decline of industrial sites* (Doctoral dissertation). Radboud Universiteit Nijmegen, Nijmegen.

Gouvernement wallon (2014). *Plan Marshall 4.0*. Namur : Service Public de Wallonie.

Nijkamp, P. (2016). The « resourceful region ». A new conceptualisation of regional development strategies, *Journal of Regional Research – Investigaciones Regionales*, 36, 191-214.

Vandermeer, M.-C. (2016). La disponibilité et le prix du foncier à vocation économique : quel impact sur le développement économique en Wallonie ? (Thèse de doctorat). Université de Liège, Liège.

Atelier 7

Morphologie urbaine

Jeudi 7 février

13h30 - 16h

L'apport des méthodes procédurales pour modéliser la forme des villes

Maud Haffner

Laboratoire Théma, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté
LVMT, UMR T 9403, IFSTTAR, ENPC, UPEM - Université Paris-Est

Mots clés : *Méthodes procédurales - Modélisation urbaine - SIG 3D - Forme urbaine - Ville théorique.*

La modélisation urbaine répond à la fois à un enjeu théorique de compréhension de l'urbain mais également à un enjeu opérationnel d'aménagement de ces espaces (Antoni, 2013). Au sein de ce champ de recherche, la modélisation du cadre spatial urbain, c'est-à-dire des infrastructures et du bâti, qui donnent à la ville une forme et une structure, occupe une place importante. Un socle théorique solide existe autour de cette question, d'abord sous forme de modèles archétypaux, puis complété depuis quelques décennies par des développements techniques en matière d'acquisitions, de traitements et d'affichage de données. Aujourd'hui, les outils de modélisation et notamment les SIG (systèmes d'information géographique) permettent d'obtenir de manière relativement aisée une représentation informatique fidèle et quasi-exhaustive des villes en deux, voire en trois dimensions. Pour autant, ces outils restent généralement des outils de représentation et non de conception : s'il est possible de modéliser le cadre spatial d'une ville réelle, il est pour l'instant difficile de modéliser celui d'une ville fictive (Lucas, 2016). Or, ce manque demande à être résolu pour penser et préparer les enjeux de la ville de demain. Dès les années 90, plusieurs auteurs soulignaient déjà l'importance de la construction d'un cadre théorique, affranchi des spécificités territoriales propres à chaque cas d'étude, pour établir de manière concrète une causalité entre ville durable et politiques d'utilisation des sols (Banister, Watson et Wood, 1997). Dans ce contexte, l'objectif est de répondre à cette question : comment et avec quel(s) outil(s) est-il possible de modéliser l'ensemble des éléments relatifs à l'infrastructure d'une ville théorique ?

Pour y répondre, la modélisation procédurale, technique émergente dans la création de monde pour les jeux-vidéo, est ici adoptée. Alternative à la création manuelle, longue et fastidieuse, elle permet de générer automatiquement un grand nombre d'environnements urbains en s'appuyant sur un ensemble de règles définies par l'utilisateur.

L'utilité et les performances des différentes méthodes procédurales sont présentées puis illustrées au travers d'un exemple de construction de ville théorique dans le logiciel CityEngine (Parish et Müller, 2001), outil de référence en la matière. L'intérêt des méthodes procédurales pour la modélisation des formes urbaines est de permettre de produire rapidement des cadres urbains entièrement contrôlés par un ensemble de paramètres, sans données préalables nécessaires et qui ne se limitent pas à une simple reproduction de la réalité. Ce cadre sera ensuite complété de modèles de fonctionnement urbain, tels que les modèles LUTI.

Bibliographie

Antoni J.-P. (2013), « L'ambition de modéliser la ville », in Gérard Brun (dir.), *Ville et mobilité - nouveaux regards*, Economica, pp. 227-238.

Lucas J.-F. (2016), « Modélisation et Simulation de la ville. Le cas des villes virtuelles en 3D », in Pierre Musso (dir.), *Imaginaire, Industrie et Innovation*, pp. 234-242.

Banister D., Watson S. et Wood C. (1997), « Sustainable Cities: Transport, Energy, and Urban Form », *Environment and Planning B: Planning and Design*, vol. 24, n°1, pp. 125-143.

Parish Y.I.H. et Müller P. (2001), « Procedural modeling of cities », *Proceedings of the 28th annual conference on Computer graphics and interactive techniques - SIGGRAPH '01*, pp. 301-308

Étude morphologique des parcelles cadastrales à l'aide des réseaux de neurones

Stéphanie Himpens, François Sémecurbe

SSP-Lab Insee

La caractérisation morphologique des espaces et des paysages est une activité fondamentale en géographie pour comprendre le fonctionnement et l'organisation des territoires. En particulier, l'étude du mitage et de ses causes nécessite de caractériser finement, au préalable, les espaces urbains et périurbains.

La disponibilité de données géographiques massives en open data (telle que celles d'OpenStreetMap) ouvre un champ d'applications considérable dans ce domaine d'analyse. Néanmoins, pour des raisons de performances computationnelles il est très difficile d'exploiter simultanément toutes ces données. Louf *et al.* (2014) exploite ainsi uniquement la géométrie des îlots urbains pour discriminer quatre types différents de formes urbaines. Dans cette étude, les auteurs utilisent des indicateurs géométriques simples pour classer les îlots (un indicateur de forme et la surface) puis les traces urbaines formées par ces derniers. Moosavi (2017) reprend cette approche minimaliste, mais mobilise cette fois-ci une méthode de Deep Learning pour classer les villes. Dans un premier temps, un réseau de neurones (auto-encoder) produit une représentation simplifiée des îlots et de leurs configurations spatiales. Puis, une méthode de classification statistique permet de regrouper les villes disposant de représentations similaires. La conjonction d'une information géographique simple mais très structurante et des réseaux de neurones semble donc particulièrement pertinente.

Dans notre présentation, nous développons une approche similaire pour étudier non plus seulement les villes mais l'ensemble des territoires, donc également les espaces ruraux. Le réseau routier est cependant beaucoup moins resserré dans les zones de faibles densités. Son utilisation n'est donc plus envisageable. Il a toutefois été montré que l'organisation des parcelles cadastrales restitue de façon satisfaisante l'intrication des formes observées sur tout le territoire (Watteaux, 2005). En mobilisant les fonds de cartes des parcelles cadastrales mis à disposition par Etalab, nous caractérisons l'ensemble des espaces.

En Deep Learning, deux approches sont possibles. La première dite supervisée repose sur l'apprentissage d'un réseau de neurones à partir de données déjà labellisées. Dans la seconde, non-supervisée, le réseau apprend à créer des représentations simplifiées des images. Il est ainsi possible de classer les différents espaces en fonction de ces dernières. Nous utilisons ces deux approches et nous les comparons. Les catégories de l'échantillon d'apprentissage fixées a priori sont retrouvées avec une approche non supervisée. Nous comparons également les résultats obtenus avec des méthodes plus simples et plus usuelles en géographie: analyse multi-échelle et analyse géométrique (indices de formes, taille des parcelles).

Bien que les notions de bocage et d'open field aient été contestées depuis les travaux de Bloch (1931) et Demangeon (1927), nos différentes méthodes montrent une différenciation très importante du parcellaire entre le nord est et l'ouest de la France. Cette différence semble être un des éléments qui structurent la présence de mitage (Albizzati et al., 2017). Elle pourra donc être utilisée dans de futures recherches pour analyser l'implantation actuelle des constructions.

Bibliographie

Albizzati, C, Poulhes M, Sultan Parraud J (2017) Caractérisation des espaces consommés par le bâti en France métropolitaine entre 2005 et 2013, Insee Références : Dossier « Les acteurs économiques et l'environnement », p. 73–85.

Bloch, M. 1999a (1931), Les caractères originaux de l'histoire rurale française. Paris, Armand Colin.

Demangeon A. (1927), « La géographie de l'habitat rural (premier article) », in Annales de Géographie, t. 36, n° 199, pp. 1–23.

Louf, R., & Barthelemy, M. (2014). A typology of street patterns. Journal of The Royal Society Interface

Moosavi, V. (2017). Urban morphology meets deep learning: Exploring urban forms in one million cities, town and villages across the planet.

Watteaux, M. (2005). Sous le bocage, le parcellaire... *Études rurales*, n°3 – 175, pp. 53-80

Morphologie bâtie des tissus urbains et mobilités douces. Une approche croisée par les graphes et les modèles de choix discrets

Aurélia Ignatz, Arnaud Piombini, Cyril Meyer, Christophe Enaux, Dominique Badariotti

Laboratoire Image, Ville, Environnement (LIVE UMR 7362), Université de Strasbourg, CNRS, Strasbourg, France.

Mots clés : *Mobilité douces ; Morphologie urbaine; Graphes morphologiques et fonctionnels ; REMUS.*

Notre recherche doctorale en cours vise à formaliser une méthode d'évaluation du bâti existant en faisant le lien avec la localisation des activités et les comportements de mobilité induits. A terme, l'objectif sera de favoriser les structures morpho-fonctionnelles les plus favorables aux mobilités non motorisées. En effet, le débat est encore vif sur la forme des villes qui influencerait le plus positivement sur les modes de déplacement. « Historiquement, c'est la densité et la diversité dans la proximité qui ont été les composantes obligées de la ville », (Desjardins, 2017). Pour certains, au-delà de l'opposition ville dense – ville étalée, la réponse aux problèmes induits par la circulation automobile seraient à trouver dans une ville cohérente qui reste à définir (Massot, Orfeuill, 2007).

Cette mobilité raisonnée et durable est à construire avec l'héritage des villes précédemment modelées pour optimiser l'usage de la voiture individuelle. Il est donc essentiel d'évaluer les chaînes de déplacements complexes qui forment la mobilité quotidienne de chacun et qui conditionnent les choix modaux (De Witte et al., 2013). Afin de caractériser le rôle des facteurs morphologiques et fonctionnels sur les choix de déplacements, nous présenterons une analyse partant de la mesure spatiale et interactionnelle de la disposition des éléments bâtis, issue du modèle *REMUS*. Ce modèle mesure des relations de voisinages entre immeubles et fait apparaître à certains seuils de distance, des phénomènes de concentration de bâti et de ruptures morphologiques (Badariotti et al. 2007 et 2009). On peut supposer que ces phénomènes jouent un rôle sur l'usage des espaces et pour le vérifier, nous proposons d'intégrer les aspects fonctionnels des immeubles (fonctions résidentielles, économiques) aux représentations par graphes produites par *REMUS*.

Notre recherche postule que les choix de mobilités sont adaptés en fonction des caractéristiques morphologiques et fonctionnelles des espaces urbains dans lesquels les déplacements des individus s'inscrivent. Cette étude morpho-fonctionnelle porte sur l'Eurométropole de Strasbourg et nous en commenterons les premiers résultats lors de cette communication.

Peut-on discuter de la frontière franco-allemande avec un ordinateur ? Une interrogation par un arbre de décision

Valentine Judge

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté

Mots clés : *arbres de décision, développement urbain, simulation, automate cellulaire, espace frontalier.*

Le rôle de la frontière intra-européenne a fortement évolué au cours du temps, notamment à travers la création de l'espace Schengen (1990) ou encore de la signature de différents traités (Maastricht 1992, etc.). Auparavant appréhendée comme une barrière empêchant et/ou contrôlant les passages, elle est devenue une zone d'intégration, un espace entre deux pays dont la culture, la langue, voire la réglementation sont différentes, mais qui tend vers la volonté d'estomper ces limites (développement de réseaux favorisant les mobilités, l'uniformisation du système monétaire, etc.). Malgré la disparition des contrôles aux frontières et une plus grande mobilité des populations, des différentiels subsistent, d'un point de vue socio-économique (Grasland & Hamez, 2005) ou encore d'un point de vue culturel. En effet, en dépit des projets transfrontaliers mis en place (EuroRégion, EuroDistrict, etc.), les systèmes d'acteurs en charge de les soutenir et mener à terme sont différents de part et d'autre des limites nationales, tant dans leurs structures que dans leurs méthodes.

L'influence de la localisation d'un processus dans un pays ou un autre, au niveau d'une zone frontalière contiguë est abordée à travers la modélisation et simulation du développement urbain sur la zone transfrontalière franco-allemande centrée sur l'agglomération de Strasbourg – Kehl est abordé dans cette présentation. Les règles qui régissent les dynamiques d'urbanisation sont-elles basées sur des critères génériques, universels pouvant s'appliquer à la totalité d'une zone frontalière ou au contraire dépendent-ils de leur localisation dans un pays en particulier ?

L'hypothèse de départ est la suivante : malgré une similarité relative de deux territoires composant la zone transfrontalière, la caractérisation du processus de développement urbain reste dépendante de la localisation étatique en raison de systèmes différents de part et d'autre de la frontière (institutions, temporalités, leviers d'action, réglementation, etc.).

P. Torrens (2011) évoque le concept de « bonnes règles » qui, replacé dans la vision énoncée par W. Tobler (1970), seraient « simples » tout en permettant de simuler un processus complexe. C'est à travers le couplage d'un automate cellulaire et d'un arbre de décision que le jeu de règles permettant de simuler le développement urbain est élaboré. Cette présentation porte sur l'analyse thématique du produit de l'apprentissage automatique. Son exploration met en lumière une part transfrontalière du processus, mais aussi une part nationale. Une partie du processus s'affranchit donc de l'influence de la localisation géographique au regard de la frontière. L'analyse des règles permet d'observer leurs similitudes ou divergences au regard de l'occupation du sol présente dans le voisinage mais également suivant l'accessibilité aux pôles urbains principaux, favorable à l'urbanisation.

Bibliographie

Grasland C., Hamez G. (2005). *Vers la construction d'un indicateur de cohésion territoriale européen ?*, L'Espace géographique, 2005/2 tome 34, pp. 97-116.

Tobler, W.R. (1970). *A computer movie simulating urban growth in the Detroit region*. Economic Geography 46, 234–240.

Torrens PM. (2011). *Calibrating and validating cellular automata models of urbanization*. Urban Remote Sensing: Monitoring, Synthesis and Modeling in the Urban Environment, Yang, Xiaojun (Ed.). Chichester: John Wiley & Sons, pp. 335-345

Atelier 8

Environnement

Jeudi 7 février

13h30 - 16h

Comparaison des méthodes de quantification de la dynamique spatiale de l'écotone forêt/pelouse dans les Pyrénées

Thierry Feuillet¹, Déborah Birre², Johan. Milian¹, Vincent Godard¹, Céline Clauzel³

LADYSS, UMR 7533 - Université Paris 8, CNRS¹

Université de Perpignan Via Domitia (étudiante de master 2)²

LADYSS, UMR 7533 - Université Paris 7, CNRS³

Comme tout écotone, la limite entre la forêt et la pelouse alpine est particulièrement sensible aux modifications environnementales, notamment aux variations climatiques (températures estivales, étendue de la période de gel et persistance du manteau neigeux). Dans le contexte du réchauffement actuel et forte de cette réactivité intrinsèque, on s'attend à ce que cet écotone progresse sur les versants, en suivant un processus linéaire de colonisation. Dans les faits pourtant, les études régionales suggèrent des résultats parfois contradictoires. Certains auteurs ont en effet montré, par endroit ou par période, une absence de dynamique de l'écotone, voire un recul en altitude et/ou en densité dans les forêts de montagne tempérée (Harsch *et al.*, 2009). Ce constat a notamment pu être établi dans les Pyrénées (Camarero et Gutiérrez, 2004 ; Ameztegui *et al.*, 2016), massif particulièrement intéressant du fait de sa position latitudinale relativement basse en zone tempérée et de sa morphologie jouant un effet de barrière climatique. L'hétérogénéité des résultats peut être due au choix de la méthode de quantification de la dynamique de l'écotone. En effet, la mobilité de la forêt est parfois appréhendée comme une variation altitudinale, et dans d'autres cas comme une variation de densité au niveau de sa limite supérieure. Or, les facteurs déterminant ces deux aspects peuvent différer, la variation de densité répondant plus sensiblement à l'auto-organisation des groupements d'arbres (majoritairement *Pinus uncinata* dans notre cas) et aux boucles de rétroaction au sein de l'écotone, que la variation altitudinale (Malansonet *al.*, 2011 ; Bourgeron *et al.*, 2015).

Dans cette étude, nous nous sommes intéressés à l'écart entre ces deux mesures (variation altitudinale et variation de densité au niveau de l'écotone), et à ses causes possibles. Nous posons deux hypothèses. La première est que cet écart est réel, et que le choix de la méthode de quantification a donc un impact sur les conclusions écologiques des analyses. La seconde est que les conditions de site (altitude, morphométrie des versants, lithologie) permettent d'expliquer ces écarts. Pour tester ces deux hypothèses, nous avons dans un premier temps cartographié la forêt fermée en 1956 et en 2016 sur la base d'une classification supervisée des pixels d'orthophotos aériennes de l'IGN, sur les départements de l'Ariège et des Pyrénées-Orientales. Tout au long de l'écotone de 1956, nous avons numérisé une série de buffers de 300 m de diamètre. Dans chacun de ces buffers, nous avons estimé l'évolution de la densité de pixels forestiers, ainsi que la différence d'altitude entre les pixels les plus hauts en 1956 et en 2016, respectivement. Après avoir standardisé ces deux variables, nous avons mesuré leur écart pour chaque buffer. Les valeurs résultantes ont été considérées comme la variable dépendante d'un modèle de régression spatiale multivariée, modèle intégrant les conditions de site comme variables indépendantes. Les résultats préliminaires permettent de confirmer nos hypothèses de départ, en mettant en valeur l'importance des contextes topo-géomorphologiques locaux dans la différenciation des mesures. Nous concluons que les deux méthodes de quantification amènent des informations différentes mais complémentaires et doivent donc être employées de préférence simultanément, sinon en tenant compte des conditions de site du terrain d'étude.

Bibliographie

- Ameztegui, A., Coll, L., Brotons, L., & Ninot, J. M. (2016). Land use legacies rather than climate change are driving the recent upward shift of the mountain tree line in the Pyrenees. *Global Ecology and Biogeography*, 25(3), 263-273.
- Bourgeron, P. S., Humphries, H. C., Liptzin, D., & Seastedt, T. R. (2015). The forest–alpine ecotone: a multi-scale approach to spatial and temporal dynamics of treeline change at Niwot Ridge. *Plant Ecology & Diversity*, 8(5-6), 763-779.
- Camarero, J. J., & Gutiérrez, E. (2004). Pace and pattern of recent treeline dynamics: response of ecotones to climatic variability in the Spanish Pyrenees. *Climatic change*, 63(1-2), 181-200.
- Harsch, M. A., Hulme, P. E., McGlone, M. S., & Duncan, R. P. (2009). Are treelines advancing? A global meta-analysis of treeline response to climate warming. *Ecology letters*, 12(10), 1040-1049.
- Malanson, G. P., Resler, L. M., Bader, M. Y., Holtmeier, F. K., Butler, D. R., Weiss, D. J., ... & Fagre, D. B. (2011). Mountain treelines: a roadmap for research orientation. *Arctic, Antarctic, and Alpine Research*, 43(2), 167-177.

Reconstitution des trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires – Approche par la géomatique et les analyses multi-variées

Guillaume Paysant, Sébastien Caillault, Nathalie Carcaud

UMR ESO 6590 CNRS, AGROCAMPUS OUEST – Angers

Les relations Nature-Société sont plus que jamais au cœur des préoccupations actuelles, dans un contexte d'érosion de la biodiversité, de réchauffement climatique global, de pollutions d'origines diverses dans les sols, l'eau, l'air... Les politiques environnementales du XXI^e siècle ont traduit ces enjeux en directives européennes, lois nationales, stratégies de gestion afin de répondre à ces problématiques. Dans le cadre de la gestion de l'eau, la Directive Cadre sur l'Eau (2000) ou encore la Loi sur l'Eau et les Milieux Aquatiques (2006) ont impacté les modes de gestion des rivières en préconisant une « restauration des continuités écologiques », non sans créer des résistances sur le terrain. Celles-ci sont liées aux usages et/ou aux représentations des riverains et acteurs locaux du cours d'eau. Les petites rivières sont soumises à ces nouveaux modèles et les conflits existent. Depuis plusieurs années, des programmes de recherches et des thèses sont consacrés à l'étude des petites rivières, par exemple : dans l'Ouest de la France (ANR JC REPPAVAL, resp. Régis Barraud, collab. M.-A. Germaine, 2012-2015), en contexte normand (M.-A. Germaine, 2009 et A. Beauchamp, 2018) ou parisien (M. Juguie, 2018).

Dans la lignée de ces recherches, nos travaux portent sur les trajectoires paysagères des hydrosystèmes secondaires depuis 1950 avec comme objectif de contribuer aux réflexions de gestion de ces territoires. Pour cela, deux terrains d'étude ont été sélectionnés à proximité d'Angers évoluant dans des contextes différents (géologiques, agricoles, ...) afin d'alimenter une démarche comparative. Les analyses portent sur l'évolution du paysage de la plaine alluviale de ces deux rivières, et comprennent notamment une approche s'appuyant sur la géomatique et les statistiques multi-variées. Cette démarche a pour ambition de caractériser les deux fonds de vallée (découpés en unités spatiales régulières, Garnier *et al*, 2014), à deux dates (1950-2017) à partir d'une série d'indicateurs paysagers (occupation du sol, morphologie du talweg, etc) afin d'aboutir à une typologie d'états et de changements. L'enjeu étant de *i*. Caractériser les deux hydrosystèmes aux deux dates et relever leurs différences et similitudes, *ii*. Elaborer une typologie de secteurs fonctionnels et identifier les facteurs de contrôle des trajectoires de ces hydrosystèmes.

Ce travail vient renforcer une démarche plus globale constituée d'analyses géo-historiques, d'entretiens avec les acteurs de l'eau et riverains, d'observations de terrain, avec comme ambition d'apporter de nouveaux éléments de connaissances de la trajectoire de ces territoires aux acteurs en charge de leur gestion.

Bibliographie

Garnier, A., Dufour, S., Lespez, L., Caillault, S., & Delahaye, D. (2014). Analyse spatiotemporelle de la dynamique fluviale d'un cours d'eau sahélo-soudanien entre 1967 et 2007. Le cas du Yamé au pays Dogon (Mali, Afrique de l'Ouest). *Revue Internationale de Géomatique*, 24(3), 279–306.

Beauchamp, Axel. (2018). « Impacts des aménagements hydrauliques sur les systèmes fluviaux bas-normands depuis 2000 ans - Approches géomorphologique et géoarchéologique. » Université de Caen Normandie.

Jugie, Marion. (2018). « Trajectoires hydrogéomorphologique d'un petit cours d'eau périurbain francilien. Aménagement, "désaménagement" ? » Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. <http://www.lgp.cnrs.fr/spip/spip.php?article35>.

Impact de l'autocorrélation spatiale sur la qualité des modèles d'apprentissage automatique : étude dans le cadre de la classification d'essences forestières à partir de données satellitaires

Nicolas Karasiak¹, David Sheeren, Jean-François Dejoux, C. Monteil

Dynafor, UMR 1202, – CNRS, INP, ENSAT - Université de Toulouse,¹

La télédétection, ou l'utilisation d'images prises à partir d'un capteur (satellite, drone, avion...) distant du sujet observé (forêt, ville...), est utilisée depuis des décennies pour prédire la présence de forêts à large échelle mais aussi les grands types de peuplements : feuillus ou résineux. Avec l'arrivée dans les années 70 du premier satellite multispectrale Landsat, des travaux à larges échelles de cartographie des peuplements commencent à voir le jour (Kushwaha, 1990). Si à l'époque les calculs informatiques sont fastidieux et les algorithmes de classification automatique moins performants, il s'avère qu'un biais important est mis en avant (Congalton, 1991) : l'autocorrélation spatiale existant dans les données a pour effet de surestimer la qualité des résultats de classification. L'indépendance des pixels n'étant pas assurée entre pixels voisins, les modèles supervisés construits à partir d'échantillons auto-corrélés spatialement sont biaisés et les qualités prédictives plus optimistes que les qualités réelles constatées dans le produit final. Alors que ce problème est identifié depuis longtemps, plus de 25 ans après cette publication seul un nombre très faible de travaux tiennent compte de cette dépendance spatiale dans les modèles d'apprentissage construits à partir d'images (Fassnacht et al., 2016 ; Griffith, 2016).

L'objectif de ce travail est de comprendre l'impact de l'autocorrélation spatiale dans une série temporelle d'images optiques (Sentinel-2) sur la prédiction des feuillus/résineux en fonction de différentes méthodes de sélection d'échantillons : (i) la méthode la plus répandue qui consiste à séparer en deux le jeu d'échantillons de manière aléatoire avec 50% pour l'apprentissage et 50% pour la validation à l'échelle du pixel (R50-pixel) (ii) une méthode similaire appliquée à l'échelle du peuplement (R50-peuplement) (iii) une méthode de validation croisée leave-one-out pour laquelle l'autocorrélation spatiale est mesurée et prise en compte à l'échelle des pixels de façon à ce que la validation soit réalisée sur un échantillon spatialement indépendant (SLOO-CV-pixel) (iv) une méthode similaire mais à l'échelle des peuplements (SLOO-CV-peuplement). Le protocole a été testé sur un jeu d'échantillons comprenant 4 257 112 pixels de feuillus (soit 2 841 peuplements) et 1 119 079 pixels de conifères (soit 1 972 peuplements) en utilisant l'algorithme Random Forest et en faisant évoluer de manière progressive le nombre de peuplements.

Les premiers résultats montrent qu'un échantillonnage aléatoire qui ne tient pas compte de la dépendance spatiale entre les données surestime de façon importante la performance prédictive du modèle avec toutefois une atténuation de cet effet à partir d'un effectif d'échantillons de très grande dimension (plusieurs centaines de milliers de références). Lorsque la validation est menée en tenant compte de l'autocorrélation spatiale (méthode SLOO-CV-pixel) la performance prédictive (indice kappa) varie de 37 à 73 selon l'effectif comparé à 92 et 93 pour une approche conventionnelle (R50-pixel). Ces résultats confirment le biais optimiste de qualité déjà suspecté depuis longtemps dans la littérature. Ils suggèrent aussi la prise en compte systématique de l'autocorrélation spatiale dans les procédures de classification automatique d'images satellitaires pour fournir une évaluation statistique plus représentative de la carte produite. Afin de faciliter cette transition, une bibliothèque d'algorithmes en Python sera distribuée en libre accès.

Bibliographie

Kushwaha, S. P. S. (1990) «Forest-type mapping and change detection from satellite imagery », ISPRS J. Photogramm. Remote Sens., vol. 45, no 3, p. 175-181

Congalton, R. G. (1991). «A review of assessing the accuracy of classifications of remotely sensed data», Remote Sens. Environ., vol. 37, no 1, p. 35-46

Fassnacht, F. E., et al. (2016). «Review of studies on tree species classification from remotely sensed data», Remote Sens. Environ., vol. 186, p. 64-87

Cánovas-García et al. (2017). « Modification of the random forest algorithm to avoid statistical dependence problems when classifying remote sensing imagery», Computers & Geosciences, 103, pp. 1-11

Griffith, D. A., Chun Spatial, Y. (2016) «Autocorrelation and Uncertainty Associated with Remotely-Sensed Data», Remote Sens., 8, 535

Les feux de brousse : des pratiques locales aux régimes de feu. Une approche par simulation spatiale

Sébastien Caillault

UMR CNRS « Espaces et Sociétés » - Agrocampus Ouest, Angers

Les régimes de feu sont des éléments importants des dynamiques environnementales globales (climat, végétation, ...) mais notre compréhension de ce phénomène reste aujourd'hui éparse (Bowman et al., 2011). Malgré de plus en plus de données de télédétection globales et fines, et de plus en plus de descriptions locales mettant en lumière la dimension locale et humaine des feux, ce phénomène complexe interroge encore les communautés scientifiques. Les questions de variabilités à travers les échelles (du local au global) et les barrières entre les disciplines expliquent notamment notre connaissance partielle du contrôle humain sur les régimes de feu. Cela est notamment illustré par le cloisonnement des études, avec certaines qui se focalisent sur les conséquences des incendies (« impact du feu ») alors que d'autres portent uniquement attention aux causes des incendies (« pratiques du feu »).

Nous présentons ici un modèle dynamique de feu dans les systèmes de savane d'Afrique de l'ouest, avec pour objectif de simuler les régimes de feu, des pratiques aux impacts, du local au régional. La question du moment et de l'espace choisi pour mettre le feu est fondamentale dans ces milieux. En effet, c'est bien le contexte au moment de la mise en feu qui va orienter la dynamique spatiale du feu, son comportement et ses effets sur la végétation. Un feu mis dans un espace aura des effets complètement différents s'il est mis au jour J ou au jour J+10. A Jour J + 10, la strate graminéenne sera plus sèche, le feu se propagera plus rapidement, de manière plus intense, permettant alors aux flammes d'affecter la strate arborée modifiant alors la végétation de manière plus durable. Il est ainsi difficile de lutter ou de bien d'appréhender les effets du feu à des échelles régionales puisque ses effets ne peuvent être interprétés qu'en fonction des contextes locaux. Les feux de végétation sont mis par les habitants pour différents usages (élevage, chasse, nettoyage,...). Reste à comprendre ces régimes de feux, la manière dont les sociétés les utilisent, quelles en sont les motivations, les modalités (contrôle collectif, pratique préventive,...), les espaces et les moments choisis pour brûler la végétation des brousses (Bird et al., 2008 ; Laris et al., 2011).

Pour cela un modèle multi-agents (sous Netlogo) a été produit (Matthews et al., 2007), il repose sur une zone d'étude située à l'ouest du Burkina Faso et intègre des données biophysiques (climat, données pédologiques), de couverture du sol et des scénarios de gestion des incendies basés sur des enquêtes de terrain. Les résultats et leurs interprétations se font par la comparaison des données simulées aux données issues de capteurs satellitaires. S'il semble possible de modéliser le signal des feux à différentes échelles, les simulations offrent une vision contrastée de l'influence de la gestion des feux au niveau local sur les régimes de feux régionaux observés dans ces savanes. La densité et la fréquence de mises à feu sont des règles locales sensibles, capables de modifier clairement les régimes d'incendies produits malgré un système biophysique ici déterministe. Ce travail, du terrain à la modélisation, semble alors être une démarche complémentaire des travaux menés en télédétection pour décrypter les relations entre feux et paysages.

Bibliographie

- Bowman, D. M., Balch, J., Artaxo, P., Bond, W. J., Cochrane, M. A., D'antonio, C. M., Krawchuk, M. A. (2011). The human dimension of fire regimes on Earth. *Journal of Biogeography*, 38(12), 2223–2236.
- Bird, R. B., Bird, D. W., Coddling, B. F., Parker, C. H., & Jones, J. H. (2008). The “fire stick farming” hypothesis: Australian Aboriginal foraging strategies, biodiversity, and anthropogenic fire mosaics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105 (39) 14796-14801.
- Laris, P., Caillault, S., Dadashi, S., & Jo, A. (2015). The human ecology and geography of burning in an unstable savanna environment. *Journal of Ethnobiology*, 35(1), 111-139.
- Matthews, R. B., Gilbert, N. G., Roach, A., Polhill, J. G., & Gotts, N. M. (2007). Agent-based land-use models: a review of applications. *Landscape Ecology*, 22(10), 1447-1459.

Atelier 9

Aide à la décision et aménagement

Jeudi 7 février

16h – 18h

De la modélisation à la communication : évaluer l'impact écologique d'un projet autoroutier pour débattre entre scientifiques, aménageurs et grand public

Marc Bourgeois¹, Yohan Sahraoui², Judicaelle Dietrich¹

UMR 5600 CNRS, Environnement, Ville, Société, Université Lyon 3 Jean Moulin¹

LabEx COTE, Chaire d'Ecologie Théorique et Intégrative, Université de Bordeaux²

Le développement des zones urbanisées et des infrastructures linéaires de transport conduit à une artificialisation du territoire se traduisant par une réduction de la connectivité écologique des espèces animales. L'utilisation de graphes paysagers permet de quantifier cette connectivité en la mesurant à l'aide de métriques spatiales. Certaines études évaluent l'impact écologique potentiel d'une infrastructure (Vasas *et al.*, 2009 ; Girardet *et al.*, 2013) ou de développement résidentiel (Tannier *et al.*, 2016) en se focalisant sur l'impact global à l'échelle d'un territoire (calcul d'une métrique globale de connectivité) ou des taches d'habitat (calcul d'une métrique locale). En revanche, peu de travaux tentent de spatialiser la connectivité potentielle de plusieurs espèces animales en tout point du territoire (Sahraoui *et al.*, 2017). Fort de ces constats, notre travail vise à répondre à deux questions principales : (1) comment évaluer l'impact écologique d'une infrastructure de transport et du développement résidentiel associé à l'aide de graphes paysagers pour plusieurs espèces animales ? et (2) comment représenter spatialement ces résultats pour les rendre explicites et interprétables pour les acteurs locaux d'aménagement du territoire et le grand public ?

Ce travail a été conduit sur une zone de 3600 km² englobant les agglomérations de Lyon et Saint-Étienne. Elle englobe dans son intégralité le projet controversé d'autoroute A45 permettant de créer un nouvel axe de communication entre ces deux villes. Pour sélectionner les espèces à étudier, nous avons créé des espèces virtuelles, synthétisant les traits fonctionnels de plusieurs espèces représentatives de leurs milieux (Sahraoui *et al.*, 2017). Nous avons ensuite modélisé un graphe paysager pour chacune de ces espèces. Dans ces graphes, un nœud représente une tache d'habitat. Les liens entre les taches représentent les déplacements potentiels de dispersion. Un lien est créé lorsque l'espèce peut traverser la matrice qui sépare les deux taches d'habitat. En complément, nous avons simulé le développement résidentiel dans la zone d'étude à l'horizon 2030, en prenant en compte les prévisions des documents d'urbanismes locaux (SCOT) et en n'autorisant la construction que dans les zones « à urbaniser » des PLU. Un graphe paysager est ensuite créé pour chaque espèce, en l'état actuel, et après construction de l'autoroute et des nouveaux bâtiments. Des métriques de connectivité sont calculées à plusieurs niveaux : pour le graphe entier (connectivité globale), pour chaque élément du graphe (connectivité locale), ou pour chaque point de la zone d'étude (interpolation des métriques locales).

Les résultats montrent que les impacts sur la connectivité globale de la zone sont plutôt faibles mais différenciés selon les espèces. Outre la rupture observée par l'autoroute sur les déplacements des espèces, la généralisation spatiale des métriques locales de connectivité montre que l'impact écologique de l'autoroute peut être très élevé dans des zones éloignées de celle-ci. En plus de ces cartographies, nous proposons ici de combiner ces différentes cartes. En prenant pour chaque point de la carte le plus fort impact écologique de chaque espèce, nous proposons une carte de synthèse des différents impacts. Nous avons présenté ces cartographies sous forme d'ateliers lors d'un rassemblement local contre le projet d'autoroute à la Talaudière (Loire) le 22/09/18. Les commentaires et les remarques des intervenants nous ont permis : (1) de montrer l'intérêt de spatialiser les impacts écologiques sous formes de cartes et (2) de collecter différentes suggestions pour présenter ces résultats sous de nouvelles formes cartographiques afin que ces travaux puissent servir d'outil d'aide

à la décision, à la fois pour les aménageurs locaux ou pour les opposants au projet de construction autoroutière.

Bibliographie

Girardet X, Foltête J-C, Clauzel C (2013) Designing a graph-based approach to landscape ecological assessment of linear infrastructures. *Environmental Impact Assessment Review* 42 : 10-17.

Sahraoui Y, Foltête J-C, Clauzel C (2017) A multi-species approach for assessing the impact of land-cover changes on landscape connectivity. *Landscape Ecology* 32 : 1819-1835.

Tannier C, Bourgeois M, Houot H, Foltête J-C (2016) Impact of urban developments on the functional connectivity of forested habitats: A joint contribution of advanced urban models and landscape graphs. *Land Use Policy* 52 : 76-91.

Vasas V, Magura T, Jordán F, Tóthmérész B (2009) Graph theory in action: evaluating planned highway tracks based on connectivity measures. *Landscape Ecology* 24(5) : 581-586.

Intégration de la modélisation des réseaux écologiques dans un dispositif participatif impliquant les acteurs du territoire

Yohan Sahraoui¹, **Charles De Godoy Leski**^{1,2}, **Laure Carassou**^{1,3}, **Inge Van Halder**⁴, **Frédéric Revers**⁴, **Marie Barneix**⁵, **Denis Salles**², **Marie-Lise Benot**⁴.

LabEx COTE, Université de Bordeaux¹

Irstea, Centre de Bordeaux, UR ETBX (Environnement, Territoires et Infrastructures)²

Irstea, Centre de Bordeaux, UR EABX (Ecosystèmes aquatiques et changements globaux)³

Biogeco, UMR 1202 INRA-Université de Bordeaux⁴

Observatoire Aquitaine de la Faune Sauvage⁵

La destruction et la fragmentation des habitats naturels constitue l'une des causes majeures de déclin de la biodiversité. Les dynamiques croissantes d'urbanisation participent activement à ces phénomènes. Dans ce contexte, les efforts pour préserver la connectivité paysagère sont un enjeu important, pris en compte en France à différentes échelles spatiales par la définition de Trames Vertes et Bleues. Plusieurs approches modélisatrices sont utilisées pour évaluer la connectivité paysagère, parmi lesquelles les graphes paysagers, permettant d'apporter une aide à la décision en aménagement du territoire et conservation de la biodiversité (Foltête et al., 2014). Néanmoins, peu de travaux envisagent ces approches en associant les acteurs du territoire. Pourtant, des échanges réciproques sont possibles entre les scientifiques apportant des savoirs et méthodologies nouvelles, et les acteurs du territoire apportant leurs connaissances du contexte local (Opdam, 2010). Face à ce constat, nous proposons d'intégrer la modélisation des réseaux écologiques à une démarche de modélisation d'accompagnement (Barreteau et al., 2003 ; Etienne et al., 2011) impliquant différents acteurs du territoire autour des enjeux de préservation de continuités écologiques face au développement urbain de l'agglomération bordelaise (**figure 1**). L'objectif est d'étudier (1) les apprentissages individuels et collectifs liés au partage des savoirs entre scientifiques et acteurs de terrain et (2) les modalités d'appropriation par les acteurs d'informations issues de la modélisation spatiale des réseaux écologiques. L'hypothèse est que ce dispositif de partage des savoirs permettra de renouveler les logiques de gouvernance et d'aménagement du territoire, en passant de la maîtrise des impacts à l'anticipation des conséquences de choix de développement urbain sur la biodiversité.

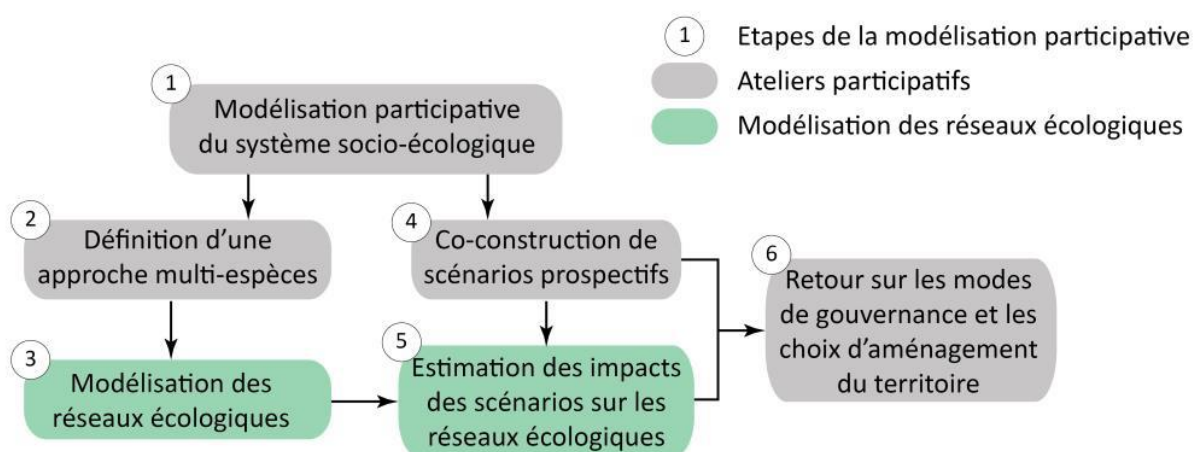


Figure 1. Démarche de modélisation participative adoptée

Bibliographie

Barreteau O., Antona M., D'Aquino P. (2003). Our companion modelling approach, *Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 6(1).

Etienne M., Du Toit D.R., Pollard S. (2011). ARDI: a co-construction method for participatory modeling in natural resources management, *Ecology and Society*, 16(1).

Foltête J.C., Girardet X., Clauzel C. (2014). A methodological framework for the use of landscape graphs in land-use planning, *Landscape and Urban Planning*, 124: 140-150.

Opdam P. (2010). Learning science from practice. *Landscape Ecology*, 25: 821-823

L'approvisionnement alimentaire d'une ville est-il résilient ? Exemple avec la modélisation des circuits d'approvisionnement de Montpellier en tomate, oeuf et pain

Milo Monnier¹, Anne-Cécile Brit², Maxime Lenormand¹, Yuna Chiffolleau²

Irstea - UMR TETIS, Montpellier¹

INRA - UMR Innovation, Montpellier²

Dans un contexte de croissance urbaine où les incertitudes et les événements imprévisibles seront amenés à se multiplier, sous l'effet notamment du changement climatique, les villes sont appelées à œuvrer au développement de systèmes alimentaires urbains plus résilients. Si les thématiques de l'agriculture et l'alimentation sont progressivement sorties du champ de compétence des villes au cours du siècle dernier, elles sont (ré)intégrées de manière croissante dans les politiques urbaines. Le concept transdisciplinaire de résilience, par ses multiples traductions méthodologiques, peut faciliter le dialogue et la confrontation entre les différentes disciplines s'intéressant à la ville (urbanisme, géographie, économie, sociologie, etc.). Il appelle les acteurs des services urbains (transport, énergie, etc.) à mieux identifier leurs points de dépendances respectifs et les partager mutuellement pour trouver des solutions plus efficaces en cas de perturbation du système. (Toubin et al., 2012). Si le besoin primaire de l'alimentation reste pour l'instant relativement absent de ces questionnements, il émerge notamment avec l'expérience d'événements climatiques extrêmes (Smith et al., 2016).

L'alimentation d'une ville est le fait de multiples chaînes d'approvisionnement caractérisées par un nombre plus ou moins important d'acteurs intermédiaires (transformation, stockage) entre les étapes de la production et de la distribution. Les échanges entre ces acteurs sont caractérisés par des flux physiques de produits, mais aussi par des relations sociales de différentes natures dématérialisées, professionnelles, amicales, etc.) affectant leur capacité à réagir et trouver des solutions ensemble pour maintenir l'approvisionnement en cas de perturbation (événement climatique, défaillance d'un opérateur, etc.). Des lors, la combinaison de ces acteurs et de leurs échanges peut être analysé comme un réseau spatialisé de nœuds et de liens avec des méthodes issues de la théorie des graphes pour en repérer les vulnérabilités. C'est ce que nous proposerons durant cette présentation en partant de l'exemple de l'approvisionnement de Montpellier en tomate, œuf et pain. Les résultats obtenus seront présentés dans un outil de géovisualisation.

Bibliographie

Toubin, M., Lhomme, S. Diab, Y., Serre, D., and Laganier, R. (2012) La Résilience urbaine : un nouveau concept opérationnel vecteur de durabilité urbaine ? Développement durable et territoires, n°3.

Smith, K., Lawrence, G., MacMahon, A. et al. Agric Hum Values (2016). The resilience of long and short food chains: a case study of flooding in Queensland, Australia. Agriculture and Human Values 33: 45. pp.45-60

RAIE : Un modèle d'analyse numérique du géopotential des territoires basé sur les représentations des contraintes spatiales

Eric Masson, Jean-Baptiste Litot, Sarah Cabarry, Olivier Blanpain

Laboratoire TVES EA 4477 - Université de Lille

Les représentations des contraintes spatiales par les acteurs participent très largement à la prise de décision pour l'aménagement et la gouvernance des territoires. Ces représentations sont le plus souvent abordées par une analyse des lieux cités ou par la réalisation de cartes mentales (Pichon, 2015 ; Didelon *et al.*, 2011). Dans le premier cas, c'est la connaissance fine du territoire, variable d'un individu à l'autre, qui introduit un biais dans la comparaison des représentations lors d'un entretien ou la passation d'un questionnaire. Dans le second cas, c'est en plus la compétence manuelle de mise en œuvre d'un dessin ou d'une carte, elle aussi variable d'un individu à l'autre, qui crée un biais dans l'analyse de différentes représentations spatiales. Dans les deux cas, l'introduction de supports pour l'aide à la spatialisation des représentations, liste de lieux ou fonds de carte, est elle aussi un biais, agissant autant comme un filtre ou un révélateur, qui influence la restitution des représentations spatiales.

Pour tenir compte de ces limites, le modèle RAIE (Répulsion, Attraction, Inclusion, Exclusion) a été développé pour cartographier des représentations spatiales. Il offre la possibilité de calculer une carte à partir d'une ontologie spatiale fournie par un acteur territorial ou un citoyen sur une question géographique posée. Ce modèle raster utilise un calcul normalisé sur base de distance euclidienne à partir d'un jeu de données SIG ouvert. L'acteur/citoyen mobilise quatre concepts de représentation spatiale de base (Masson *et al.*, 2015) : la Répulsion (être loin de), l'Attraction (être proche de), l'Inclusion (être dedans) et l'Exclusion (être dehors). L'utilisateur peut également introduire une prise en compte du contexte par l'application d'une fonction R (répulsion) ou A (attraction) au voisinage des espaces de type I (Inclusion) et E (Exclusion). Il peut aussi définir une distance limite au-delà de laquelle son système de représentation ne lui semblerait plus pertinent/utile pour la restitution des contraintes spatiales du territoire étudié. L'utilisateur peut enfin définir la valeur maximale de contrainte spatiale (normalisée de 0 à 1) qu'il envisage de restituer en réponse à une question posée sur un territoire. L'acteur ou le citoyen qui utilise le modèle peut ainsi définir une ontologie spatiale en appliquant cette « grammaire » (RAIE) à des « mots » (données SIG) qu'il sélectionne pour paramétrer une narration de ses représentations territoriales. Le calcul d'un raster normalisé de cette représentation peut ensuite être comparée avec un autre résultat. Plusieurs résultats issus de représentations portées par différents utilisateurs peuvent ainsi être analysés par algèbre de grille. RAIE offre ainsi des perspectives d'analyse spatiale quantitative des représentations territoriales en s'appuyant sur des « cartes mentales » d'un nouveau genre, c'est-à-dire calculées par la mise en œuvre d'une ontologie spatiale individuelle comme base de production cartographique. RAIE est donc un outil d'aide à la décision territoriale et d'exploration des représentations spatiales.

Bibliographie

Didelon C., de Ruffray S., Boquet M, Lambert N. (2011) A World of Interstices: A Fuzzy Logic Approach to the Analysis of Interpretative Maps, *The Cartographic Journal*, 48:2, pp. 100-107, DOI: 10.1179/1743277411Y.0000000009

Masson E., Lahlou D., Roig Cervera D., Sutton G. D., Debuigne T., Chevalier G., Blanpain O. (2015) Spatial DSS using GIS and weighted sum: application to the marine sediment re-use in the ports of North Western Europe, *Proceeding of the 29th EnviroInfo and 3rd ICT4S Conference*, Copenhagen, September 2015, 8 p.

Pichon M. (2015) Espace vécu, perceptions, cartes mentales : l'émergence d'un intérêt pour les représentations symboliques dans la géographie française (1966-1985), *BAGF*, 92-1, 2015, pp. 95-110. DOI : 10.4000/bagf.502

Atelier 10

Santé et risques

Jeudi 7 février

16h - 18h

Une typologie du paysage urbain bruxellois dans une perspective de recherche en santé

Madeleine Guyot¹, Alessandro Araldi², Giovanni Fusco², Isabelle Thomas¹

Université catholique de Louvain, Centre of Operations Research and Econometrics¹

Université Côte-Azur, CNRS, ESPACE²

Mot-clés : *morphologie – urbain – santé - validation*

Les paysages urbains sont le cadre de vie de plus de la moitié de la population mondiale. Les rues servent de support aux activités urbaines et à la mobilité, avec les bâtiments, les jardins et les parcs en toile de fond (Gehl, 1987). La disposition de ce paysage urbain influence la façon de percevoir la ville, mais aussi, plus largement, le bien-être (Guite et al., 2006). Pour soutenir cette approche, Araldi et Fusco (2017) ont développé une méthode, *Multiple Fabric Assesment* (MFA), dont le but est de caractériser les tissus urbains tels qu'ils sont perçus par les piétons se déplaçant librement dans les rues, c'est-à-dire à partir du réseau viaire.

Cette méthode est adaptée et appliquée ici à la Région de Bruxelles-Capitale (19 communes du cœur de l'agglomération) afin d'en caractériser le tissu urbain. L'unité spatiale de base, dite *Bande de Proximité*, est définie autour de chaque segment de rue. Chacune de ces unités spatiales est définie par 21 indicateurs géométriques et spatiaux de la forme urbaine telle que perçue par le piéton. Ces indicateurs ont été sélectionnés et adaptés suivant les spécificités du contexte géographique, ainsi qu'en lien avec les objectifs de recherche ultérieurs (perspective de recherche en santé). Des analyses géostatistiques (ILINCS) sont réalisées afin d'identifier localement l'association spatiale des indicateurs morphométriques (clusters de grandes valeurs, de faibles valeurs et éléments non significatifs). Une classification bayésienne de ces *patterns* locaux est ensuite effectuée pour identifier et décrire les tissus urbains. Au final, l'application de cette variante de la méthode MFA permet de mettre en évidence douze tissus urbains dans le cas de Bruxelles [Figure 1]. Ce résultat met notamment en évidence des éléments propres à l'histoire de la ville, tels que la bruxellisation – destruction d'une partie du centre historique pour construire des bureaux – et les « cités-jardins ». Dans le but de valider cette typologie, une série d'enquêtes vont être réalisées auprès de bruxellois. Cette démarche qualitative complémentaire veut explorer la façon dont les habitants perçoivent la continuité morphologique de leur rue de résidence en la comparant aux rues environnantes.

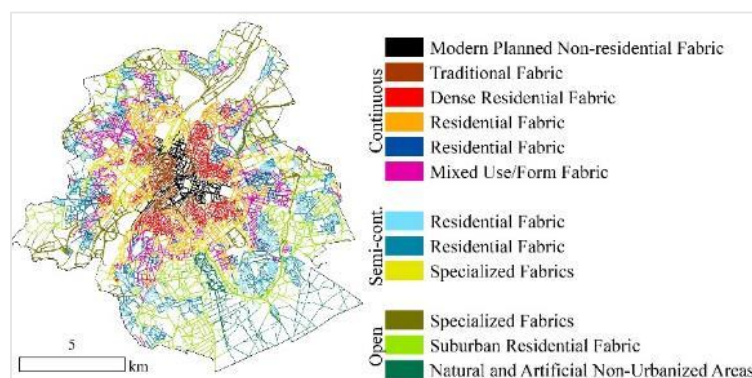


Figure 1. Typologie du paysage urbain bruxellois

Bibliographie

Araldi, A., and Fusco, G. (2017) Decomposing and Recomposing Urban Fabric: The City from the Pedestrian Point of View. In *Computational Science and Its Applications – ICCSA 2017*. Springer, Cham.

Gehl, J. (1987) *Life Between Buildings: Using Public Space*. Island Press.

Guite, H. F., Clark, C., and Ackrill, G. (2006) The impact of the physical and urban environment on mental well-being. *Public Health* 120(12): 1117–1126.

Simulation de la croissance urbaine en Guadeloupe appliquée à la gestion des risques naturels

Laurent Chapelon, Adrien Lammoglia

UMR GRED (Gouvernance, Risques, Environnement, Développement), Université Paul-Valéry Montpellier 3/IRD

La communication a pour objet de présenter les résultats de travaux menés dans le cadre du programme de recherche C3AF (Changement Climatique et Conséquences sur les Antilles Françaises) financé par l'Union Européenne et la région Guadeloupe. Elle s'attachera, d'une part, à analyser les modalités des dynamiques urbaines en Guadeloupe et, d'autre part, à présenter un outil de simulation de la croissance urbaine à l'horizon 2050 permettant d'identifier les zones de croissance les plus exposées aux aléas climatiques. Les résultats seront directement exploités par les spécialistes des risques environnementaux pour compléter les indicateurs de vulnérabilité en fonction des scénarios prospectifs de changement climatique fournis par Météo France, partenaire du programme.

L'analyse des modalités des dynamiques urbaines a été réalisée à partir d'un travail de terrain effectué en mars 2018 sur les communes de Sainte-Anne, Basse-Terre et Le Moule - lequel nous a permis d'identifier les principaux facteurs de croissance et de mieux en comprendre les mécanismes - et à partir du croisement de ces facteurs avec l'implantation du bâti existant. Les cartes issues de ce croisement sur la commune de Sainte-Anne seront présentées et analysées dans le cadre de notre communication à ThéoQuant. Outre des facteurs généraux de natures démographique et économique, nous avons pu mettre en évidence l'influence de la topographie (altitude, pente), de la distance au réseau routier, de la proximité du tissu urbain existant et des zonages issus du plan de prévention des risques et du plan d'occupation des sols. L'ensemble de ces facteurs a été intégré au sein d'un automate cellulaire, implémenté dans NetLogo, permettant d'élaborer des scénarios géoprospectifs de croissance urbaine à l'horizon 2050 et dont les principaux résultats sur la commune de Sainte-Anne seront exposés. La communication permettra également de discuter de l'intégration de facteurs plus difficilement quantifiables, mais dont l'influence est avérée, comme le non-respect des règles d'urbanisme par certains habitants - limitant l'effet des zonages des plans locaux d'urbanisme - et conjointement, la difficulté des pouvoirs publics à maîtriser l'urbanisation informelle.

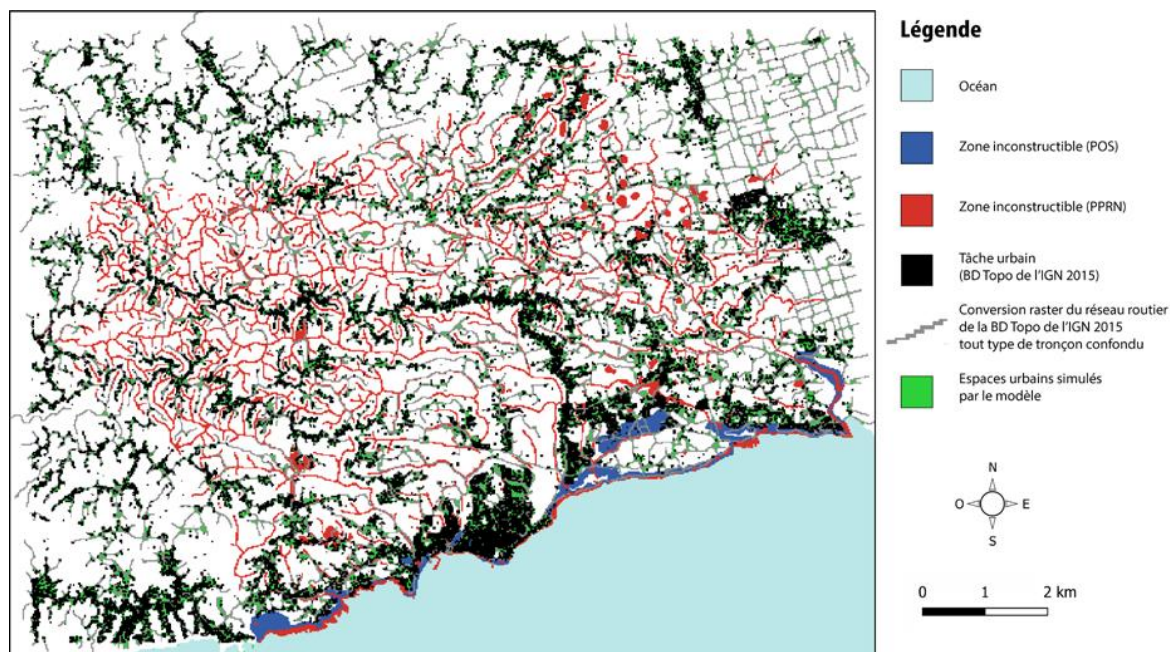


Figure 1 : résultat de simulation pour la commune de Sainte-Anne, extrait de la plateforme NetLogo

Bibliographie

Raimbault, J., Banos, A. & Doursat, R. (2014) A Hybrid Network/Grid Model of Urban Morphogenesis and Optimization. Proceedings of the 4th International Conference on Complex Systems and Applications (ICCSA 2014), June 23-26, 2014, Université de Normandie, Le Havre, France ; M. A. Aziz-Alaoui, C. Bertelle, X. Z. Liu, D. Olivier, eds. : pp. 51-60.

Terral R., Sélise M. (2018) Dynamiques urbaines communes et spécificités des villes des Antilles françaises (Guadeloupe, Martinique) des origines de la colonisation (1635) à nos jours, Etudes caribéennes, n°39-40.

Using medication reimbursement data as proxy for health: some spatial issues

Sonia Trabelsi¹, I. Thomas

Université Catholique De Louvain¹

The relationship between urban living environment and health has been widely tackled in the past years (Twohig-Bennett et al., 2018). Generally, exposure and proximity to natural environments are considered to have beneficial effects on human health (Hartig et al. 1991; de Vries et al. 2003). Unfortunately, data about health are usually scarce and typically protected for privacy issues. But recent advances in data collection has led to the storage of massive amount of data on individuals, among which medication purchases. In our case study, we try to observe links between health status, surrogated by medication reimbursement data, and socio-economic and environmental factors. If some geographical analyses about such data have consequently appeared in recent scientific literature (see e.g. Wangia and Shireman, 2013), results are often not comparable and studies looking at spatial variation in medication consumption within a country are rare (Cheng et al., 2011).

In Belgium, a central agency (IMA-AIM) systematically collects and stores data on medication reimbursement across the entire country, at different administrative levels. We here isolate six medication types associated to a priori defined pathologies representing environment-associated health troubles (asthma, allergies, autoimmune diseases, depression and anxiety, dyslipidemia, and cardiovascular issues). After a first step of data cleaning and standardizing by age, the paper first presents and critically comments the choropleth maps of the different proxies. Then, we test the correlations between the selected health proxies with some standard socio-economic and environmental variables, by means of Pearson correlations, clustering and principal component analyses. Surprisingly enough, environmental and socioeconomic components are totally independent of the proxies used while all health proxies are positively correlated together whatever the sickness considered.

Our results show that medication reimbursement is not (only) an environmentally-driven problem, but rather suggest a public health issue (health policy, education of the medical doctor, pharmaceutical commercial activities, ...). This study warns us on the use of medication data as a simple proxy for health issues, and to be careful in the interpretation of the results.

Bibliographie

Cheng, Ching-Lan, Yi-Chi Chen, Tzu-Ming Liu, and Yea-Huei Kao Yang. (2011). "Using Spatial Analysis to Demonstrate the Heterogeneity of the Cardiovascular Drug-Prescribing Pattern in Taiwan." *BMC Public Health* 11 (May): 380.

De Vries, Sjerp, Verheij, Robert A, Groenewegen, Peter P, and Spreeuwenberg. (2003). "Natural Environments – Healthy Environments? An exploratory analysis of the relationship between greenspace and health". *Environment and Planning A* 35 (10): 1717-1731.

Hartig, Terry, Mang, Marlis, and Evans Gary W. (1991). "Restorative effects of natural environment experiences". *Environment and Behavior* 23 (1): 3-26.

Twohig-Bennett, Caoimhe, and Jones Andy. (2018). "The health benefits of the great outdoors: a systematic review and meta-analysis of greenspace exposure and health outcomes." *Environmental Research* 166: 628-637.

Wangia, Victoria, and Theresa I. Shireman. (2013). "A Review of Geographic Variation and Geographic Information Systems (GIS) Applications in Prescription Drug Use Research." *Research in Social & Administrative Pharmacy: RSAP* 9 (6): 666–87.

Les outils du géographe pour des analyses épidémiologiques spatiotemporelles fines : quel impact de l'exposition concomitante aux pollens et à des niveaux élevés de pollution sur les symptômes de rhinite et d'asthme ?

Julie Prud'homme, Isabella Annesi-Maesano

Equipe EPAR-IPLESP UMRS 1136 INSERM et SU - Faculté de Médecine Saint-Antoine

L'impact des pollens et de la pollution sur les maladies respiratoires est largement étudié mais rarement de manière combinée. On souhaite donc étudier l'impact de l'exposition concomitante aux pollens et aux principaux polluants atmosphériques sur les manifestations allergiques respiratoires (rhinite et asthme) des individus au travers de la vente de médicaments (avec et sans ordonnance) en officine. Dans le projet envisagé, on souhaite comparer les temporalités et la distribution spatiale des niveaux de pollen, polluants atmosphériques et les ventes de médicaments antiallergiques à l'échelle journalière en France sur l'année 2013. Ce travail fait suite à un travail mettant en évidence une corrélation entre les ventes des médicaments antiallergiques et les concentrations des principaux polluants atmosphériques en France métropolitaine entre 2009 et 2015 (Sclison, 2018).

L'approche par évaluation de la fréquence des symptômes d'une pathologie en fonction des ventes de médicaments dédiés est classique dans les études épidémiologiques (Laaidi, 2000 ; Hollingworth, Kim, & Jagals, 2016). En revanche, ces analyses sont généralement effectuées selon des fenêtres temporelles statiques, selon des périodes fixes (souvent le mois) sans réellement tenir compte de la dimension spatiale alors que la variabilité spatiale des niveaux de pollution est bien connue. L'utilisation d'un SIG permet d'envisager une analyse spatiotemporelle complète et ainsi plus riche en conservant la finesse journalière des données. Cela permet donc une plus grande flexibilité temporelle dans les analyses, avec des fenêtres temporelles variables, et l'utilisation de données à des échelles diverses. En effet, dans notre projet il s'agit d'exploiter conjointement des données journalières de pollution en termes de concentrations des principaux polluants atmosphériques ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) à l'échelle de la France métropolitaine à une résolution du kilomètre par le biais du modèle chimie-transport CHIMERE au format multidimensionnel NetCDF (.nc) (rendues disponibles par l'INERIS), des comptages de pollens disponibles sous forme d'un tableur dans 80 sites (selon le Réseau National de Surveillance Aérobiologique - RNSA) et les nombres de ventes de différents médicaments spatialisés sur un échantillon représentatif d'officines en France (fournies par l'entreprise IQVIA). Nous utiliserons les outils mis à disposition dans ArcGIS Pro 2.2 (ESRI®), notamment ceux liés à l'exploitation et l'analyse des données stockées dans des cubes spatiotemporels, permettant l'utilisation de la dimension temporelle des méthodes d'analyse spatiale classiques (GWR par exemple). Une réelle analyse des corrélations spatiales tout au long de l'année choisie pourra ainsi être effectuée. Cela sera accompagné d'une réflexion sur la représentation cartographique des résultats temporels.

Bibliographie

Laaidi, K. (2000). Ventes de médicaments anti-allergiques et comptes polliniques : un double indicateur de la prévalence des pollinoses. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*, 40(5), 527-538.

Sclison, S., Prud'homme, J., Amrani, F., Perrot, D., Hugué, D., Annesi-Maesano, I. (2018). Association entre les niveaux de pollution atmosphérique et l'augmentation de la consommation médicamenteuse pour asthme et allergies dans 12 grandes villes de France métropolitaine, pour un total de 12 millions d'individus entre 2009 et 2015. *Revue Française d'Allergologie et d'Immunologie Clinique*.

Hollingworth, S. A., Kim, D. D., & Jagals, P. (2016). A Review of Medication Use as an Indicator of Human Health Impact in Environmentally Stressed Areas. *Annals of Global Health*, 82(1), 111.

Atelier 11

Théories et modèles

Vendredi 8 février

10h30 – 12h30

Des fractales pour des villes résilientes et économes : enjeux théoriques et mathématiques

Olivier Bonin¹, **Pierre Frankhauser**²

LVMT (UMR T 9403), IFSTTAR, ENPC, UPEM¹

Laboratoire ThéMA, UMR 6049 CNRS - Université Bourgogne Franche-Comté²

Mots-clés : *villes, fractales, multifractales, lacunarité,*

L'étude des villes dans l'approche de la géographie théorique et quantitative est étroitement liée aux données disponibles pour les décrire : données de population (loi rang-taille, théorie évolutive des villes), données de cartographie des bâtiments (densités, analyses (multi)fractales, pour étudier de quelle manière les bâtiments remplissent l'espace), données de tracés des réseaux de transport. Depuis une dizaine d'années, des données détaillées de localisation d'activités, d'énergie, de transport, de climat, etc. complètent le spectre des applications.

En mettant en avant l'articulation entre échelles l'approche fractale s'inscrit dans la logique d'un réductionnisme classique dans les analyses des villes (compléter le vecteur de caractéristiques d'une ville – population, superficie, nombre d'emplois, etc. par des indicateurs fractals). Mais elle permet en plus de proposer des modèles géométriques multi-échelle idéal-typiques, tels que les tapis de Sierpinski, construits à l'aide d'Iterated Function Systems (IFS), qui décrivent le transfert d'une échelle à une autre. La question ici n'est pas de chercher à démontrer ou infirmer une éventuelle fractalité des villes et des systèmes urbains, mais bien d'enrichir la boîte à outils du géographe de nouvelles mesures et objets géométriques multiéchelles.

Les impératifs de la transition énergétique et du changement climatique mettent en exergue l'obligation des villes de renforcer, leur résilience et de diminuer drastiquement leur consommation d'énergies fossiles. Ces critères se traduisent par des préconisations quelque peu contradictoires, mettant l'accent d'une part sur les trames vertes et bleues, la ventilation urbaine, l'agriculture en ville, donc des espaces interdits à la construction au cœur même des villes, et d'autre part sur la densité de population et la lutte contre l'étalement urbain.

Dans ce contexte la boîte à outil des fractales présente l'intérêt de permettre de construire, grâce aux IFS, des formes de différents degrés de non-uniformité spatiale (mesurés par la dimension fractale), ainsi que différentes caractéristiques morphologiques. Si une fractale représente le bâti, les lacunes constituent les espaces qui doivent accueillir, en plus de la voirie et des espaces publics, les trames vertes et bleues, les zones réservées à l'agriculture urbaine, et constituer de manière générale les couloirs de ventilation des villes. La configuration multi-échelles de ces lacunes, est jusqu'ici peu étudiée.

En outre les bâtiments ne sont pas de simples aplats de noir sur une carte, mais accueillent des habitants, des activités, des services, des commerces, et possèdent donc leur propre intensité, exprimable sous forme d'un vecteur. Les multifractales multivariées constituent alors une approche adaptée pour intégrer les aspects de concentration de la population et des emplois, des aménités et des services à différentes échelles, tout en assurant la présence de lacunes nécessaires aux fonctions relevées. Ce sont toutefois des domaines encore largement à développer du point de vue théorique, d'autant plus que ces multifractales sont portées par les bâtiments, donc des supports lacunaires.

Nous exposons les problèmes mathématiques que la géographie pose aux mathématiciens, et donnons les premières pistes d'enrichissement des boîtes à outils telles que Fractalopolis, outil d'évaluation multiéchelle de différents critères à partir d'une fractale créée par un IFS et adaptée à un territoire réel.

Bibliographie

Chen Y., Wang J. (2013), Multifractal characterization of urban form and growth: the case of Beijing, *Environment and Planning B: Planning and Design* 2013, volume 40, pages 884 – 904

Frankhauser P, Tannier C, Vuidel G, Houot H., (2018). *An integrated multifractal modelling to urban and regional planning*. *Computers, Environment and Urban Systems*, vol. 67,1: 132-146. Gaité J. 2009, Statistics and geometry of cosmic voids, arXiv:0911.1871 [astro-ph.CO]39 p.

Roy A., Perfect E. Lacunarity analyses of multifractal and natural grayscale patterns, *Fractals*, Vol. 22, No. 3, 9 p.

La théorie proxémique à l'échelle d'une ville : visualiser autrement l'espace urbain

Cyril Enault

Conseil Départemental des Hauts de Seine

Mots-clés : *Théorie Egocentrée, Densité, Distance, Ville, Déformation Cartographique*

L'espace urbain est aujourd'hui bien connu dans ses formes (monocentrique, polycentrique) et ces approches ont largement été explorées en économie urbaine par les densités de population ou en géographie par le bâti. La manière la plus connue pour aborder cette question de la forme urbaine consiste à appliquer des fonctions de densité comme le modèle de Clark (1951) selon des logiques multipolaires relatives à l'économie géographique. Dans cet article, nous proposons de visualiser l'espace urbain à partir de ces densités et cela en en déformant la cartographie, en agissant directement sur la métrique. La théorie sous tendue par ce procédé géométrique et analytique consiste avant tout à comprendre comment une prise en compte de cette densité peut, dans un cadre urbain classique, nous ramener à la notion de perception de l'espace ou de proxémique. En effet, par logique de regroupements d'individus, on parvient à avoir une image « moyennée » de la perception urbaine et cela en prenant comme postulat que la perception individuelle est égocentrée.

La théorie égocentrée est aujourd'hui bien connue des éthologues et des psychologues mais moins diffusée chez les géographes car elle reste encore à l'état de théorie abstraite.

Ce papier se propose dans un premier temps de rendre opérationnel cette approche dans le cadre de travaux géographiques à l'échelle de l'individu. Puis, il envisage d'établir le lien entre l'échelle individu et l'échelle de la ville (et cela en procédant par agrégation des individus à partir des centres urbains) avec comme objectif de produire des cartes déformées de la ville.

La géographie face aux *big data*

Jérôme Verny¹, Maxime Forriez
MOBIS – NÉOMA Business School,¹

Le domaine du *big geodata* s'est considérablement renforcé en une décade. D'une absence, d'un manque criant de données spatiales, ou socio-économiques spatialisables, on est passé à une situation dans laquelle toutes deux sont devenues si nombreuses qu'il est devenu difficile de les traiter. MOBIS travaille depuis 2016 sur une base de données regroupant la totalité des produits échangés sur la planète de 1995 à 2014 (Feenstra et al., 2005, Gaulier et Zignago, 2010). Brute, elle représente un volume d'environ 1,5 To. Cette masse d'information a été l'occasion de mettre au point des techniques et des méthodes de traitement adaptées, afin de répondre aux thématiques du laboratoire, et en particulier la logistique insulaire, les importations et les exportations permettant d'avoir une approche indirecte des flux de transport (Reitel, 1993).

La présentation se vaudra avant tout méthodologique, mais elle sera également l'occasion d'effectuer une sorte de retour d'expérience, notamment en donnant une idée des temps de traitement pour chaque opération, et du matériel nécessaire à ce que l'on pourrait appeler un *scientific big geodata*. Elle suivra une trame qui reprendra point par point la définition la plus courante des *big data*, à savoir celle dite des 5V. À terme, il sera possible de comparer cette définition issue du géomarketing avec une définition plus adaptée aux besoins scientifiques en prenant l'exemple de la création d'un *big geodata* à partir de données attributaires (les échanges de produits). Lorsque cela sera pertinent, la présentation sera illustrée par des études de cas, afin de montrer que toutes les manipulations techniques présentées aboutissent bien à un réel soutien de la recherche quantitative et théorique dans le domaine de la géographie, et en facilitant les analyses statistiques, ainsi que leur spatialisation.

L'intervention présentera également la structure multiscalaire des données tant au niveau de la cartographie qu'au niveau des données elles-mêmes. Cet aspect permettra d'explicitier la manière dont on peut penser le « vide », c'est-à-dire l'absence de données, car, dans un monde où l'information est de plus en plus disponible, il est nécessaire de prévoir leur intégration dans un *big geodata*. Il s'agit d'anticiper les évolutions possibles des fournisseurs de données. Dès lors, toute nouvelle information pourra être calibrée pour alimenter en permanence la base créée. Par ailleurs, les données statistiques sont calculées à un niveau géographique précis, en général le territoire national pour les données macro-économiques. Il faut prévoir tous les niveaux géographiques dont l'utilisateur de la base pourrait avoir besoin. Une fois exécuté, le *big data* créé pour les échanges mondiaux pourra évoluer vers un système d'aide à la décision dont les grandes lignes seront présentées en conclusion de cette présentation.

MOBIS tient vraiment à assurer aux organisateurs et au public qu'il ne s'agit pas d'une simple « recette de cuisine », mais d'une réelle réflexion méthodologique sur ce que peut provoquer l'usage quotidien d'une base de données de nature *big data* dans le champ de la géographie.

Bibliographie

Feenstra, R. C., Lipsey, R. E., Deng, H., Ma, A. C. et Mo, H. (2005). World trade flows. *National Bureau of Economic Research – Working paper*.

Gaulier, G. et Zignago, S. (2010). *Baci: International trade database at the product level. the 1994-2007 version*. C.E.D.I.I.

Reitel, B. (1993). *Logiques de desserte d'un espace d'archipels : l'exemple des transports dans le Pacifique insulaire*, 2 volumes. Thèse de doctorat, Strasbourg, Université Louis Pasteur de Strasbourg.

Le modèle de radiation : principe, application, limites

Jean-Michel Floch¹, Patrick Sillard²

Insee - Département de l'Action régionale¹

Insee - Département de la méthodologie statistique²

Les modèles gravitaires restent de loin les plus utilisés pour l'étude des phénomènes d'interaction (Sen et Smith., 2012). Dans leur formulation la simple et la plus utilisée, dérivée directement de la loi de Newton, leur mise en œuvre assez facile (linéarisation et estimation par les moindres carrés). Ce qui ne va cependant pas sans poser de problèmes théoriques et pratiques (fondement du modèle, problème des zéros et du passage en log) (Flowerdew et Aitkin., 1982 ; Silva et Tenreyro., 2006). Des modélisations plus complexes existent : modèles contraints, poissonniens ou binomiaux négatifs). Ces alternatives restent dans le paradigme gravitaire que l'on rappellera brièvement. Avec un article paru dans la prestigieuse revue Nature (Simini et al., 2012), Simini et ses coauteurs, après avoir formulé six critiques que l'on détaillera à l'égard du modèle gravitaire présentent une modélisation alternative, qui conduit à la formulation suivante pour les flux entre les territoires i et j :

$$T_{ij} = T_i \frac{m_i n_j}{(m_i + s_{ij})(m_i + n_j + s_{ij})}$$

Les auteurs présentent ce modèle, qualité de "modèle de radiation", comme un "modèle universel pour l'étude de la mobilité et des migrations". Comme le modèle gravitaire, il repose sur des considérations issues de la physique (émission et réception de particules). La communication fournira les principes de ce modèle, présentés dans le complément plus technique à l'article de Nature (Simini et al., 2012). Elle présentera ensuite des applications de cette méthode aux données de mobilité les plus couramment utilisées dans les travaux de l'Insee, en comparant les résultats obtenus à ceux des formulations plus classiques. Quelques indications sur les moyens d'implémenter ces méthodes seront indiqués. On reviendra sur la critique formulée par Commenges (2016) et l'on synthétisera les réflexions sur l'intérêt et la limite de cette modélisation pour les travaux de la statistique publique.

Bibliographie

Sen, A. ; Smith, T. E. (2012). Gravity models of spatial interaction behavior. Springer Science & Business Media.

Flowerdew, R. et Aitkin, M. (1982). A method of fitting the gravity model based on the Poisson distribution. Journal of regional science, vol. 22, no 2, p. 191-202.

Silva, J., & Tenreyro, S. (2006). The Log of Gravity. The Review of Economics and Statistics, 88(4), 641-658.

Simini, F., González, M. C., Maritan, A., & Barabási, A. L. (2012). A universal model for mobility and migration patterns. Nature, 484(7392), 96.

Commenges H. (2016) "Modèle de radiation et modèle gravitaire : du formalisme à l'usage", Revue Internationale de Géomatique, vol.26, n°1, pp.79.95.

Atelier 12

Analyse de discours

Vendredi 8 février

10h30 - 12h

Organisations « centre-périphérie » et territoires romanesques

Jean-Pierre Marchand

LETG UMR 6554 - Université de Rennes

Lors de Théo Quant 2017, j'ai présenté une lecture par l'analyse spatiale de territoires romanesques (place centrale, hiérarchie urbaine, modèle de Von Thünen, limites, systémogénèse territoriale). Au confins de l'analyse spatiale, de la géohistoire et de la fiction, les romans sont alors considérés comme un terrain géographique.

Ici on va cerner les organisations « centre périphérie » dans des œuvres de J. Verne et W. Faulkner en suivant les évolutions de territoires fictifs depuis leurs origines, en s'appuyant sur les catégories décrites par A. Reynaud et J. Friedman.

L'analyse par les apports théoriques de M. Le Berre et J-P. Marchand de l'« Île mystérieuse » montre que les mises en valeur successives passent par une hiérarchisation progressive de l'espace par un centre dominant des périphéries agricoles intégrées, exploitées (bois et mines) et des marges selon la typologie de Reynaud. L'expérience dure 4 ans avant que l'île ne disparaisse lors d'une éruption volcanique.

Si l'île mystérieuse peut être considérée comme un modèle réduit, W. Faulkner dans « Requiem pour une nonne », décrit la croissance de Jefferson, chef lieu du comté de Yoknapatawpha dans le Mississippi sur un siècle depuis un simple relais sur la *frontier* jusqu' à leurs intégrations croissantes dans le système territorial des États Unis. Plusieurs phases de systémogénèses avec systémolyses partielles se succèdent de *resources frontier zones* à *downward transition région* après la Guerre de Sécession pour tendre après 1900 à une *upward transition région* selon la classification de Friedman, les phases de déclin pouvant être assimilées à ce que F. Durand-Dastes appelle les « temps intra systémiques » de l'autoreproduction territoriale. Les interprétations de cette évolution selon Reynaud et Friedmann sont complémentaires selon que l'on s'intéresse à Jefferson ou à Yoknapatawpha dont Faulkner fournit par ailleurs (Absalon) une carte du comté centrée sur Jefferson vers 1840, une carte mentale, plus aisée à analyser selon les critères de Reynaud et qui rappellent ceux utilisés pour « l'île mystérieuse ». La différence entre Friedman et Reynaud semble être due à une question d'échelle, Friedman privilégiant le niveau macro régional et Reynaud étant plus axé sur les polarisations et les niveaux régionaux et locaux.

L'inertie du temps, de quelques années à un siècle intervient et est à mettre en regard de la rémanence des dix siècles d'histoire des auréoles de l'influence parisienne d'après J. Romains dans « Le six octobre » (Marchand 2017).

Bibliographie

Friedman, J. (1973). *Urbanization Planning and national développement* » London Sage Publication. 351p.

Le Berre, M. (1984). Pour une modélisation systémique de la différenciation spatiale ». in Coll Géopoint : *Systèmes et localisations*, p 151-156.

Marchand, J-P. (2017) « Romans et analyse spatiale. Theo Quant 2017. <http://thema.univfcomte.fr/theoq>. p 103-107

Marchand, J-P. (2019) : « Le groupe Dupont 45 ans de recherche sur les systèmes territoriaux » *Bull. ass. Géographes français*

Reynaud, A. (1981) « Espaces, justice, société, » Paris, PUF, 263 p.

Text mining et lexicométrie pour caractériser le discours environnemental sur les consommations urbaines de l'eau : analyse d'une stratégie de communication sur Twitter

Anne-Lise Boyer¹, Lise Vaudor¹, Yves Le Lay¹ et Pierre Marty

Laboratoire EVS-UMR 5600 - ENS de LYON – Université de Lyon -

Cette proposition de communication a pour objectif d'analyser la construction du discours sur les consommations en eau diffusé sur Twitter, à l'heure où les problématiques environnementales sont de plus en plus mises en débat sur les réseaux sociaux (Mabi, 2016). Dans un contexte de changements globaux, et notamment de raréfaction de la ressource, notre étude se penche sur le cas d'une campagne de sensibilisation à la consommation en eau qui utilise fortement les réseaux sociaux pour diffuser ses messages : « Water Use it Wisely » (WUIW), mise en place à Phoenix, aux Etats-Unis. En effet, située en milieu semi-aride et en forte croissance démographique, l'agglomération de Phoenix est soumise à une pénurie d'eau dans la mesure où les activités humaines sont inadaptées à la disponibilité de la ressource mais aussi du fait que les périodes de sécheresses se font de plus en plus fréquentes. Pour faire face à cette contradiction entre pénurie et développement urbain, la campagne de sensibilisation WUIW a pour but d'inciter les ménages à réduire leur demande en eau. Notre étude vise donc à comprendre comment se construit et se diffuse un discours dominant et standardisé autour de la question de la diminution des consommations individuelles en eau. Ainsi, nous proposons d'aborder les données Twitter non pas sous l'angle de la géolocalisation (Cavalière *et al.*, 2016) ou des *hashtags* (Antolinos-Basso *et al.*, 2018) mais plutôt d'analyser le contenu d'une *timeline* complète. Nous nous sommes donc intéressés au contenu textuel du compte de WUIW (à partir de plus de 3500 tweets d'avril 2016 à décembre 2018) et des comptes qui ont interagi avec lui (réactions, profils et localisation des >15000 utilisateurs de Twitter ayant interagi avec le compte WUIW) pour répondre aux questions suivantes : i) Que dit WUIW ? Comment ? Et à quelle fréquence ? ii) Qui sont les personnes qui interagissent avec WUIW, semblent-elles adhérer à son discours et où se trouvent-elles ? Produits à partir des méthodes de *text mining* et de textométrie (Silge et Robinson, 2016 ; Heiden *et al.*, 2010), les résultats montrent que le discours environnemental sur les consommations en eau est le produit d'un processus *top-down* dans lequel sont élaborés des messages standardisés à sens unique relayés par des institutions et des gestionnaires locaux. Cette campagne de sensibilisation diffuse un message normatif sur l'environnement, qui définit notamment des « bons » ou « mauvais » comportements individuels, à l'échelle du ménage, sans pour autant mettre en débat le modèle de développement de la région.

Bibliographie

- Antolinos-Basso D., Paddeu F., Douay N. et Blanc N. (2018). « Pourquoi le débat #EuropaCity n'a pas pris sur Twitter ? », *RESET*. URL : <http://journals.openedition.org/reset/1070>
- Cavalière C., Davoine P. A., Lutoff C. et Ruin I. (2016). Analyser des tweets géolocalisés pour explorer les réponses sociales face aux phénomènes météorologiques extrêmes. In *SAGEO'2016*.
- Heiden S., Magué J.P. et Pincemin B. (2010). TXM : Une plateforme logicielle open-source pour la textométrie – conception et développement, in Sergio Bolasco *et al.* (eds), *Statistical Analysis of Textual Data -Proceedings of 10th International Conference JADT*.
- Mabi C. (2016). « Luttés sociales et environnementales à l'épreuve du numérique : radicalité politique et circulation des discours », *Études de communication*, 47. URL : <http://journals.openedition.org/edc/6659>
- Silge J. et Robinson D. (2016). Tidytext: Text mining and analysis using tidy data principles in r. *The Journal of Open Source Software*, 1(3), 37.

Index des auteurs

| | | | |
|---------------------|--------|-----------------------|--------|
| A | | E | |
| Annesi-Maesano..... | 68 | Eliot..... | 2 |
| Araldi..... | 63 | Emery..... | 7 |
| Autrive..... | 2 | Enault..... | 72 |
| B | | Enaux..... | 46 |
| Badariotti..... | 46 | F | |
| Bailly-Hascoet..... | 11 | Feuillet..... | 49 |
| Balev..... | 11 | Floch..... | 74 |
| Barneix..... | 58 | Foltête..... | 18, 24 |
| Benot..... | 58 | Forriez..... | 73 |
| Bertelle..... | 11 | Frankhauser..... | 39, 70 |
| Birre..... | 49 | Fusco..... | 63 |
| Blanpain..... | 61 | G | |
| Bonin..... | 39, 70 | Gillet..... | 33 |
| Bourdenet..... | 17 | Godard..... | 49 |
| Bourgeois..... | 56 | Griffond-Boitier..... | 13 |
| Boyer..... | 77 | Guyot..... | 63 |
| Brit..... | 60 | H | |
| Buhler..... | 5 | Haffner..... | 43 |
| C | | Havret..... | 32 |
| Cabarry..... | 61 | Hély..... | 22 |
| Caillault..... | 51, 54 | Himpens..... | 44 |
| Carassou..... | 58 | Hivert..... | 7 |
| Carcaud..... | 51 | Houot..... | 18 |
| Caruso..... | 16, 36 | I | |
| Chapelon..... | 65 | Ignatz..... | 46 |
| Chiffolleau..... | 60 | Ingensand..... | 24 |
| Clauzel..... | 49 | J | |
| Colange..... | 33 | Jensen..... | 2 |
| Commenges..... | 26 | Judge..... | 47 |
| Corson..... | 11 | K | |
| Cottineau..... | 29 | Karasiak..... | 52 |
| Couillet..... | 33 | | |
| Coupey..... | 2 | | |
| Couturier..... | 11 | | |
| Crevant..... | 12 | | |
| Crevecoeur..... | 33 | | |
| D | | | |
| De Godoy Leski..... | 58 | | |
| De Ruffray..... | 32 | | |
| Dejoux..... | 52 | | |
| Dietrich..... | 56 | | |
| Douet..... | 26 | | |
| Duroudier..... | 27 | | |

| | | | |
|--------------------|--------|----------------------|--------|
| L | | R | |
| Lammoglia..... | 65 | Raimbault..... | 35 |
| Langlois..... | 11 | Reuillon..... | 29 |
| Le Lay..... | 77 | Revers..... | 58 |
| Le Roux..... | 26 | Rey-Coyrehourcq..... | 29 |
| Le Texier..... | 16, 32 | Richard..... | 20 |
| Lecomte..... | 26 | Richer..... | 9 |
| Lehmann..... | 39 | Rougier..... | 33 |
| Lemoy..... | 36 | | |
| Lenormand..... | 60 | S | |
| Lhomme..... | 10 | Sahraoui..... | 56, 58 |
| Litot..... | 61 | Sajous..... | 11 |
| | | Salles..... | 58 |
| M | | Salze..... | 11 |
| Marchand..... | 76 | Schindler..... | 16 |
| Marty..... | 77 | Sémecurbe..... | 44 |
| Masson..... | 61 | Sheeren..... | 52 |
| Mauny..... | 18 | Sillard..... | 74 |
| Mennicken..... | 36 | | |
| Meyer..... | 46 | T | |
| Michel..... | 40 | Thevenin..... | 20 |
| Milian..... | 49 | Thomas..... | 63, 67 |
| Monnier..... | 60 | Todisco..... | 33 |
| Monteil..... | 52 | Trabelsi..... | 67 |
| Motte-Baumvol..... | 7 | | |
| | | V | |
| O | | Vairet..... | 20 |
| Oliveau..... | 40 | Vallée..... | 26 |
| | | Van Halder..... | 58 |
| P | | Vaudor..... | 77 |
| Palmier..... | 9 | Verny..... | 73 |
| Paysant..... | 51 | Vuidel..... | 18 |
| Perret..... | 29 | | |
| Piombini..... | 46 | W | |
| Prud'homme..... | 68 | Wilmotte..... | 41 |
| Pujol..... | 18 | | |
| | | Y | |
| | | Yousseoufi..... | 18 |

Liste des partenaires



Centre National de la Recherche
Scientifique



Université Bourgogne Franche-Comté



Région Bourgogne Franche-Comté



Ville de Besançon