

Théo Quant

Nouvelles approches en Géographie Théorique & Quantitative

Quinzièmes Rencontres 9-11 février 2022, Besançon

Programme et résumés des communications

Conférences en séances plénières	4
Maritimisation des migrations et sauvetage en mer : quels enjeux pour la géographie théorique et quantitative ?.....	4
Ville, environnement et comportements : (quelques réflexions théoriques et défis méthodologiques).....	4
Modéliser les réseaux écologiques : Pour qui ? Pourquoi ? Comment ?.....	4
Communications	5
Economie et société.....	5
Les services publics sont-ils à l'os ? Simulation de la fermeture de services publics en région SUD.....	6
Quelle géographie de la production de logements par les promoteurs immobiliers à l'échelle intra-urbaine ? Etude croisée de Nantes et Clermont-Ferrand.....	7
Les formes physiques du e-commerce dans le SCOT du bassin de vie d'Avignon.....	8
Modélisation des dynamiques des prix de l'immobilier à l'échelle nationale française.....	9
Comprendre les déterminants spatiaux de l'investissement immobilier des individus et des ménages à l'aide de données individuelles sur la propriété.....	10
Santé	11
Estimation de l'exposition à la pollution atmosphérique des femmes enceintes lors des déplacements quotidiens	12
Risques	13
Co-construire un indice de résilience territoriale à l'échelle du massif des Alpes face au changement climatique : enjeux conceptuels, méthodologiques et opérationnels.....	14
Adapter la diffusion de l'alerte aux populations en tenant compte des caractéristiques territoriales : investigations à l'échelle communale	15
Modélisation d'une évacuation préventive et polyphasée de la population basse-terrienne lors d'une crise éruptive de la Soufrière de Guadeloupe.....	16
Environnement	18
Mais où va donc toute cette terre ? Analyse du déplacement des sédiments érodés au prisme de la structure spatiale des réseaux de drainage des versants du Beaujolais viticole.....	19
Quantification du changement de forme de la limite supérieure de la forêt subalpine dans les Pyrénées françaises : proposition d'un protocole méthodologique original.....	20
Trajectoire des paysages bocagers : Approche géo-historique et modélisation des connectivités hydrologiques, exemple du bocage normand.....	21
Et maintenant, on construit où avec vos réseaux écologiques ?	22
Ecologie urbaine	23
Comment la morphologie urbaine influence-t-elle la structure génétique des populations animales à l'échelle d'une aire urbaine ?.....	24
Le rôle des aménités vertes dans les préférences résidentielles : une approche par photo-questionnaire.....	25
Comment orienter l'aménagement des espaces résidentiels et la morphologie des villes pour défendre un urbanisme écologique ?.....	26
Agriculture urbaine et urbanisme durable : une méthodologie d'évaluation en trois étapes ...	27
Quelle gouvernance pour optimiser la connectivité paysagère dans les quartiers de gare ? Une approche par la modélisation participative des systèmes socio-écologiques.....	28
Quels concepts formels d'accessibilité mobiliser pour aménager plus durablement les territoires en favorisant les modes actifs ?	30
Mobilité	31
Un système de modélisation pour élaborer et évaluer des stratégies de développement de la mobilité durable (projet SuMo-Rhine).....	32
Simulation de l'autocopartage : un nouveau mode de transport partagé.....	33
Estimer l'effet de la diffusion du télétravail sur la mobilité des actifs	35
Energie et ressources	36
L'impact des formes urbaines dans la mise en place des politiques de transition énergétique : une approche par la modélisation	37

EROI : concept, méthode et application loco-régionale au système biométhane.....	38
Modélisation et spatialisation des consommations d'eau en 2030, 2040 et 2050 à l'échelle communale. Couplage d'une dynamique transport-urbanisme-géographie des représentations pour simuler une donnée environnementale. Application à une grande unité urbaine française	39
Climat.....	40
Impacts d'une meilleure description de la végétation urbaine sur des résultats de modélisation du climat urbain.	41
Spatialisation multi-échelle des émissions de N2O par les sols et de leur potentiel d'abattement en Région Bourgogne Franche-Comté : intérêts, limites et pistes de valorisation pour l'aide à la décision dans le cadre de la transition écologique aux échelles loco-régionales.	42
Comment la forme urbaine influence la température de l'air en milieu urbain ? Expérimentation sur une campagne de mesure mobile à Dijon	44
Réseaux	46
A road network spatiotemporal database : Collaborative digitization through a serious game	47
Identifying road network patterns to understand their evolution	48
Session posters.....	49
Caractériser la pertinence écologique des trames vertes et bleues à l'aide de la modélisation par les graphes paysagers	50
Réseau bayésien de la sécheresse en Cévennes : Vers un outil de gestion de bassins versants de taille limitée (100 – 2000 km2).....	51
Les villes moyennes françaises face au risque inondation : analyser à très grande échelle la vulnérabilité des populations et son évolution au cours des vingt dernières années (1999-2017).....	52
Un modèle spatial d'accessibilité basé sur la géométrie fractale : application au territoire de Marne-la-Vallée	53
Entre adaptation énergétique et contraintes patrimoniales : les enjeux de la rénovation urbaine	54
L'effet médiateur de la motilité entre migration et satisfaction conjugale	55
Modeling Ecovillage Pattern Based on Information and Communication Technology (ICT): A Comparative Study in Iran and France	56
Liste des partenaires	59

Conférences en séances plénières

Maritimisation des migrations et sauvetage en mer : quels enjeux pour la géographie théorique et quantitative ?

Mercredi 9 février
10 h 30 – 12 h 00

Arnaud Banos

Directeur de recherche CNRS, UMR IDEES, Le Havre Normandie

Ville, environnement et comportements : quelques réflexions théoriques et défis méthodologiques.

Jeudi 10 février
8h 30 – 9 h 30

Hélène Charreire¹ et Thierry Feuillet²,

¹ Maîtresse de conférences, Lab 'URBA, Université Paris-Est Créteil

² Maître de conférences, LADYSS, Université Paris 8

Modéliser les réseaux écologiques : Pour qui ? Pourquoi ? Comment ?

Vendredi 11 février
9 h 00 – 10 h 00

Jean-Christophe Foltête

Professeur, UMR THÉMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Communications

Economie et société

Mercredi 9 février

13h30 – 16h

Les services publics sont-ils à l'os ? Simulation de la fermeture de services publics en région SUD

9 février
13h30-14h

Quentin Godoye, Cyrille Genre-Grandpierre

UMR 7300 ESPACE – Avignon Université

La rétractation des services publics amorcée en France depuis de nombreuses années s'est accentuée suite à la crise financière de 2008 (Tautelle, 2012 ; Chouraqui, 2020). Pour autant, nous avons pu démontrer dans des travaux de thèse encore en cours qu'à l'échelle de la France métropolitaine, la dégradation de l'accessibilité aux services publics est restée très limitée. Ainsi, entre 2007 et 2017, 27 % seulement de la population de France métropolitaine ont vu son accessibilité se dégrader à un service dans une limite de 10 minutes, et seulement 2 % des Français ont été impactés par la fermeture de plus d'un service.

Les fermetures de ces dix dernières années ayant eu un impact limité sur l'accessibilité et le contexte d'austérité qui prévaut dans l'élaboration des politiques publiques étant toujours prégnant, nous souhaitons identifier s'il existe encore des « marges de manœuvre » permettant de fermer davantage de services pour satisfaire les contraintes d'économie budgétaire, sans dégrader dans le même temps de manière trop importante l'accessibilité pour les individus. En substance : sommes-nous à l'os ?

Dans cette perspective, ont été simulées en Région SUD des fermetures pour 8 types de services publics, qui ont un nombre d'implantations et des logiques de localisation différentes. L'objectif est d'identifier les localisations de services publics dont la fermeture aurait le moins d'impact sur l'accessibilité des populations. Ces simulations se sont basées :

- D'une part sur la logique d'efficacité reposant sur le modèle p-median (Avella et al., 2012). Elle revient à trouver les services dont la fermeture impactera le moins la somme des distances de la population aux services.
- D'autre part sur la logique d'égalité, ce qui revient à trouver les équipements dont la fermeture aura le moins d'impact sur la couverture spatiale des services.

Les résultats obtenus montrent que pour la plupart des services, il n'y a pas d'aggravation brusque et massive de l'accessibilité des individus aux équipements à mesure que le nombre de fermetures simulé augmente. Des marges de manoeuvre existent donc encore. Seules les maternités se détachent de ce constat, puisqu'une poursuite de la réduction du nombre de ces équipements provoquerait des pertes d'accessibilité importantes pour une large part de la population régionale. Par ailleurs, les deux scénarios de fermetures impactent la population de manière opposée : soit l'accessibilité d'une écrasante majorité de la population aux services est préservée, créant des espaces importants dépourvus d'équipement, soit l'égalité d'accès est sauvegardée, au détriment de la population urbaine qui verra le nombre d'équipements baisser drastiquement.

BIBLIOGRAPHIE

- Avella P., Boccia M., Salerno S., Vasilyen I., 2012, « An aggregation heuristic for large scale p-median problem », *Computers & Operations Research*, 39, 7, p. 1625-1632.
- Chouraqui J., 2020, « Les réformes et l'État et la transformation des services publics : des tendances internationales au local, quels effets pour les territoires ? », *Annales de Géographie*, 732, p. 5-30.
- Tautelle F., 2012, *Le délaissement du territoire : quelles adaptations des services publics dans les territoires ruraux ?*, Toulouse, Presses universitaires du Mirail.

Quelle géographie de la production de logements par les promoteurs immobiliers à l'échelle intra-urbaine ? Etude croisée de Nantes et Clermont-Ferrand

9 février
14-14h30

Pierre Le Brun

UMR 7300 ESPACE – Avignon Université

La promotion immobilière est l'objet d'un regain d'intérêt en sciences sociales depuis le début des années 2010, en particulier en géographie. Les travaux de E. Trouillard (2014) sur l'Île-de-France ou de A. Coulondre et H. Lefebvre (Coulondre, Lefebvre, 2018) sur la France entière s'entendent ainsi à montrer que la géographie de la promotion est moins liée à la répartition de la demande des ménages qu'elle ne reflète des stratégies géographiquement différenciées de valorisation des terrains par les promoteurs. Elle doit ainsi se comprendre comme le produit d'un faisceau de déterminants d'échelles nationale (cycles macroéconomiques, politiques publiques, etc.) et locale (dynamiques des marchés fonciers et immobiliers, périmètre d'éligibilité aux aides fiscales, zonages du renouvellement urbain, etc.).

Cependant, ces études se heurtent généralement au problème de la disponibilité des données : les bases qui renseignent la promotion immobilière sont difficiles d'accès, rarement exhaustives, et les programmes y sont souvent géoréférencés à la maille communale. De fait, les travaux sur la promotion produits en géographie ou en aménagement n'ont jusqu'ici exploré l'échelon infra-communal que de façon qualitative (Maurice, 2014 ; Citron, 2017). L'objectif de cette communication est de combler ce manque à travers l'étude des bases de données construites et exploitées par le cabinet d'étude Adéquation, réputées exhaustives (Juillard, 2019) et permettant de localiser les programmes des promoteurs de façon plus précise par leurs coordonnées de latitude et de longitude. Cette présentation propose une étude ciblée sur les aires d'attraction de Nantes et de Clermont-Ferrand sur la période 2008-2020. Elle expose les premiers résultats d'une recherche portant plus globalement sur les logiques de localisation des programmes de promoteurs.

Un premier temps sera consacré à l'étude de la « respiration » de la promotion immobilière, c'est-à-dire de la façon dont elle se déploie selon une temporalité cyclique plus ou moins marquée et de façon spatialement sélective dans l'espace urbain. La promotion est davantage concentrée géographiquement à Clermont-Ferrand qu'à Nantes, mais y est marquée par une légère tendance à la déconcentration qui ne s'observe pas dans le cas nantais. Rapporтер les volumes de logements produits par les promoteurs aux logements existants (FILOSOFI) et aux permis de construire (SITADEL2) permet en outre une objectivation assez fine des « hotspots » de la promotion immobilière sur les deux territoires.

Une seconde partie explorera deux grandes pistes pour rendre compte des logiques géographiques d'implantation des promoteurs : les prix immobiliers et la régulation des marchés locaux par les acteurs publics. L'utilisation des bases de données sur les transactions immobilières (DVF) sur la période 2014-2020 suggère un lien non mécanique entre dynamiques des prix des logements et implantation des programmes de promotion. L'influence de la régulation publique est quant à elle approchée au travers du renouvellement urbain. L'analyse fine de la promotion immobilière dans les quartiers du PNRU (2004-2014) et dans les QPV (2015-) met en évidence la diversité des profils de ces quartiers en termes de volumes produits, de caractéristiques des logements et de clientèle.

BIBLIOGRAPHIE

- Citron, P. (2017). Produire la ville grâce aux opérateurs immobiliers : quel modèle pour l'aménagement privé en zone dense ? *Métropoles*, n°20.
- Coulondre, A., Lefebvre, H. (2018). Les logements des promoteurs privés : quelle géographie ? *Population & Avenir*, vol. 736, n°1, pp. 17-19.
- Juillard, C. (2019). *Le tournant numérique des données immobilières : permanences et recompositions*. Rapport de recherche. Rapport iread, LIFTI, PUCA, Urbanics, 86 p.
- Maurice, R. (2014). *Politiques foncières locales et dynamiques de promotion immobilière : le marché du logement neuf dans l'agglomération lyonnaise*. Thèse de doctorat en aménagement, Université de Grenoble, 489 p.
- Trouillard, E. (2014). *La production de logements neufs par la promotion privée en Île-de-France (1984-2012) : marchés immobiliers et stratégies de localisation*. Thèse de doctorat en géographie, Université Paris Diderot, 324 p.

Les formes physiques du e-commerce dans le SCOT du bassin de vie d'Avignon

9 février
14h30-15h

Cyrille Genre-Grandpierre, Alain Richaud

UMR 7300 ESPACE – Avignon Université

Le e-commerce attire chaque jour de nouveaux consommateurs grâce à ses atouts en termes de choix de références, de tarifs ou de praticité de la commande. Pourtant, s'il est aujourd'hui largement installé dans les pratiques des consommateurs, le e-commerce n'en reste pas moins largement méconnu, en particulier dans ses formes physiques. On sait relativement bien qui sont les adeptes du e-commerce, le type d'achats effectués, etc., mais on ne sait en revanche rien ou presque du détail des flux logistiques qui y sont liés (nombre d'opérateurs, de livraisons par jour, volumes traités), de l'implantation des points relais où les clients viennent déposer leurs marchandises ou les récupérer, de l'organisation interne de ces points relais (fréquence de livraison, capacité de stockage, bénéfices liés à l'activité de points relais), etc. Pourtant cette connaissance est importante aussi bien définir les politiques d'aménagement commercial que dans la perspective d'une possible optimisation du transport de marchandises en ville.

L'objectif de ce travail consiste donc :

- à mieux connaître les formes physiques de e-commerce : les points relais et leur fonctionnement.
- à mieux connaître les flux de marchandises liés au e-commerce en ville
- à étudier dans quelle mesure il est possible d'optimiser la logistique des points relais dans une perspective de durabilité, en minimisant par exemple les kilomètres parcourus par les camions grâce à la création de plateformes logistiques urbaines et à l'optimisation des tournées.

Le terrain d'étude est le SCoT du Bassin de Vie d'Avignon (BVA) qui comporte 34 communes. La méthode a consisté à réaliser une base de données recensant tous les points relais du SCoT, puis à réaliser deux enquêtes :

- la première auprès de tous les commerçants point-relais pour mieux connaître leurs motivations, le parcours les ayant conduit à être point relais, leur organisation logistique, et le bénéfice financier et/ou en termes de notoriété que leur apporte cette activité ;
- la seconde auprès d'une centaine de clients point-relais choisis au hasard, et qui est destinée à comprendre les logiques du choix de points relais et les pratiques spatiales liées au e-commerce.

Outre la connaissance sur le fonctionnement des points relais, l'analyse des données collectées permet de mesurer les potentielles inégalités d'accès au e-commerce et de mesurer, grâce à des simulations SIG, le degré d'opportunité que représente le fait d'optimiser la logistique des points relais, notamment à travers la création de plateformes logistiques urbaines de groupage- dégroupage.

Mots clés : e-commerce, point-relais, logistique urbaine, optimisation

BIBLIOGRAPHIE

- Allen J., Piecyk M., Piotrowska M., Mcleod F., Cherrett T. J., Nguyen T., Bektas T., Bates O., Friday A., Wise S., Austwick M., (2018), "understanding the impact of e-commerce on last-mile light goods vehicle activity in urban areas: the case of london." *Transportation research part d: transport and environment* 61 (b): 325-38.
- Belin-munier C., Belton-chevallier L., Carrouet G., Chretien J., Dablanc L, et al. (2014), les effets de la vente en ligne sur les inégalités territoriales d'accès au commerce. Vers un nivellement des disparités urbain-périurbain ? [rapport de recherche] Université de Bourgogne ; Ifsttar.
- Belton-chevalier L., Motte-baumvol B., De Coninck F., (2016), « la dimension spatiale de l'achat en ligne », *Netcom* 30-1/2.
- Morganti E., Dablanc L., Fortin F. (2014), "Final deliveries for online shopping: the deployment of pickup point networks in urban and suburban areas", *Research in transportation business & management*.

Modélisation des dynamiques des prix de l'immobilier à l'échelle nationale française

9 février
15h-15h30

Frédéric Audard, Alice Ferrari

UMR 6554 LETG, Université de Bretagne Occidentale

Les débats qui animent la société, sur le pouvoir d'achat, les inégalités de richesse, les disparités territoriales... ne traitent que rarement des prix du logement. S'imposant pourtant comme une dépense de première nécessité, ce poste budgétaire des ménages a connu un accroissement marqué depuis plusieurs années en France. Aussi, un décalage patent apparaît aujourd'hui entre le prix de l'immobilier et le pouvoir d'achat immobilier des ménages (Friggit, 2015). Ainsi, le budget alloué aux problématiques de logement apparaît pour une majorité de la population comme une fatalité dont les disparités relèvent de logiques souvent peu explicables.

La hausse des prix a connu une dynamique complexe, qui déroge aux règles classiques des dynamiques et interactions spatiales habituelles sur des échelles temporelles si courtes (Boulay, 2011). Si l'on considère que ce secteur économique répond aux lois d'un marché classique reposant sur les dynamiques d'offre et de demande, les prix devraient dépendre d'une logique d'attractivité des territoires (démographique ou économique) ; or les dynamiques d'attractivités spatiales inscrites sur un temps court répondent généralement à des jeux à somme nulle (Pumain, Saint-Julien, 2001). Ces évolutions ont amené à une situation creusant encore les écarts et dont les structures même ont évolué. Des territoires jusque-là épargnés par la bulle immobilière voient leur marché croître de manière rapide, pendant que d'autres stagnent à des prix ne connaissant finalement que peu d'évolution. De même, certains territoires ayant subi une hausse marquée jusqu'au début des années 2010, connaissent une stagnation quand d'autres territoires déjà marqués par des prix de l'immobilier élevés continuent à afficher des dépenses à la hausse concernant le logement des ménages.

Nous proposons, à travers cette contribution, d'analyser les différentes structures spatiales liées au prix de l'immobilier, tant à l'achat qu'à la location, ou dans le rapport qu'entretiennent ces deux marchés parallèles, à l'échelle de l'ensemble du territoire national français. Il s'agira, à des échelles pertinentes pour analyser tant des dynamiques locales que l'échelle nationale, de mettre en évidence les facteurs explicatifs des disparités constatées dans les prix de l'immobilier. Car si les évolutions du prix de l'immobilier ne sont pas à exclure d'une logique spéculative par endroit, les différenciations spatiales constatées relèvent également de causes structurelles (Levasseur, 2011).

Pour mener à bien cette analyse, nous avons réalisé l'analyse de différentes bases de données dont l'accès au public a récemment évolué. Nous avons ainsi croisé les données des Notaires de France et des données du gouvernement à partir de la Demande de Valeur Foncières d'Etalab (à la transaction comme agrégée à l'échelle communale). Les différences, parfois importantes, entre ces bases ont été analysées puis traitées afin de produire l'analyse spatiale du phénomène la plus juste possible. La méthodologie développée a été menée par deux approches différentes. D'une part, nous avons mené une ANOVA à partir de données qualitatives issues d'une classification ascendante hiérarchique (avec factorisation préalable pour réduire la multi colinéarité des régresseurs) ; d'autre part nous avons réalisé une régression géographiquement pondérée pour traiter au mieux les risques inhérents à l'autocorrélation spatiale des données.

Comprendre les déterminants spatiaux de l'investissement immobilier des individus et des ménages à l'aide de données individuelles sur la propriété

9 février
15h30-16h

Antoine Peris

UMR 7300 ESPACE – Avignon Université

Alors qu'une part croissante de la littérature internationale sur l'investissement immobilier se focalise sur les acteurs institutionnels, la majeure partie du parc de logement des économies de marché reste détenue par des individus et des ménages (Casanova Enault, 2017). Dans les pays caractérisés par un ralentissement ou un déclin de l'accession à la propriété, ces changements sont tirés par une polarisation entre les personnes qui accumulent de la richesse immobilière, et d'autres qui sont exclus des marchés du fait de niveaux de prix trop élevés (Adkins et al., 2021; Le Goix et al., 2021). Les propriétaires immobiliers jouent un rôle important dans l'évolution des espaces urbains en participant au filtrage spatial des locataires et en augmentant la compétition dans les marchés tendus au travers d'investissements de différentes natures, qu'il s'agisse d'investissement locatif, de résidences secondaires, ou de meublés touristiques (Kadi et al., 2020).

En France, ces investissements étaient jusqu'à présent difficiles à appréhender car les données cadastrales ne permettaient pas de suivre le patrimoine d'individus détenant des biens dans plusieurs départements. Cependant, grâce à un travail d'intégration des données à l'échelle nationale, il est maintenant possible de suivre les stratégies d'investissement des individus et des ménages à la fois dans le temps et l'espace. Cette recherche propose de modéliser les flux d'investissement immobilier des propriétaires résidants dans trois métropoles françaises : Paris, Lyon et Avignon, sur une période allant de 2009 à 2020. L'origine des flux étant le lieu de résidence des propriétaires, et la destination étant la localisation du bien additionnel acquis, que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de la métropole de résidence. Un protocole d'identification et de qualification des investissements est tout d'abord mis en place. Des hypothèses relatives à la friction de la distance, aux niveaux de prix, et à la similarité des marchés à l'origine et à la destination des investissements sont ensuite testées. Ce travail présente des résultats nouveaux sur les échelles de l'investissement immobilier des individus et des ménages, sur les zones privilégiées de l'accumulation de richesse immobilière, et sur l'interconnexion des marchés à différentes échelles.

BIBLIOGRAPHIE

- Adkins, L., Cooper, M., Konings, M., 2021. Class in the 21st century: Asset inflation and the new logic of inequality. *Environ. Plan. Econ. Space* 53, 548–572. <https://doi.org/10.1177/0308518X19873673>
- Casanova Enault, L., 2017. Des acteurs de poids sur le littoral : les petits propriétaires immobiliers. Application au littoral provençal et azuréen. *Cybergeo Eur. J. Geogr.* <https://doi.org/10.4000/cybergeo.28394>
- Kadi, J., Hochstenbach, C., Lennartz, C., 2020. Multiple property ownership in times of late homeownership: a new conceptual vocabulary. *Int. J. Hous. Policy* 20, 6–24. <https://doi.org/10.1080/19491247.2019.1697514>
- Le Goix, R., Enault, L., Bonneval, L., Corre, T.L., Benites-Gambirazio, E., Boulay, G., Kutz, W., Aveline-Dubach, N., Migozzi, J., Ysebaert, R., 2021. Housing (In)Equity and the Spatial Dynamics of Homeownership in France: A Research Agenda. *Tijdschr. Voor Econ. En Soc. Geogr.* 112, 62–80. <https://doi.org/10.1111/tesg.12460>

Santé

Mercredi 9 février

16h30 – 17h

Estimation de l'exposition à la pollution atmosphérique des femmes enceintes lors des déplacements quotidiens

9 février
16h30-17h

Valentin Simoncic¹, Mario Pozzar^{2,3}, Christophe Enaux¹, Severine Deguen^{2,4}, Wahida Kihal-Talantikite¹

¹ LIVE UMR 7362 CNRS (Laboratoire Image Ville Environnement), Université de Strasbourg

² EHESP School of Public Health, Rennes

³ ENSAI School for Statistics and Data Science, 35170 Bruz

⁴ Sorbonne Universités, UPMC Univ Paris 06, INSERM, Institut Pierre Louis d'Epidémiologie et de Santé Publique (UMRS 1136)

Un nombre croissant d'études internationales mettent en évidence qu'une exposition chronique à la pollution de l'air ambiant peut être associée à des problèmes de santé. Notre travail tente d'évaluer l'association entre l'exposition maternelle pendant différentes fenêtres d'exposition au dioxyde d'azote (NO₂) ou aux particules fines (PM) pendant la grossesse et le risque d'issues défavorables de grossesse, notamment le faible poids de naissance (LBW) et la naissance prématurée (PTB).¹²³

Dans la littérature, l'estimation de l'exposition la plus couramment utilisée se base sur l'adresse du domicile seule, ou en prenant en compte l'adresse du lieu de travail. Cependant, plusieurs études ont montré l'importance de la mobilité quotidienne dans l'estimation de l'exposition aux polluants atmosphériques¹. Dans ce contexte, nous avons développé une procédure qui estime l'exposition des femmes enceintes en utilisant l'adresse du domicile, les lieux les plus fréquentés (travail, achats, adresse résidentielle, etc.) et les principaux itinéraires empruntés lors des déplacements quotidiens au cours d'une semaine. Ce protocole en langage R (en open source) a été créé afin de proposer un nouvel outil intégrant le temps passé dans les lieux fréquentés et pendant les trajets. Il permet également de simuler l'exposition selon différentes logiques d'itinéraires compte tenu d'un ou de plusieurs modes de déplacements.

Ce protocole repose sur trois étapes. La première consiste à créer un réseau. La seconde permet d'extrapoler les principaux itinéraires des mobilités quotidiennes et la troisième propose une reconstitution de l'exposition à la pollution atmosphérique. L'un des avantages de cet outil est qu'il peut être utilisé à différentes échelles spatiales et pour n'importe quel polluant atmosphérique.

Mots clés : Mobilité quotidienne, Schéma de déplacement, réseau routier, exposition à la pollution atmosphérique, outil d'optimisation.

BIBLIOGRAPHIE

- 1 Klepac, P.; Locatelli, I.; Korošec, S.; Künzli, N.; Kukec, A. Ambient air pollution and pregnancy outcomes: A comprehensive review and identification of environmental public health challenges. *Environ. Res.* 2018, 167, 144–159. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
- 2 Kihal-Talantikite, W.; Marchetta, G.P.; Deguen, S. Infant Mortality Related to NO₂ and PM Exposure: Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 2623. [Google Scholar] [CrossRef] [PubMed]
- 3 Simoncic, V.; Enaux, C.; Deguen, S.; Kihal-Talantikite, W. Adverse Birth Outcomes Related to NO₂ and PM Exposure: European Systematic Review and Meta-Analysis. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020, 17, 8116. <https://doi.org/10.3390/ijerph17218116>
- 4 Blanchard O, Deguen S, Kihal-Talantikite W, François R, Zmirou-Navier D. Does residential mobility during pregnancy induce exposure misclassification for air pollution? *Environ Health.* 2018 Oct 19;17(1):72. doi: 10.1186/s12940-018-0416-8. PMID: 30340597; PMCID: PMC6194718

Risques

Mercredi 9 février

13h-30 - 15h

Co-construire un indice de résilience territorial à l'échelle du massif des Alpes face au changement climatique : enjeux conceptuels, méthodologiques et opérationnels

9 février
13h30-14h

Pauline Texier¹, Marc Bourgeois¹, Muriel Maillefert¹, Aurélie Arnaud², Lise Bourdeau-Lepage¹

¹ UMR 5600 EVS, Université Lyon 3 Jean Moulin; ² UMR Espace, Université Aix- Marseille

L'économie locale des communes alpines situées en altitude repose fortement sur le tourisme, en particulier sur les sports d'hiver fortement dépendants de l'exploitation de la ressource neige. Face au changement climatique global, ces communes sont confrontées à un avenir incertain. Dès lors, se pose la question de la continuité des activités économiques, et de la capacité différentielle des territoires à anticiper ces changements. Dans ce cadre, les chercheurs mobilisés pour le projet européen FEDER-POIA intitulé CoRESTART-ADAPT¹ se sont investis aux côtés de deux partenaires communaux alpins : Les Contamines-Monjoie en Haute-Savoie et Ceillac dans les Hautes-Alpes. L'objectif de ce partenariat est d'identifier des pistes de résilience pour ces communes à moyen terme, et *in fine*, de produire un outil d'aide à la décision à destination des acteurs communaux.

Cette communication propose de présenter la méthodologie de co-construction de l'indice de résilience du projet ADAPT, en partant de la réflexion conceptuelle menée et d'un benchmarking critique sur les indices de résilience existants, pour expliciter ensuite les choix méthodologiques qui ont guidé sa structuration selon les enjeux opérationnels qui en découlent. Cet indice territorial de résilience est basé sur une pondération participative des facteurs de résilience et d'une enquête réalisée auprès de 335 communes alpines. Son objectif est de permettre d'identifier objectivement, sur des critères qualitatifs et quantitatifs, la réalité vécue sur ces territoires. Ancré dans l'approche dite radicale face aux catastrophes, l'indice mobilise les concepts de construction des capacités, d'accès aux ressources et de dimension historique des trajectoires et héritages (Gaillard *et al.*, 2010 ; Wisner *et al.*, 2012). Il s'inspire également de l'approche du bien-être par les capacités d'Amartya Sen (1985) appliquée à un cadre spatial par Bourdeau-Lepage et Tovar (2013) et Bourdeau-Lepage (2020). L'indice se structure en 3 dimensions (observatoire des tendances récentes d'évolution ; accessibilité des ressources actuelles, Moyens d'agir mis en œuvre pour la transition) et associe 68 variables. Il a été co-construit par les acteurs des territoires (membres de conseils municipaux, gestionnaires de stations de ski, commerçants locaux...) et les chercheurs, depuis le choix des facteurs de résilience jusqu'à leur pondération. La réalisation de cet indice a été rendue possible par un long travail d'enquêtes de terrain réalisées entre 2018 et 2021. Cette phase de terrain a pris la forme d'entretiens qualitatifs retranscrits, et d'un questionnaire posé aux 335 municipalités du territoire couvertes par l'indice afin de recueillir des données inédites. La conception de cet indice de résilience a permis la production de nombreux résultats cartographiques ainsi que des profils de résilience. Ces résultats seront présentés et discutés, afin de montrer comment ces productions peuvent potentiellement devenir des outils d'aide à la décision pour les acteurs des territoires alpins concernés.

BIBLIOGRAPHIE

- Bourdeau-Lepage L., Tovar E. (2013), Well-being Disparities within the Paris Region: A Capabilist Spatialised Outlook, *Urban Studies*, 2013, Volume 50 Issue 8 June 2013, 1575-1591.
- Bourdeau-Lepage L., Dir (2020), Evaluer le bien-être sur un territoire. Des outils pour comprendre pour agir sur les facteurs d'attractivité territoriaux, Lyon, VAA Conseil, mai, <https://indd.adobe.com/view/fb6d1da3-e24a-429c-8b7e-e17afa46fee8>
- Gaillard J.-C., Benouar D., Cannon T., Colbeau-Justin L., Créton-Cazanave L., Dekens J., Fordham J., Gilbert C., Hewitt K., Kelman I., Morin J., N'Diaye A., O'Keefe P., Oliver-Smith A., Quesada C., Revet S., Sudmeier-Rieux K., Texier P., Vallette C., Wisner B. (2010) : Alternatives pour une réduction durable des risques et des catastrophes. *Human Geography*, 3(1) : pp.66-88.
- SEN A. 1985, *Commodities and Capabilities*, Oxford, Elsevier Science Publishers. WISNER B., GAILLARD J.C. et KELMAN I. 2012, Framing disaster: theories and stories seeking to understand Hazards, vulnerability and risk. *Handbook of Hazards and Disaster Risk Reduction*. Routledge London, Pp.18-34.

¹ CORESTART (Co-construire la RESilience des Territoires Alpins face aux risques nATurels dans un contexte de changement climatique) – (WP1 intitulé ADAPT (Accompagner un Diagnostic pArtagé pour un Plan d'action de résilience des Territoires alpins face au Changement Climatique) 2018-2021,

Adapter la diffusion de l'alerte aux populations en tenant compte des caractéristiques territoriales : investigations à l'échelle communale

9 février
14h-14h30

Esteban Bopp

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

En France, la diffusion de l'alerte aux populations face à un risque naturel ou anthropique repose sur une panoplie d'outils variés. A l'échelle de l'Etat, la sirène a longtemps fait figure de moyen prioritaire (Douvinet *et al.*, 2021), mais deux nouveaux outils vont être déployés en 2022 : le cell broadcast et le SMS géolocalisé. Ces deux solutions, certes différentes dans leurs fonctionnalités, permettent toutes deux d'envoyer un message sur tous les téléphones mobiles situés à l'intérieur d'une zone d'alerte (Bean, 2019). A l'échelle communale, où l'alerte aux populations est une prérogative du maire, une multitude d'autres outils d'alerte existent ce qui aboutit à une grande hétérogénéité dans la manière de diffuser l'alerte d'une commune à une autre (Bopp, 2021). En s'appuyant sur un échantillon de 40 communes et de 13 moyens d'alerte, cette étude a pour objectifs : 1) d'identifier les caractéristiques communales qui jouent sur l'adaptabilité de chacun des moyens d'alerte pour développer un système spatial d'aide à la décision afin d'aider les maires dans leurs choix d'équipement ; 2) apprécier la quantité et la diversité des outils adaptés entre les 40 communes ainsi qu'entre les différentes zones d'alerte identifiées au sein de chaque commune ; 3) évaluer l'adaptabilité globale des 13 moyens d'alerte ; 4) identifier et caractériser les communes difficilement alertables. Les résultats montrent une grande diversité des situations entre les communes mais aussi, à l'échelle infra-communale, entre les différentes zones d'alerte. Le nombre d'habitant ne joue pas sur le nombre de moyen adapté à la commune, mais sur l'hétérogénéité des moyens adaptés aux différentes zones d'alerte infra-communale. Le cell broadcast et le LB-SMS sont très rarement adaptés à l'échelle communale et leur utilisation doit être privilégiée sur des échelles plus larges. A l'inverse, le SMS classique, l'application smartphone et le véhicule d'alerte sont des moyens adaptés à plus de 75% des zones d'alerte (n=611). Les communes difficilement alertables se caractérisent par un mauvais accès aux réseaux de télécommunication (paramètre prépondérant pour 6 moyens sur 13) ainsi que par la présence de risques à cinétique rapide, limitant l'utilisation de moyens d'alerte chronophages.

Mots-clés : alerte, risques, commune, aide à la décision

BIBLIOGRAPHIE

- Bean H. (2019). *Mobile technology and the transformation of public alert and warning*. Praeger Security International, Santa Barbara, California, 207p.
- Bopp E. (2021). Evaluation et spatialisation du potentiel offert par les moyens d'alerte centrés sur la localisation des individus. Expérimentations à différentes échelles en France. Thèse de doctorat, Avignon Université, 344p.
- Douvinet J., Serra-Llobet A., Bopp E., Kondolf M. (2021). Are sirens effective tools to alert the population in France? *Natural Hazard and Earth System Science*, 21, pp.2899-2920.

Modélisation d'une évacuation préventive et polyphasée de la population basse-terrienne lors d'une crise éruptive de la Soufrière de Guadeloupe

9 février
14h30-15h

Olivier Gillet¹, Éric Daudé¹, Jean-Christophe Komorowski²

¹UMR IDEES; ²Institut de Physique du Globe de Paris, UMR CNRS 7154

L'OVSG-IPGP est depuis mai 2017 en état de vigilance renforcée suite à une modification du système hydrothermal du volcan de la Soufrière (Guadeloupe). Cette modification aurait pu aboutir à une éruption phréatique dont la probabilité s'était brusquement renforcée le 27 avril 2018 [3]. La seule protection possible contre de telles manifestations potentiellement violentes serait alors de s'échapper de la zone de danger. Alors que la dernière crise éruptive du stratovolcan date de 1976, les autorités doivent donc, et sans plus tarder, se préparer à une future crise éruptive afin d'organiser l'évacuation de plusieurs dizaines de milliers d'individus si nécessaire (88 300 personnes vivent eues moins de 15 km du sommet). Actuellement, il n'existe pas de guide méthodologique national pour la gestion des risques volcaniques en France. Ce manquement est

D'autant plus problématique pour des territoires complexes et vulnérables a forts enjeux humains et stratégiques comme la région du sud de Basse-Terre [2]. Il est donc non seulement essentiel de planifier cette gestion de crise mais également d'évaluer les verrous éventuels, et les dangers, d'une évacuation massive : quels sont les défis si une telle mesure est prise trop tardivement ? ou si elle n'était que partiellement suivie par les autorités locales ou les populations ? Si le choix de

La tactique d'évacuation de la population (partielle, totale, synchrone, asynchrone) est fonction de la crise éruptive et des prévisions de l'OVSG-IPGP, la décision stratégique d'évacuer est du ressort de l'autorité publique. C'est le préfet qui est responsable du plan d'évacuation et la réussite de l'évacuation dépendra de nombreux facteurs : conscience générale des dangers, cadre législatif, connaissances scientifiques, système d'alerte. En raison des couts humains et des ressources nécessaires, il est extrêmement difficile de réaliser des exercices grandeur nature pour préparer les autorités et la population a une éventuelle crise éruptive. La simulation informatique à base d'agents se présente alors comme un outil privilégie pour se substituer à ces exercices. C'est dans ce contexte qu'une série de scénarios éruptifs et d'évacuation ont été conçus et simulés via la plate-forme de simulation GAMA et l'extension logicielle ESCAPE [1]. L'objectif dans le cadre de ce programme ESCAPE est de développer un système d'aide à la modélisation (alea, trafic, comportements individuels, gestion de crise, ...) et à la simulation d'évacuation de ville pour explorer les réponses possibles d'un territoire face à une menace. Cette présentation décrit donc une évacuation préventive et polyphasée des communes du sud de Basse-Terre.

Nous présentons l'implémentation du modelé multi-agents (SMA), sa calibration (via des traces de mobilité GPX, une génération de population synthétique via la méthode IPF et des enquêtes terrain) et les résultats de son exploration (via la plateforme Open MOLE). L'objectif est de fournir aux responsables de la gestion de crise des informations afin de comprendre la complexité d'une telle stratégie et une aide à la réflexion dans le cadre de sa mise en œuvre. La tactique explorée ici est une évacuation polyphasée. Nous testons également dans ce scénario différentes réponses de mitigation locales et évaluons l'impact de celles-ci sur différents indicateurs, notamment la durée d'évacuation de la zone de danger.



BIBLIOGRAPHIE

- [1] E Daude, K Chapuis, P Taillandier, C Caron, A Drogoul, B Gaudou, and S Rey-Coyrehourq. ESCAPE : Exploring by Simulation Cities Awareness on Population Evacuation. ISCRAM, International Conference on Information Systems for Crisis Response and Management, 2019-May(May):76–93, 2019.
- [2] F Leone, J-C Komorowski, M Gherardi-Leone, G Lalubie, T Lesales, J-R Gros-Desormeaux, and J Deymier. Accessibilité territoriale et gestion de crise volcanique aux Antilles françaises (Guadeloupe Martinique) : contribution à la planification des évacuations. Territorial accessibility and volcanic crisis management in the French West Indies (Guadeloupe M. Cybergeog, 2018.
- [3] R Moretti, J-C Komorowski, G Ucciani, S Moune, D Jessop, J-B Chabalier], F Beauducel, M Bonifacie, A Burtin, M Vallee, S Deroussi, V Robert, D Gibert, T Didier, T Kitou, N Feuillet, P Allard, G Tamburello, T Shreve, J-M Saurel, A Lemarchand, M Rosas-Carbajal, P Agrinier, A Friant, and M Chaussidon. The 2018 unrest phase at La Soufriere of Guadeloupe (French West Indies) andesitic volcano: Scrutiny of a failed but prodromal phreatic eruption. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 393:106769, 2020.

Environnement

Mercredi 9 février

15h – 17h30

Mais où va donc toute cette terre ? Analyse du déplacement des sédiments érodés au prisme de la structure spatiale des réseaux de drainage des versants du Beaujolais viticole

9 février
15h-15h30

Jessica Pic

UMR Environnement Ville Société, Université Jean Moulin Lyon 3

Du fait de leurs caractéristiques spatiales, les vignobles sont reconnus pour leur forte production sédimentaire liée au ruissellement de surface et à l'érosion du sol. Le Beaujolais, au même titre que d'autres vignobles, présente de nombreuses infrastructures de drainage et collecteurs de sédiments mis en place par les viticulteurs pour gérer leur ressource en sol. La structure paysagère, définie par les éléments du paysage et leurs relations, intervient dans le schéma d'organisation spatiale et temporelle des transferts hydro-sédimentaires (Gascuel-Oudoux et al., 2011; Reulier, 2015). Les parcelles viticoles constituent le lieu de production sédimentaire quand les infrastructures de drainage régissent les potentialités de transferts des sédiments érodés d'une parcelle au cours d'eau (fig.1). L'influence des réseaux de drainage dans les transferts sédimentaires reste toutefois difficile à envisager (Carluer & De Marsily, 2004; Cossart et al., 2020). Comprendre le déplacement des sédiments lié à leur prise en charge par des réseaux de drainage et les phénomènes de (dé)connexion / (dis)continuité implique l'analyse de la connectivité structurelle à l'échelle du bassin versant : caractéristiques des éléments du paysage, liens amont / aval et structuration des réseaux (géométrie, motif spatial). L'objectif de ce travail est de déterminer le potentiel de l'analyse de réseaux et de graphes pour extraire les propriétés structurelles des paysages et d'identifier leur influence sur les flux hydro-sédimentaires. Les questions d'organisation des réseaux de drainage et de connexions, de leurs déformations sur les flux hydro-sédimentaires et la manière de les mesurer, de l'efficacité des réseaux pour déconnecter les sédiments des cours d'eau et d'indices de connectivité pouvant en être dérivés. Pour ce faire, l'intégralité des réseaux de drainage (localisation, types, connexions) d'un bassin versant de 8km² ont été analysés sous SIG sous la forme d'un graphe orienté selon l'écoulement de surface. Les résultats montrent des structures variables du réseau de drainage selon leur exutoire et des déformations visibles dans la distance au cours d'eau et les surfaces drainées.

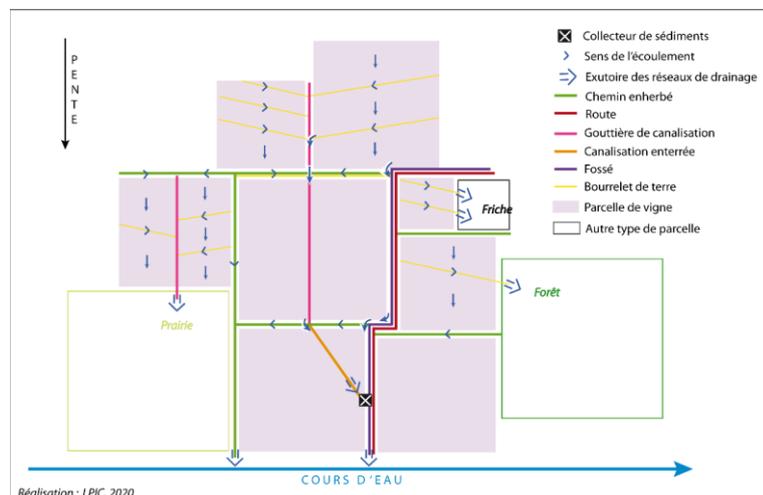


Figure 1 : Organisation type de l'assemblage des infrastructures de drainage au fil du versant

BIBLIOGRAPHIE

- Carluer, N., & De Marsily, G. (2004). Assessment and modelling of the influence of man-made networks on the hydrology of a small watershed : implications for fast flow components , water quality and landscape management. *Journal of Hydrology*, 285.
- Cossart, É. et al. (2020). Spatial patterns of vineyard landscape evolution and their impacts on erosion susceptibility: Rusle simulation applied in mercurey (Burgundy, France) since the mid-20th century. *Erdkunde*, 74.
- Gascuel-Oudoux, C. et al. (2011). Incorporating landscape features to obtain an object-oriented landscape network representing the connectivity of surface flow pathways over rural catchments. *Hydrological Processes*, 25.
- Reulier, R. (2015). Structure paysagère et dynamiques spatiales des transferts hydro-sédimentaires. Approche par simulation multi-agents. Université de Caen Normandie.

Quantification du changement de forme de la limite supérieure de la forêt subalpine dans les Pyrénées françaises : proposition d'un protocole méthodologique original

9 février
15h30-16h

Déborah Birre¹, Roman Lagalis², Johan Milian³, Frédéric Alexandre¹, Roberto Serrano-Notivoli⁴, David Sheeren⁵, Thierry Feuillet³

¹Pléiade, UR 7338, Université Paris 13 ; ²LADYSS, UMR 7533, Université de Paris, ³Université Paris 8 ;

⁴Universidad Autonoma de Madrid, ⁵Institut National Polytechnique de Toulouse, DYNAFOR

La limite supérieure de la forêt subalpine constitue un écotone particulièrement sensible aux changements environnementaux. En l'absence d'autres perturbations, cet écotone est déterminé par des contraintes climatiques, plus précisément l'isotherme estivale 7 - 8° en zone méditerranéenne (Körner & Paulsen, 2004). Il devrait répondre ainsi, théoriquement, à l'élévation actuelle des températures par une progression altitudinale de la forêt. Néanmoins, différentes études, notamment dans les Pyrénées, indiquent que ces modifications d'altitude ne sont pas systématiques, parfois régressives ou stagnantes, reflétant la complexité des mécanismes à l'œuvre (Ameztegui et al., 2016; Feuillet et al., 2020). En outre, la dynamique spatiale de l'écotone peut être caractérisée par d'autres processus que le changement altitudinal, comme la densification populationnelle des ligneux sans modification d'altitude ou encore, le changement de structure spatiale (*spatial pattern*). Ces structures caractérisent la forme de l'écotone en plan : rectiligne, graduelle, en îlots, etc. Récemment, Bader et al. (2021) ont proposé une typologie de ces structures et les ont associées à des processus écologiques sous-jacents tels que les perturbations naturelles ou non (pâturage, feu, etc.) ou encore la gamme de tolérance des espèces présentes aux conditions du milieu (vent, températures, etc.).

Ainsi, la dynamique spatiale de ces structures formelles nous renseigne sur la façon dont l'écotone forêt-pelouse répond à différents forçages. Dès lors, un enjeu méthodologique consiste à quantifier ce changement de forme, pour pouvoir ensuite le mettre en relation avec des déterminants potentiels, par exemple à l'aide de modèles corrélatifs. Nous proposons ainsi dans ce travail un protocole méthodologique original de quantification de ce changement de forme dans un espace multidimensionnel, appliqué à la partie orientale des Pyrénées françaises. Après avoir cartographié la treeline à deux dates (1953 et 2015) à partir d'orthophotographies historiques et actuelles, nous avons caractérisé sa forme au sein de 554 fenêtres d'analyse à l'aide de 16 métriques paysagères calculées via le package R *landscapemetrics* (Hesselbarth et al., 2019). Nous avons ensuite appliqué une analyse factorielle incorporant le vecteur des métriques de 1953 et obtenu un espace factoriel défini par les deux premières composantes principales de cette analyse. Les fenêtres d'analyse, chacune caractérisée par un score factoriel spécifique en 1953 et en 2015, ont pu être projetées dans cet espace, formant ainsi une cartographie des 554 paires de points dans l'espace de ces métriques. Finalement, la distance entre les points de chaque paire a été estimée, puis considérée comme la variable dépendante d'un modèle corrélatif subséquent, la mettant en relation avec des facteurs climatiques, anthropiques et topo-géomorphologiques.

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.
- Bader, M. Y., Llambí, L. D., Case, B. S., Buckley, H. L., Toivonen, J. M., Camarero, J. J., ... & Resler, L. M. (2021). A global framework for linking alpine-treeline ecotone patterns to underlying processes. *Ecography*, 44(2), 265-292.
- Feuillet, T., Birre, D., Milian, J., Godard, V., Clauzel, C., & Serrano-Notivoli, R. (2020). Spatial dynamics of alpine tree lines under global warming: What explains the mismatch between tree densification and elevational upward shifts at the tree line ecotone?. *Journal of Biogeography*, 47(5), 1056-1068.
- Hesselbarth, M.H.K., Sciaini, M., With, K.A., Wiegand, K., Nowosad, J. 2019. *landscapemetrics*: an open-source R tool to calculate landscape metrics. - *Ecography* 42:1648-1657(ver. 0).
- Körner, C., & Paulsen, J. (2004). A world-wide study of high altitude treeline temperatures. *Journal of biogeography*, 31(5), 713-732.

Trajectoire des paysages bocagers : Approche géo-historique et modélisation des connectivités hydrologiques, exemple du bocage normand

9 février
16h30-17h

Mathilde Guillemois, Romain Reulier, Daniel Delahaye

UMR LETG 6554, Université de Caen Normandie

Le bocage, paysage emblématique des régions de l'Ouest de la France est au cœur des préoccupations environnementales, dans un contexte d'érosion des sols et de pollutions des milieux aquatiques. Depuis sa mise en place par l'Homme au Moyen-Âge, le bocage est en continuelle transformation. Entre expansion et destruction il est modelé aux gré modernisations agricoles altérant progressivement ses rôles et fonctions écosystémiques pourtant bénéfiques aux sociétés. Le bocage est **multifonctionnel**, en ce sens, il est à la fois : producteur de biomasse, ressource agro-forestière, continuum écologique, régulateur climatique, aménité paysagère, valeur patrimoniale *etc.* Notre étude va plus particulièrement s'intéresser à son rôle de régulateur hydraulique contre les ruissellements de surface, limitant ainsi l'érosion hydrique des parcelles agricoles et la pollution des milieux aquatiques.

Des travaux de recherches (Delahaye, 1996 ; Le Gouée et Delahaye, 2008) se sont consacrés à ces questions de **ruissellement** et de modélisations des transferts sédimentaires au sein des bocages actuels. Notre étude apporte une profondeur historique en combinant l'approche géo-historique (Jacob-Rousseau, 2009) et la modélisation multi-agents (Reulier et al., 2019) afin de reconstruire la **trajectoire d'évolution** des paysages bocagers et de leurs **connectivités hydrologiques** depuis 1830.

La tête de bassin versant du Tortillon (10 km²) située au sud-ouest du Calvados, constitue le premier terrain d'étude de notre recherche. Les analyses portent sur l'évolution d'un bocage typique de Normandie, fortement modifié au cours de ces deux derniers siècles. Pour ce faire, nous avons dans un premier temps reconstruit le paysage de ce territoire pour 11 séquences temporelles à partir du cadastre Napoléonien et d'imageries aériennes. Dans un second temps, le modèle multi-agents LASCAR a été utilisé pour mettre en évidence les effets de ces évolutions paysagères sur les connectivités hydrologiques au cours d'eau.

Les résultats aboutissent à la création d'un premier atlas cartographique de l'évolution du paysage permettant de saisir ces mutations au fil des siècles. Les analyses quantitatives mettent en évidence une série d'indicateurs paysagers, révélateurs des trajectoires paysagères (occupation du sol, forme des parcelles, haies, routes), permettant de caractériser l'évolution du paysage du Tortillon. Un second atlas issu des modélisations multi-agents met en évidence l'évolution conjointe des connectivités hydrologiques, et souligne le lien direct entre les mutations paysagères et l'augmentation des connectivités.

Ce travail permet d'apporter un nouveau regard sur ces paysages typiques des régions du Grand Ouest. La reconstruction des paysages bocagers passés permet de saisir les enjeux actuels et futurs auxquels l'agriculture doit répondre.

BIBLIOGRAPHIE

- Delahaye D., 1996- Processus de ruissellement et d'érosion des sols en Basse-Normandie, *Norois*, vol. 169, n°1, p. 45-59
- Jacob-Rousseau N., 2009- Géohistoire/géo-histoire : quelles méthodes pour quel récit? *Géocarrefour*, 1 décembre, vol. 2009, n°Vol. 84/4, p. 211-216 :
- Le Gouée P., Delahaye D. 2008- Modélisation et cartographie de l'aléa érosion des sols et des espaces de ruissellement dans le Calvados.
- Viel V., Delahaye D., Reulier R. 2014- Impact de l'organisation des structures paysagères sur les dynamiques de ruissellement de surface en domaine bocager. *Etude comparée de 3 petits bassins versants bas-normands. Géomorphologie : relief, processus, environnement*, Vol. 20, No. 2, p. 175-188, septembre.
- Reulier R., Delahaye D., Viel V. 2019- Agricultural landscape evolution and structural connectivity to the river for matter flux, a multi-agents simulation approach. *CATENA*, Vol. 174, p. 524-535, mars.

Et maintenant, on construit où avec vos réseaux écologiques ?

9 février
17h-17h30

Marc Bourgeois

UMR Environnement, Ville, Société, Université Lyon 3 Jean Moulin

Cette question qui peut paraître triviale, est en réalité issue d'une conférence-débat télévisée entre chercheurs et élus du Schéma de Cohérence Territoriale (SCOT) de l'agglomération bisontine, à Chemaudin-et-Vaux le 25-05-21 (<https://www.youtube.com/watch?v=ayhMunEz8j4>). Cette conférence a permis de questionner les relations entre planification urbaine et écosystèmes naturels. Depuis l'accélération de l'étalement urbain dans les années 70, la croissance urbaine est en effet devenue un facteur important de disparition et de fragmentation des écosystèmes. Cette réalité est maintenant mieux comprise par les élus et praticiens de l'aménagement qui se retrouvent toutefois face à un dilemme entre croissance économique de leur territoire et maintien de la biodiversité. Une approche scientifique possible consiste à identifier les relations entre formes urbaines et connectivité écologique. Par exemple, en France, les études de Tannier et al. (2016) à Besançon, de Tarabon et al. (2020) à Toulouse et de Sahraoui et al. (2021) à Bordeaux proposent d'évaluer l'impact de scénarios d'urbanisation sur la connectivité écologique des espèces animales, pour guider ensuite la planification de l'urbanisation selon ces impacts. Toutefois, d'autres études montrent que le transfert de connaissances entre les sphères scientifiques et opérationnelles reste difficile dans ce domaine (Vimal et al., 2012, Gippoliti et Battisti, 2017). Dans ce travail, nous proposons une démarche inversée par rapport aux études précédentes. Nous choisissons en effet de partir des zones « à urbaniser » (AU) des Plans Locaux d'Urbanisme (PLU). Il s'agit de montrer comment il est possible de prioriser l'urbanisation dans des zones dédiées à cet effet, au regard de critères écologiques. La zone d'étude utilisée pour ce travail est située dans l'Ouest lyonnais (3600 km²). Ce territoire majoritairement rural et périurbain, proche de Lyon et Saint-Étienne, est de plus en plus attractif et soumis à d'importantes pressions foncières. La méthodologie se décline en 5 étapes :

- 1) Collecte de toutes les zones AU des PLU des 314 communes concernées
- 2) Lecture et interprétation des SCOTs de la zone d'étude afin d'évaluer le nombre de logements attendus par commune, et leur type (individuel ou collectif) à l'horizon 2030
- 3) Modélisation des bâtiments à construire selon ces critères à l'aide de l'outil Mobisim DevRes
- 4) Modélisation des réseaux écologiques de quatre espèces animales à l'aide de l'outil Graphab
- 5) Quantification des impacts écologiques potentiels du bâti simulé à l'aide de métriques paysagères. Ce scénario sert de référence. Il s'agit alors de savoir comment orienter la planification de l'urbanisation pour limiter les impacts écologiques. Nous évaluons l'impact écologique potentiel de chaque zone AU prise individuellement afin de les classer. En prenant la même quantité d'urbanisation que dans le scénario de référence, nous simulons de nouveau l'urbanisation dans les zones aux plus faibles impacts écologiques puis nous calculons de nouveau l'impact global des zones bâties. Les résultats montrent que le nombre de logements planifiés dans les SCOTs ne correspond pas toujours à la place disponible dans les zones AU des PLU. Les différentiels d'impacts entre chaque zone sont plutôt faibles, mais permettent tout de même de prioriser des zones à urbaniser en fonction de critères écologiques. La méthodologie mise en place peut ainsi permettre de guider les acteurs de l'aménagement dans leurs opérations d'urbanisme pour préserver au mieux la fonctionnalité des réseaux écologiques.

BIBLIOGRAPHIE

- Gippoliti, S., & Battisti, C. (2017). More cool than tool: Equivoques, conceptual traps and weaknesses of ecological networks in environmental planning and conservation. *Land use policy*, 68, 686-691.
- Sahraoui, Y., Leski, C. D. G., Benot, M. L., Revers, F., Salles, D., van Halder, I., Barneix, M., & Carassou, L. (2021). Integrating ecological networks modelling in a participatory approach for assessing impacts of planning scenarios on landscape connectivity. *Landscape and Urban Planning*, 209, 104039.
- Tarabon, S., Calvet, C., Delbar, V., Dutoit, T., & Isselin-Nondedeu, F. (2020). Integrating a landscape connectivity approach into mitigation hierarchy planning by anticipating urban dynamics. *Landscape and Urban Planning*, 202, 103871.
- 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.
- Vimal, R., Geniaux, G., Pluvinet, P., Napoleone, C., & Lepart, J. (2012). Detecting threatened biodiversity by urbanization at regional and local scales using an urban sprawl simulation approach: Application on the French Mediterranean region. *Landscape and Urban Planning*, 104(3-4), 343-355.

Ecologie urbaine

Jeudi 10 février

13h30 – 17h00

Comment la morphologie urbaine influence-t-elle la structure génétique des populations animales à l'échelle d'une aire urbaine ?

10 février
13h30-14h

Paul Savary

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Les aires urbaines devraient couvrir trois fois la surface qu'elles couvraient en 2000 à l'horizon 2030. Pour limiter l'érosion actuelle de la biodiversité, il est primordial de comprendre quelles propriétés des villes influencent la dynamique des espèces. Alors que certains travaux ont mis en évidence l'effet bénéfique pour la biodiversité de la densification urbaine par rapport à des modes d'urbanisation conduisant à l'étalement urbain (Sushinsky *et al.*, 2013), d'autres ont montré que ce résultat dépendait des espèces étudiées et du degré d'urbanisation pré-existant (Soga *et al.*, 2014). Il faudrait donc considérer la diversité des morphologies urbaines et des espèces potentiellement impactées et approfondir ces recherches avant de généraliser leurs préconisations. Par ailleurs, comprendre les dynamiques de la biodiversité urbaine ne peut se faire sans prendre en compte les espaces péri-urbains peu anthropisés auxquels les espaces verts urbains sont connectés. Enfin, l'urbanisation influence de façon significative les trajectoires évolutives des espèces (Szulkin *et al.*, 2020), faisant du maintien de la diversité génétique un enjeu majeur déterminant leur survie et leur adaptation au milieu urbain. Dans ce contexte, il paraît nécessaire de répondre à la question suivante : comment la structure génétique des populations est-elle influencée par la surface et la configuration des zones bâties, des espaces verts urbains et des espaces péri-urbains peu anthropisés ?

La nécessité de considérer plusieurs aires urbaines aux morphologies variées et la structure génétique des populations de plusieurs espèces à une échelle incluant les espaces péri-urbains augmente considérablement le coût des études empiriques réunissant tous ces critères. Le recours à des simulations permet de s'affranchir de ces limites. Ainsi, nous avons considéré un ensemble d'aires urbaines européennes faisant partie de la base de données géographiques Urban Atlas et caractérisé leurs morphologies urbaines. Nous avons ensuite simulé la structure génétique des populations de plusieurs espèces virtuelles situées dans les espaces verts urbains et espaces forestiers péri-urbains de ces aires à l'aide du package R **PopGenReport** (Adamack et Gruber, 2014). La structure génétique dépendait des effectifs des populations et de leur isolement spatial vis-à-vis des autres populations. Nous avons enfin mis en relation les réponses génétiques simulées et les caractéristiques morphologiques des aires urbaines.

Les premiers résultats issus de ce travail indiquent que les différences de diversité génétique entre populations urbaines et péri-urbaines influencent de façon importante la diversité génétique globale à l'échelle de l'aire urbaine. Elles dépendent surtout de la surface et de la configuration des espaces forestier péri-urbains et de façon marginale de la surface des espaces verts urbains. Ces résultats révèlent l'importance de l'échelle à laquelle la biodiversité est mesurée pour évaluer l'impact de l'urbanisation et adapter la planification urbaine à la conservation de la biodiversité. À l'avenir, nous envisageons d'approfondir ces analyses et d'étudier à une échelle plus fine la distribution spatiale de la diversité génétique dans un panel d'aires urbaines françaises, afin de traduire ces résultats en préconisations concrètes en lien avec des acteurs locaux.

BIBLIOGRAPHIE

- Adamack, A. T. et Gruber, B. (2014). PopGenReport : simplifying basic population genetic analyses in R. *Methods in Ecology and Evolution*, 5(4):384-387.
- Soga, M., Yamaura, Y., Koike, S. et Gaston, K. J. (2014). Land sharing vs. land sparing : does the compact city reconcile urban development and biodiversity conservation ? *Journal of Applied Ecology*, 51(5):1378-1386.
- Sushinsky, J. R., Rhodes, J. R., Possingham, H. P., Gill, T. K. et Fuller, R. A. (2013). How should we grow cities to minimize their biodiversity impacts ? *Global change biology*, 19(2):401-410.
- Szulkin, M., Munshi-South, J. et Charmantier, A. (2020). *Urban evolutionary biology*. Oxford University Press, USA.

Le rôle des aménités vertes dans les préférences résidentielles : une approche par photo-questionnaire

10 février
14h-14h30

Julien Cottin, Samy Youssoufi, Samuel Carpentier-Postel

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Contexte et problématique. Les changements globaux actuels nous imposent une mise en cause de certaines dynamiques urbanistiques. Parmi celles-ci, l'étalement urbain et l'artificialisation des sols sont des priorités sur lesquelles agir pour améliorer la durabilité de nos villes. Bien qu'aujourd'hui considéré comme une menace, l'étalement urbain est avant tout une réponse à des besoins individuels et collectifs, notamment en termes d'habitat. En effet, d'après un rapport rédigé par l'ADEME en 2018, l'habitat occupe la première place en tant que cause l'artificialisation des sols. Parmi les différentes typologies d'habitat remise en cause, une est expressément visée : l'habitat individuel pavillonnaire en milieu périurbain. Pour autant, ce type d'habitat répond à des besoins et des préférences individuelles encore très présentes : l'accès à la propriété, l'intimité, la possession d'un jardin (ibid) ; tout cela pour un coût moindre que dans les centres urbains et en conservant une certaine proximité avec les aménités urbaines. Afin de proposer des alternatives à ce type d'habitat, sans remettre en cause la qualité de vie des individus, il apparaît nécessaire de mieux comprendre les systèmes de préférences à l'origine de ces choix résidentiels, notamment en ce qui concerne l'attrait spécifique pour les aménités vertes. Deux questions ont guidé notre travail : quelle est la place des aménités vertes dans les préférences résidentielles ? Comment la place accordée à ces aménités varie et selon quels déterminants ?

Données et méthodes. Pour répondre à ces questions une enquête auprès des résidents des unités urbaines Bisontines et Dijonnaises a été réalisée durant l'été 2021. La passation s'est déroulée en ligne et en face-à-face. Au total, 487 réponses exploitables ont été récoltées. L'enquête se présentait comme suit :

– Pour questionner les préférences d'habitats, nous avons eu recours à un photo-questionnaire (Goodspeed, 2017). À l'aide de comparaison par paires, les personnes ont dû indiquer quel type d'habitat elles préfèrent. Trente photos représentant au mieux la diversité d'habitat existant dans les deux villes, en termes d'âge du bâti, de végétalisation, de localisation, ont été utilisées. Chacune des photos a été comparée trois fois par chaque enquêté, permettant ainsi de les hiérarchiser entre elles.

– Dans un second temps, nous avons demandé aux sujets d'indiquer, lors d'un questionnaire de caractérisation (Abric, 2003), parmi une liste de 15 critères lesquels sont ceux qu'ils jugent importants ou non dans le choix de leur quartier. Les critères sélectionnés proviennent de la synthèse de différentes échelles de mesure de la qualité de l'environnement résidentiel perçu (Fleury-Bahi, 2010) et décrivent trois dimensions de l'environnement résidentiel : sociale, fonctionnelle et physique (Thomas & Pattaroni, 2012).

Résultats attendus. Les résultats attendus reposent, dans une première étape, sur l'élaboration d'une typologie de modes d'habiter à partir des informations sociodémographiques, des items du questionnaire de caractérisation (accessibilité, espaces verts, etc.), des trajectoires résidentielles et des comportements de mobilité. Ensuite, les évaluations des photographies sont analysées en fonction d'une différenciation inter-groupes afin de mettre en évidence l'influence des modes d'habiter sur les préférences déclarées.

BIBLIOGRAPHIE

Abric, J.-C. (Ed.). (2003). *Méthodes d'étude des représentations sociales*. Eres.

Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie, 2018, *Faire la ville dense, durable et désirable : agir sur les formes urbaines pour répondre aux enjeux de l'étalement urbain*, 72p., https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/ademe_ville_dense_et_desirable.pdf

Fleury-Bahi, G. (2010). *Psychologie et environnement*. De Boeck Supérieur.

Goodspeed, R. (2017). Research note : An evaluation of the Elo algorithm for pairwise visual assessment surveys. *Landscape and Urban Planning*, 157, 131-137.

Thomas, M.-P., & Pattaroni, L. (2012). Choix résidentiels et différenciation des modes de vie des familles de classes moyennes en Suisse. *Espaces et sociétés*, n° 148-149(1), 111.

Comment orienter l'aménagement des espaces résidentiels et la morphologie des villes pour défendre un urbanisme écologique ?

10 février
14h30-15h

Thomas Boutreux^{1,2,3}, Marc Bourgeois², Bernard Kaufmann³

¹ Ecole Urbaine de Lyon ; ² UMR Environnement Ville Société, Univ.Lyon 3 ; ³ UMR 5023 CNRS Laboratoire d'Ecologie des Hydrosystèmes Naturels et Anthropisés, Univ.Lyon 1

La grande accélération de l'anthropocène que nous constatons depuis 70 ans a altérée le fonctionnement des écosystèmes par la destruction et la fragmentation des habitats naturels, notamment par l'urbanisation. L'espace que nous accordons aux autres vivants conditionne leur possibilité d'existence et il est de la responsabilité de l'aménagement de ménager la capacité d'accueillir la biodiversité, garante de services écosystémiques résilients. L'habitat collectif offre une opportunité rarement investiguée de renaturation, au plus proche de nos lieux de vie, par la frugalité foncière et la gestion d'un espace vivant en commun. Le projet de recherche action COLLECTIFS : Quelle biodiversité au pied de votre immeuble ? fédère sur le territoire du Grand Lyon des chercheurs en écologie, géographie et sciences sociales, des associations environnementales, des bailleurs sociaux et des habitants en copropriété. 7000 logements sont concernés par l'étude pilote conduite en 2021 sur 48 sites d'étude avec diagnostics croisés des sols, de la biodiversité et des perceptions des résidents. Alors que certaines études scientifiques (p.ex. Tannier et al 2016) et les stratégies spatiales de développement prônent depuis 20 ans une ville compacte limitant son expansion, son habitabilité a fortement régressée et la végétalisation devient désormais une priorité (Russo et Cirella 2018, Lin et al 2015). Nous proposons ici de montrer où l'équilibre est possible entre les deux injonctions contradictoires de densification et végétalisation. Actuellement, des gardes fous émergent dans les documents d'urbanisme afin de réserver un espace suffisant aux espaces végétalisés et de plein sol (p.ex : Coefficient de Biotope par Surface). Cependant, ces nouvelles réglementations sont souvent constatées contre-productives tant les coefficients sont établis à l'aveugle, sans analyse spatiale ni quantitative de la problématique.

L'utilisation conjointe des Fichiers Fonciers du CEREMA, de l'exploitation d'images aériennes et de données Lidar permet une analyse croisée à très haute résolution (1m²) de l'occupation (incluant un couvert végétal stratifié) et de l'utilisation des sols. Cette fine connaissance spatialisée du territoire permet de porter un regard synthétique sur la tension entre densité urbaine et végétalisation des 21.000 parcelles en Habitat Collectif de la métropole de Lyon, où vivent 80% de ses habitants. L'analyse rétrospective (p.ex Cortinovic et al. 2019) nous a permis d'évaluer notre trajectoire sur les dernières décennies pour mieux éclairer les stratégies à construire. L'analyse spatialisée et statistique nous a permis d'évaluer finement les marges de manœuvre opérationnelles à densité urbaine équivalente et de proposer un indicateur tenant compte du double enjeu de densité et végétalisation. Si la densification des quartiers selon un modèle d'urbanisme compact est bien vérifiée sur le Grand Lyon au cours des 10 dernières années, les opérations d'aménagement sont quant à elles moins denses et plus grandes. Est-ce une aubaine pour le plein sol et la végétalisation ? Nos données montrent malheureusement que le coefficient de végétalisation est d'autant plus faible que la parcelle a été aménagée après les années 80. Sur les aménagements préexistants, les surfaces artificialisées des espaces non-bâties invitent à poursuivre les efforts de désimperméabilisation et de renaturation : 50% de l'espace non bâti y est en moyenne artificialisé, alors qu'une diversité maximale des pratiques est constatée (0-100%). Pour les futurs aménagements, l'instauration d'un approvisionnement d'espaces de pleine terre par logement, dépendant de la densité, offre la possibilité de sortir du paradoxe entre densité et végétalisation et de se projeter vers plus de justice environnementale. Sur des densités cibles de 100 à 300 logements/ha, les aménagements les mieux équilibrés offrent jusqu'à 4x plus de surface végétalisée par logement.

BIBLIOGRAPHIE

- Cortinovic, Chiara, Dagmar Haase, Bruno Zanon, et Davide Geneletti. 2019. « Is urban spatial development on the right track? Comparing strategies and trends in the European Union ». *Landscape and Urban Planning* 181 (janvier): 22-37.
- Lin, Brenda, Jacqui Meyers, et Guy Barnett. 2015. « Understanding the Potential Loss and Inequities of Green Space Distribution with Urban Densification ». *Urban Forestry & Urban Greening* 14 (4): 952-58.
- Russo, Alessio, et Giuseppe Cirella. 2018. « Modern Compact Cities: How Much Greenery Do We Need? » *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (10): 2180.
- Tannier, Cécile, Marc Bourgeois, Hélène Houot, et Jean-Christophe Foltête. 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 (mars): 76-91.

Agriculture urbaine et urbanisme durable : une méthodologie d'évaluation en trois étapes

10 février
15h30-16h

Fanny Sarkissian^{1,2}, Teddy Loyer¹, Jean-Philippe Antoni²

¹ Bureau d'études GéoHabitat, Dijon ; ² Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne

Problématique. L'agriculture urbaine fait partie des propositions les plus récentes pour l'innovation urbaine et l'urbanisme durable (Lovell, 2010). Théoriquement, elle répond en effet en partie aux objectifs d'une économie plus durable dans un environnement viable, avec une meilleure prise en compte des enjeux sociaux. Cependant, malgré ces avantages théoriques, les exemples concrets d'agriculture urbaine restent rares, en particulier dans les agglomérations françaises où les projets dépassent peu le stade de l'expérimentation. Pour comprendre ce décalage, il apparaît primordial d'identifier les freins et de déterminer les innovations nécessaires à l'ouverture des verrous actuels, à travers une exploration globale du Système Agricole Urbain (SAU). L'agriculture urbaine fait en effet l'objet d'un nombre de publications croissant dans la littérature, mais rares sont celles qui traitent la problématique sous un angle spatial et systémique (Artmann et Sartison, 2018), en l'intégrant comme un élément à part entière du système urbain. Cette intégration constitue l'objectif poursuivi ici.

Méthodologie. Pour ce faire, une méthodologie est développée en trois étapes : (i) une modélisation de l'agriculture urbaine comme un système dynamique (Forrester, 1978) ; (ii) une spatialisation de ce système au sein d'un système d'information géographique ; (iii) une évaluation multi-critère permettant d'en évaluer les bénéfices locaux et globaux en termes de durabilité. Individuellement, chacune de ces étapes repose sur des techniques connues et validées. Leur combinaison au sein d'un système dynamique constitue en revanche à la fois un enjeu méthodologique et une innovation thématique dans ce domaine.

Résultats et perspectives. À cette étape de la recherche, la méthodologie est testée à travers trois thématiques qui illustrent chacune un levier de durabilité au sein de la métropole de Dijon : l'accessibilité locale aux projets d'agriculture urbaine (équité sociale), le type de pratique d'agriculture choisie localement (environnement viable) et les aires de chalandises générées par la répartition des lieux de vente au sein de la métropole (économie durable). Ces premiers résultats permettent de valider chaque étape de la méthode, et constituent un premier pas vers un couplage qui permettra d'automatiser la démarche et de proposer un véritable outil d'aide à la décision publique et à l'aménagement des projets d'agriculture urbaine.

Mots clés : Agriculture urbaine, ville durable, dynamique des systèmes, SIG, évaluation

BIBLIOGRAPHIE

Artmann Martina, Sartison Katharina, 2018, « The Role of Urban Agriculture as a Nature-Based Solution: A Review for Developing a Systemic Assessment Framework », *Sustainability*, 10(6), p. 1937.

Forrester Jay Wright, 1978, *Dynamique urbaine*, Economie Publique de l'aménagement et des transports.

Lovell Sarah Taylor, 2010, « Multifunctional Urban Agriculture for Sustainable Land Use Planning in the United States », *Sustainability*, 2(8), p. 2499-2522.

Quelle gouvernance pour optimiser la connectivité paysagère dans les quartiers de gare ? Une approche par la modélisation participative des systèmes socio-écologiques

10 février
16h-16h30

Alexandre Auvray¹, Yohan Sahraoui², Nils Le Bot³, Pascal Marty⁴

¹ UMR 7533 LADYSS Université de Paris, Université Panthéon-Sorbonne, Université Paris Nanterre, Université Vincennes-Saint-Denis ; ² UMR ThéMA, Université Bourgogne Franche-Comté ; ³ UMR LISST, Université Toulouse II Jean Jaurès et AREP ; ⁴ USR 3129 / UMIFRE 11 Maison Française d'Oxford - CNRS et Ministère de l'Europe et des Affaires Étrangères

La densification des infrastructures de transport participe à la fragmentation des milieux et au changement d'usage des sols, une des premières causes du déclin de la biodiversité dans le monde (Newbold et al. 2015; Antrop 2004). L'intégration de la biodiversité et de la connectivité paysagère dans le cahier des charges de l'aménageur urbain apparaît alors comme un défi pour ce dernier, qui doit composer avec les contraintes techniques relatives à l'implémentation, à la présence et au fonctionnement de ces infrastructures de transport. Nous posons le double constat d'un manque de travaux scientifiques sur les interactions entre morphologie urbaine et biodiversité à l'échelle des quartiers à fortes contraintes techniques alors même que les acteurs opérationnels sont face à un réel besoin d'éléments de compréhension pour promouvoir des conceptions de gares et aménagements de leurs quartiers favorables à la biodiversité. Le projet de recherche *Frugacité* s'attache à analyser ces enjeux dans les quartiers de gare comme représentatifs des quartiers à fortes contraintes techniques, en tant qu'espaces destinés à faire coexister la gestion mécanique des flux avec une offre de services variés (Bruyas 2015).

Le choix des sites d'études a été réalisé parmi les gares de la ligne N du Transilien (ouest de l'Île-de-France et nord-est du Centre-Val de Loire). Une analyse statistique (ACP et CAH) de l'occupation du sol et le tissu urbain du périmètre de ces quartiers de gare a fait émerger 4 types de quartiers de gare traduisant différents contextes et morphologies urbaines de l'urbain au rural. Partant de cette typologie, un quartier de gare a été retenu au sein de chaque type lors d'ateliers participatifs réunissant des partenaires techniques (membres du groupe SNCF et experts dans la pratique d'aménagement du territoire), en se basant sur les dynamiques urbaines de ces quartiers. Ces ateliers ont déjà permis d'esquisser les caractéristiques d'un quartier de gare ainsi que la biodiversité commune présente (Figure 1).

A partir de l'analyse de la typomorphologie des gares, des qualités éco-paysagère des habitats et des pratiques et représentations des aménageurs, riverains et usagers, les ateliers suivants réuniront les partenaires techniques et un ensemble d'acteurs des territoires d'études, d'habitants et d'usagers autour d'une démarche de modélisation participative des systèmes socio-écologiques (SSE) en réseaux multi-niveaux (Bodin et al. 2019). Cette modélisation se basera sur le couplage de deux types de graphes, l'un représentant les systèmes écologiques associés ici à la connectivité paysagère d'espèces animales et végétales (modélisée par Graphab) et l'autre le système social associé à la gouvernance du système écologique. L'approche quantitative des SSE multi-niveaux à partir de métriques structurales aura l'avantage de permettre une comparaison entre les sites. Elle s'appliquera à l'étude d'un enjeu classique des SSE, à savoir la configuration du système de gouvernance de manière à ce que les échelles spatiale, temporelle et fonctionnelle de ce système et des processus écologiques soient alignées. L'application de cette approche dans notre cadre pose des questions majeures : comment adapter pratiquement et théoriquement cette méthode originellement conçue pour la gouvernance des biens communs (e.g. réserves halieutiques) à la connectivité paysagère urbaine (Kininmonth, Bergsten, et Bodin, 2015) ? Comment identifier l'influence des contraintes techniques des quartiers de gare, pré-identifiées dans des ateliers participatifs, sur chaque élément du système ? Ces travaux viseront in fine à développer un modèle d'aide à la décision pour la programmation et la conception architecturale, urbaine et paysagère des quartiers à fortes contraintes techniques.

² Le projet Frugacité (FoRmes Urbaines des quartiers de GARE ou à fortes Contraintes et biodiversITÉ) est un programme de recherche-action répondant à l'appel à projet de recherche Baum organisé par le PUCA en février 2020.

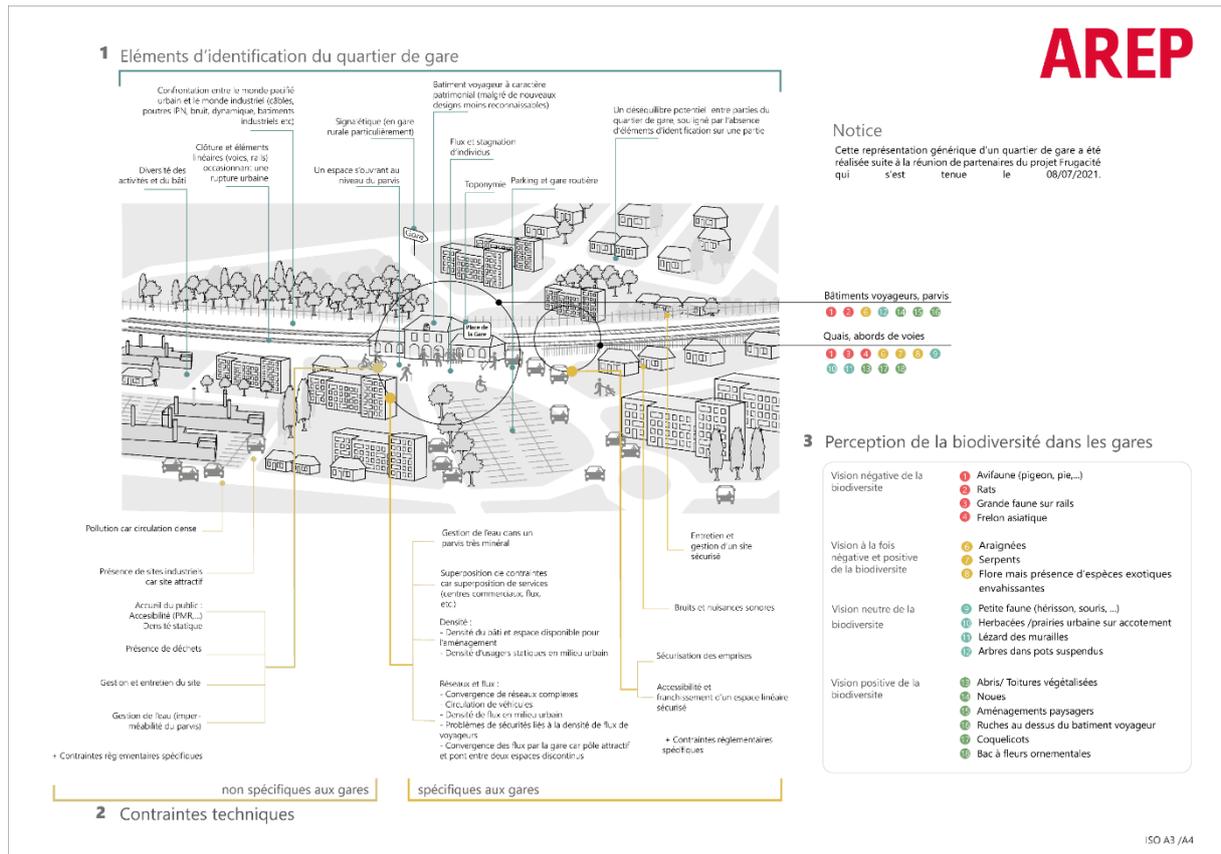


Figure 1 : Schéma synthétique présentant le quartier de gare, les contraintes techniques associées ainsi que la biodiversité que l'on peut y trouver

BIBLIOGRAPHIE

Antrop, Marc. 2004. « Landscape Change and the Urbanization Process in Europe ». *Landscape and Urban Planning, Development of European Landscapes*, 67 (1): 9-26. [https://doi.org/10.1016/S0169-2046\(03\)00026-4](https://doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00026-4).

Bodin, Ö., S. M. Alexander, J. Baggio, M. L. Barnes, R. Berardo, G. S. Cumming, L. E. Dee, et al. 2019. « Improving Network Approaches to the Study of Complex Social–Ecological Interdependencies ». *Nature Sustainability* 2 (7): 551-59. <https://doi.org/10.1038/s41893-019-0308-0>.

Bruyas, Thomas. 2015. « De la complexité des projets de gares. Du traitement d'un objet urbain à la conduite de projet », 113.

Kininmonth, Stuart, Arvid Bergsten, et Örjan Bodin. 2015. « Closing the Collaborative Gap: Aligning Social and Ecological Connectivity for Better Management of Interconnected Wetlands ». *AMBIO* 44 (S1): 138-48. <https://doi.org/10.1007/s13280-014-0605-9>.

Newbold, Tim, Lawrence Hudson, Samantha Hill, Sara Contu, Igor Lysenko, Rebecca Senior, Luca Börger, et al. 2015. « Global effects of land use on local terrestrial biodiversity ». *Nature* 520 (avril): 45-50. <https://doi.org/10.1038/nature14324>.

Quels concepts formels d'accessibilité mobiliser pour aménager plus durablement les territoires en favorisant les modes actifs ?

10 février
16h30-17h

Xavier Lehmann, Olivier Bonin

ENPC, Laboratoire Ville Mobilité Transport, Université Gustave Eiffel

Aménager durablement les territoires est un enjeu majeur pour le développement des agglomérations urbaines. Dans les programmes visant à réduire l'utilisation des ressources énergétiques et améliorer la cohésion sociale dans le respect de l'environnement, l'accessibilité est souvent évoquée comme un axe de travail essentiel. Elle sous-tend les politiques cherchant à limiter l'usage de la voiture et promouvant la densification des centres au profit des transports en commun et des modes actifs (marche, vélo, etc.). Néanmoins, le terme d'accessibilité est fortement polysémique et n'est par exemple pas appréhendé de la même manière dans les documents d'urbanismes, chez les économistes ou par les pouvoirs publics. Toutefois, au-delà des différences de définition ou de concept, nous relevons des points communs, notamment l'importance d'une approche multi-échelle de l'accessibilité, et la nécessité de sortir d'une approche trop normative.

Les concepts, introduits par les sociologues, de mobilité, définie comme rapport social au changement de lieu, puis de motilité (Kaufmann, 2002), décrivant la propension d'un individu à se déplacer, invitent à reconsidérer la notion d'accessibilité initialement définie par Hansen (1959) comme performance de l'accès à différentes ressources. Cependant, ces concepts sociaux sont parfois difficiles à décliner en termes géographiques. L'approche de l'ergonomie spatiale (Saint-Gérard 2002 ; Hached et Propeck-Zimmermann 2020) aborde de son côté la façon dont les ressources d'un territoire peuvent être mobilisées en pratique. Nombre de ces travaux peuvent par ailleurs être lus au prisme des capacités (Sen, 1979), qui permet de donner un cadre général à la notion d'accessibilité (Le Morellec 2014, Bonin et Frankhauser 2017). Par ailleurs, les restrictions de déplacement dues à la pandémie de Covid-19 ont relancé les débats sur l'accès aux ressources, ainsi que sur la possible mise en application des concepts de « ville du quart d'heure » et de « densité désirable », qui revendiquent également l'accessibilité comme concept central.

Aux conditions classiques définissant l'accessibilité à une ressource donnée (répartition spatiale de cette ressource et possibilité physique d'accès), il nous paraît indispensable d'ajouter la connaissance de l'existence de cette ressource et des moyens pour y accéder. Traditionnellement plus étudiée dans les champs de la cognition spatiale ou de la psychologie que de la géographie ou de l'aménagement, cette dimension socio-cognitive des choix de mobilité ne doit pas être négligée dans une optique opérationnelle. C'est cette lecture multi-échelle et plurifactorielle de l'accessibilité que nous souhaitons présenter, en nous focalisant de manière empirique sur l'accessibilité aux commerces et services par la marche.

Ces questions seront abordées à travers une étude du territoire de Marne-la-Vallée. Cette ville nouvelle représente un espace de mobilité original souvent utilisé par la recherche. Avec les premiers résultats d'une enquête sur les étudiants du campus de Champs-sur-Marne, nous évoquerons plus en détail les dimensions cognitive et psycho-sociale des déplacements quotidiens. Dans le cadre de nos recherches sur la construction de modèles d'aménagement durables, ces résultats nourrissent ainsi notre projet de formalisation d'un modèle fonctionnel de durabilité des territoires basé sur l'accessibilité.

BIBLIOGRAPHIE

- Bonin, O., Frankhauser, P. (2017) Accessibility, Amenities and Needs – a conceptual framework for exploring households' satisfaction, ECTQG.
- Hached, W., Propeck-Zimmermann, E. (2020) Mobilité douce et disparités socio-spatiales : évaluation de l'ergonomie d'accès aux ressources du quotidien. In : Territoire en mouvement Revue de géographie et aménagement, 47.
- Hansen, W. (1959) How Accessibility Shapes Land Use, Journal of the American Institute of Planners, 25:2, 73-76, DOI: 10.1080/01944365908978307
- Le Morellec, F. (2014) L'approche par les capacités un nouveau cadre pour l'analyse de l'accessibilité universelle : application à la mobilité des personnes vieillissantes. Thèse de doctorat en architecture et aménagement de l'espace. Conservatoire national des arts et métiers - CNAM.
- Saint-Gérard T. (2002), S.I.G. : Structures conceptuelles pour l'analyse spatiale. Mémoire d'H.D.R., Université de Rouen.

Mobilité

Jeudi 10 février

13h30 – 15h

Un système de modélisation pour élaborer et évaluer des stratégies de développement de la mobilité durable (projet SuMo-Rhine)

10 février
13h30-14h

Paul Salze¹, Florian Kohler¹, Nadège Blond¹, Johanne Hirtzel¹, Alexis Conesa¹, Grzegorz Skupinski¹, Arnaud Piombini¹, Janusch Jehle², Samuel Mayer², Sven Decker²

¹ UMR Image, Ville, Environnement, Université de Strasbourg, ² FELIS Universität Freiburg - Zentrum für Erneuerbare Energien

S'il existe aujourd'hui un consensus international quant à la nécessité de transformer les systèmes de mobilité pour les rendre davantage durables, les stratégies à mettre en œuvre pour y parvenir restent largement débattues (Hickman et al., 2013). L'objectif général du projet Interreg SuMo-Rhine (2018-2021) était de proposer des pistes d'action pour favoriser la mobilité durable dans l'espace trinational de la région du Rhin Supérieur. Dans cette perspective d'aide à la décision, un système de modélisation a été développé en vue de faciliter l'élaboration et l'évaluation de stratégies de développement de la mobilité durable à l'échelle d'une agglomération. Le but de cette communication est de présenter ce système de modélisation qui se compose de deux outils complémentaires.

Le premier outil, construit en lien avec le département FELIS de l'Université de Freiburg, est un système d'indicateurs spatialisés (SI) dont l'objectif est de caractériser un système de mobilité (SM) donné, et d'identifier des objectifs spécifiques pour essayer d'améliorer sa durabilité. Il est décomposé en deux parties : 1) les indicateurs décrivant le fonctionnement du système de mobilité 2) les indicateurs de durabilité qui décrivent ses impacts selon les dimensions économique, écologique et sociale. Ce SI met en relation des éléments spécifiques du système urbain qui se rapportent à un processus de planification urbaine plus large (mixité fonctionnelle des espaces) et d'autres éléments qui peuvent être directement influencés par les politiques de transport (conditions de mobilité). En sus des caractéristiques de la population, ces deux types d'éléments peuvent-être considérés comme les principaux déterminants des pratiques de mobilité dans les approches de modélisation classiques (Bonnel, 2002).

Le second outil est un modèle désagrégé de simulation de la mobilité quotidienne (ABSUM -Agent-Based Simulation of Urban Mobility) qui vise à simuler les déplacements (modes et itinéraires) des résidents du territoire, ainsi que les conséquences possibles de stratégies d'aménagement sur leurs pratiques. Ce modèle a été développé pour le cas de l'Eurométropole de Strasbourg (EMS), mais en gardant l'objectif de maximiser ses possibilités de transférabilité spatiale et temporelle. L'enjeu a notamment été de s'affranchir de l'usage de données d'Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) dont la couverture spatiale et temporelle est trop parcellaire. ABSUM permet ainsi d'alimenter le SI en fournissant des estimations locales pour les indicateurs relatifs aux pratiques de mobilité (flux et parts modales) et à leurs impacts, en particulier grâce à un couplage avec un modèle d'émissions de polluants (Ježek et al., 2018). Les perspectives à court terme sont d'une part d'évaluer la qualité des résultats de simulation par comparaison avec des données d'observation (EMD, comptages routiers), et d'autre part d'appliquer le système à deux scénarios d'aménagement qui ont été développés en lien avec l'École Nationale d'Architecture de Strasbourg.

BIBLIOGRAPHIE

- Bonnel P. (2002). *Prévision de la demande de transport*, Habilitation à Diriger des Recherches : Économies et finances, Université Lumière -Lyon.
- Hickman, R., Hall, P., & Banister, D. (2013). Planning more for sustainable mobility. *Journal of Transport Geography*, 33, 210-219.
- Ježek, I., Blond, N., Skupinski, G. & Močnik (2018). The traffic emission-dispersion model for a Central-European city agrees with measured black carbon apportioned to traffic. *Atmospheric Environment*, 184.

Simulation de l'autocopartage : un nouveau mode de transport partagé

10 février
14h-14h30

Louissette Garcin, Didier Josselin

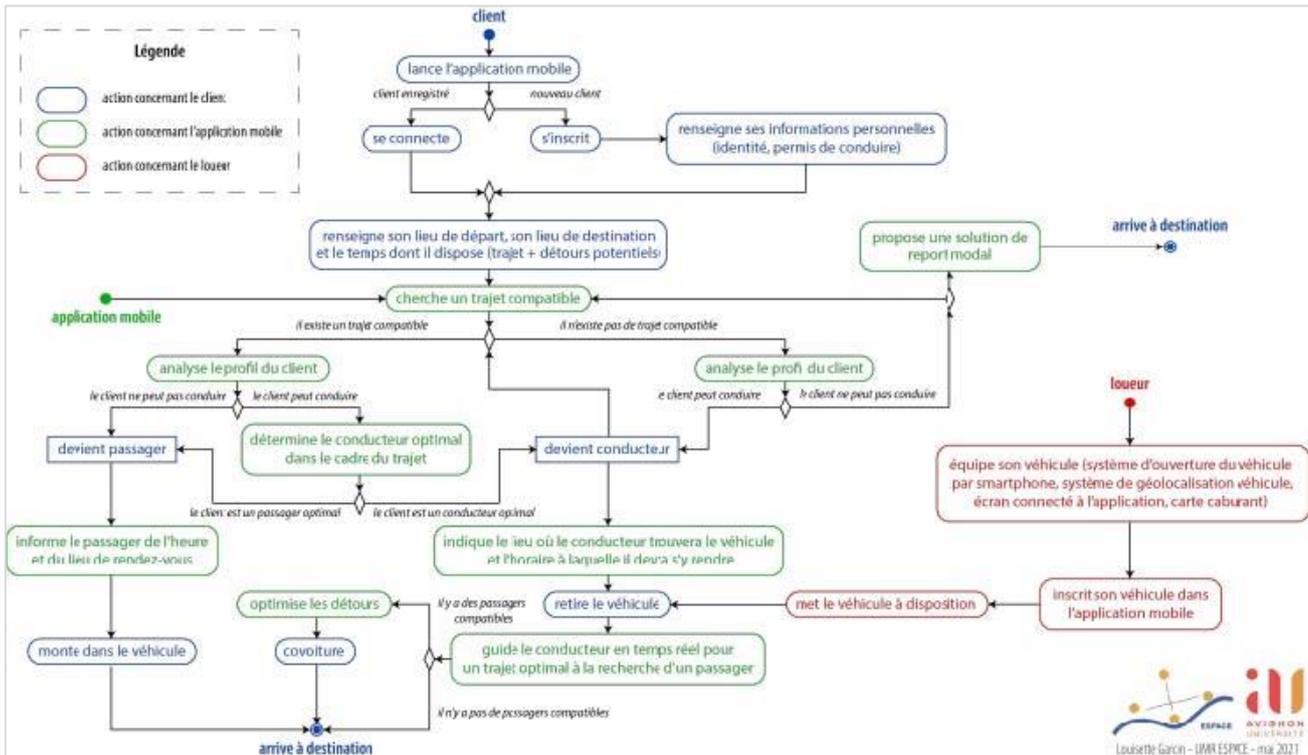
UMR Espace, Avignon Université

Notre étude vise à développer un nouveau mode de transport partagé innovant pour répondre à l'enjeu actuel que représente la mobilité quotidienne individuelle. Celui-ci s'insère dans un contexte de congestion urbaine, de croissance des inégalités socio-spatiales quant à l'accès à la mobilité ainsi que la prévalence du secteur des transports dans les émissions globales de gaz à effet de serre (ADEME, 2021).

1. Présentation du concept : l'autocopartage s'inscrit dans un projet de recherche initié par les travaux de Mohammed Amine Ait-Ouahmed dans sa thèse en 2018. Il s'agit d'un mode de transport partagé à la fois dans son fonctionnement ainsi que dans son utilisation (Garcin & Josselin, 2021). Comme pour le covoiturage, il repose sur le déplacement simultané d'individus à bord d'un même véhicule. Comme dans le cas de l'autopartage, ce nouveau mode de transport met à disposition une flotte de véhicule destinée à des clients. Enfin, comme dans le cas du transport à la demande, l'autocopartage permet une optimisation des itinéraires. Le croisement de l'ensemble de ces modes de déplacement préexistants permet de maximiser leurs avantages respectifs : augmentation du taux de remplissage des véhicules, augmentation de l'accès à la mobilité, diminution du taux de motorisation et incitation au report modal ou encore optimisation des itinéraires.

2. Formalisation du concept : afin de faciliter l'étude théorique de l'autocopartage, nous proposons une formalisation à la fois graphique (Figure 1 : formalisation graphique de l'autocopartage) mais aussi sa traduction algorithmique.

3. Mesure du concept : le développement d'un nouveau système de transport requiert d'en mesurer les impacts potentiels. Pour cela, nous avons effectué des simulations d'autocopartage au sein de l'un des plus importants pôles attracteurs de la région Provence-Alpes-Côte-d'Azur : Aix-Marseille Université. Cette zone d'étude draine quotidiennement plus de 80 000 individus distribués sur une quarantaine de sites et campus. Les déplacements domicile-travail ainsi que domicile-études concernent une part majeure de l'ensemble des mobilités quotidiennes et sont soumis à une organisation incarnée par le Plan de Déplacement d'Entreprise. La simulation de l'autocopartage au sein d'Aix-Marseille Université nous a alors permis, en nous basant sur les données concernant les origines et les destinations des étudiants et du personnel (obtenues dans le cadre de la réalisation du Plan de Déplacement d'Aix-Marseille Université), de regrouper les individus compatibles et ainsi de modéliser cette nouvelle forme de mobilité partagée. L'évolution du taux moyen de remplissage des véhicules, la part d'individus ayant effectué un report modal au détriment de l'autosolisme ou encore le temps moyen dédié aux déplacements ont pu être mesurés au cours de cette étude, mettant alors en évidence les impacts de l'autocopartage sur les étudiants et le personnel d'Aix-Marseille Université.



BIBLIOGRAPHIE

ADEME. (2021). Documentation Base Carbone—Bilan GES ADEME.

Ait-Ouahmed, M. A. (2018). Optimisation dans l'auto-partage à un seul sens avec voitures électriques et relocalisations. Université d'Avignon et des Pays de Vaucluse.

Garcin, L., & Josselin, D. (2021, septembre). L'autocopartage, un nouveau mode de transport innovant et hybride. [Communication session accessibilité, mobilité, transport]. 57ème colloque annuel de l'ASRDLF, Avignon.

Ministère de la transition écologique et solidaire, & Commissariat général au développement durable. (2021). Les émissions de gaz à effet de serre du secteur des transports. L'environnement en France - Rapport sur l'état de l'environnement.

Estimer l'effet de la diffusion du télétravail sur la mobilité des actifs

10 février
14h30-15h

Léa Wester¹, Nicolas Louvet²

¹ Géographe / Cheffe de projet, 6t bureau de recherche ; ² Politiste / Directeur, 6t bureau de recherche

La pratique du télétravail était assez faible avant 2020, malgré d'importantes attentes sociétales (Aguiléra et al., 2016). La pandémie de covid-19 a transformé nos modes de vie et accéléré la diffusion du télétravail. De nombreux travaux estiment que le télétravail transforme les mobilités : diminution des déplacements, transformation de l'utilisation des modes de transport... (Tissandier et al. 2019). Dans ce contexte et dans le cadre d'un partenariat avec l'Ademe, nous cherchons à objectiver la relation entre télétravail et mobilités.

La question centrale de cette recherche est la suivante : comment quantifier l'influence du télétravail sur la mobilité et dans le contexte de la pandémie, qu'est-ce que la diffusion du télétravail pourrait entraîner comme transformation des mobilités ?

La méthode utilisée s'appuie sur un questionnaire auto-administré diffusé en ligne en avril-mai 2020. Cette enquête a permis de constituer un échantillon représentatif de la population française de 4000 personnes et de définir deux sous-populations : les télétravailleurs habituels (avant la pandémie) et les nouveaux télétravailleurs (qui ont commencé à l'occasion de la pandémie et qui ont la volonté de continuer). L'estimation des transformations liées à la généralisation du télétravail repose sur l'hypothèse que les nouveaux télétravailleurs transformeront leur mobilité de la même manière que les télétravailleurs habituels.

Pour analyser l'influence du télétravail sur la mobilité, nous devons définir la mobilité, en temps normal, des télétravailleurs habituels et celle des futurs télétravailleurs. Le télétravail permet une réorganisation générale des emplois du temps (Thomsin, 2004). Ce qui nous oblige à prendre en compte tous les motifs de déplacement, et pas uniquement les déplacements domicile-travail. Par ailleurs, un tiers des déplacements sont complexes, c'est-à-dire qu'ils intègrent des déplacements secondaires (Kieffer et al, 2015). Nous devons donc prendre en compte les chaînes de déplacement, et à l'échelle hebdomadaire. Dès lors, notre question devient : comment mesurer finement la mobilité des actifs alors que nous n'avons pas les moyens de réaliser une enquête ménages déplacements ?

La méthode que nous proposons est structurée en trois étapes :

- Une collecte des données simplifiée
- Une reconstruction des distances parcourues à partir d'un croisement avec l'ENTD
- Une reconstruction de la mobilité quotidienne et hebdomadaire en fonction des pratiques de télétravail avant la pandémie et après le confinement

Les résultats de ces analyses permettent d'estimer les évolutions de la mobilité liées à la diffusion de la pratique du télétravail selon les motifs, les profils et les types d'espaces. Cependant, une telle méthode laisse un certain nombre de questions en suspens, notamment celle du report des déplacements au sein du ménage, et des voies d'amélioration sont à explorer.

BIBLIOGRAPHIE

- Aguiléra, A., Rallet, A., 2016, "Mobilité Connectée et Changements dans les pratiques de déplacement." *Rezeaux* 200 (6): 17-59.
- Kieffer, L., Audard, F., 2015, "L'organisation quotidienne des sorties : le Chaînage des déplacements, stratégie pour une mobilité optimisée ?" Aix Marseille Université.
- Tissandier, P., Mariani-Rousset, S., 2019, "Les Bénéfices Du Télétravail." *Revue Francophone Sur La Santé et Les Territoires*.
- Thomsin, L., 2004, "Le Télétravail, une réponse à la demande de mobilités spatio-temporelle dans la gestion du quotidien des populations actives et de leurs Familles." *Temps Sociaux, Temps de Travail*.

Energie et ressources

Jeudi 10 février

15h30 - 17h

L'impact des formes urbaines dans la mise en place des politiques de transition énergétique : une approche par la modélisation

10 février
15h30-16h

Maud Haffner

ENPC - Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT), Université Gustave Eiffel ; Laboratoire ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

La sobriété énergétique apparaît comme un élément central de la ville durable face à la problématique du réchauffement climatique et aux difficultés croissantes d'approvisionnement énergétique. Environ 50 % de l'énergie finale consommée en France est utilisée directement par les individus, c'est à dire dans les bâtiments pour les besoins de chauffage, d'éclairage ou encore d'électricité spécifique (29%) et dans les transports pour se déplacer quotidiennement (20%) (SDES, 2020). Ces deux secteurs apparaissent ainsi comme deux champs d'actions majeurs permettant de réduire significativement la consommation globale d'énergie. Ces consommations dépendent de plusieurs facteurs, comme le climat, les comportements, la technologie mais également la forme urbaine. De manière générale, les analyses empiriques sur les liens entre la forme urbaine et les consommations énergétiques individuelles montrent que l'association existe, mais il est cependant difficile de tirer des généralités sur cette question et les résultats sont souvent contradictoires (Silva et al., 2017). Plusieurs difficultés majeures, à la fois conceptuelles et méthodologiques expliquent la persistance de ce que certains auteurs appellent le « paradoxe énergétique urbain » (Arantes et al., 2011). Ce travail propose une réflexion sur les interactions entre la forme urbaine et les consommations énergétiques individuelles. Pour questionner ces interactions et donner de nouveaux éclairages sur cette question, nous proposons (1) de recourir à des villes archétypales comme terrains d'études et (2) d'avoir une approche de modélisation désagrégée des pratiques générant des consommations énergétiques. La première proposition permet d'avoir des territoires « standardisés », représentatifs des villes en France, caractérisés par des formes variées à toutes les échelles considérées et entièrement paramétrables. La génération de villes archétypales se fait en deux étapes. L'analyse de la littérature existante nous permet tout d'abord d'identifier des modèles conceptuels de villes ; l'analyse statistique de neuf villes réelles dans un second temps nous permet de les définir et de les quantifier. La seconde proposition qui place l'individu et son lieu de vie au cœur de la modélisation, permet de spatialiser l'énergie et ainsi de combiner à la fois le secteur des transports et celui du bâtiment. Ce travail est réalisé à l'aide de la plateforme de simulation des mobilités quotidiennes MobiSim-Soft et à l'aide de la plateforme de simulation des consommations résidentielles CityEnergyAnalyst (CEA) (Fonseca et al., 2016). Finalement, les résultats de ce travail montrent l'intérêt de la méthode « villes archétypales et modélisation désagrégée des pratiques », en nous permettant de conduire une analyse systémique et multi-échelles des effets de la forme urbaine sur les consommations énergétiques.

Mots-clefs : forme urbaine – villes archétypales - modélisation urbaine – mobilités quotidiennes – consommations énergétiques

BIBLIOGRAPHIE

- Arantes, Baverel, Rollet, & Quenard. (2011). A simple method to consider energy balance in the architectural design of residential buildings. *Proceedings of the 2011 Symposium on Simulation for Architecture and Urban Design*, 76-83.
- Fonseca, J. A., Nguyen, T.-A., Schlueter, A., & Marechal, F. (2016). City Energy Analyst (CEA) : Integrated framework for analysis and optimization of building energy systems in neighborhoods and city districts. *Energy and Buildings*, 113(Supplement C), 202-226.
- SDES (2020). Chiffres clés de l'énergie Édition 2020. Commissariat général au développement durable, Ministère de la Transition Ecologique.
- Silva, M., Oliveira, V., & Leal, V. (2017). Urban Form and Energy Demand : A Review of Energy-relevant Urban Attributes. *Journal of Planning Literature*, 32(4), 346-365.

EROI : concept, méthode et application loco-régionale au système biométhane

10 février
16h-16h30

Julien Crevant

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté, GRDF, HEIG-VD-Suisse

Les études de métabolisme, issues des sciences du vivant, ont été appliquées aux systèmes humains et aux sociétés dans les années 80. Elles connaissent actuellement un regain d'intérêt dans le cadre des problématiques de transition écologique des territoires (1). Approcher le territoire comme un socio-écosystème apparaît comme une piste de recherche pertinente permettant une meilleure compréhension de la complexité des systèmes territoriaux afin de mieux en « piloter » la transition. Dans ce contexte, l'émergence de la notion de métabolisme énergétique territorial (2), composé de processus et entités biogéochimiques, biophysiques et notamment anthropiques en interaction dans leur environnement ouvre la voie à la mobilisation d'indicateurs ayant une véritable portée intégratrice et systémique.

Le EROI (Energy Return on energy Investment) est un indicateur métabolique énergétique issu de la biologie. Il est défini comme le rapport entre l'énergie produite (récupérée) par un processus et l'énergie investie pour mettre au point et faire fonctionner ce processus. Les énergies fossiles ont en partie connu leur essor fulgurant en raison d'un EROI élevé : peu d'énergie dépensée pour en produire beaucoup. Cependant, ces dernières s'épuisent progressivement, avec pour conséquences une évolution du EROI du pétrole de 100:1 au début du XX^{ème} siècle jusqu'à environ 20:1 actuellement (3). Cette évolution met en péril le modèle énergivore à la base du développement de nos sociétés industrialisées, nécessitant des EROI élevés pour fonctionner (4). Cependant, la substitution des énergies fossiles par les EnR, abordée d'un point de vue purement comptable, interroge d'un point de vue écosystémique et métabolique. Les EnR sont majoritairement caractérisées par un investissement énergétique plus important afin de capter le potentiel diffus de leurs gisements (radiations solaires, vent, biomasse). L'évaluation du EROI de ces filières EnR est donc très dépendante de la définition des frontières du système et les résultats obtenus sont difficilement comparables entre eux sans interprétation qualitative. L'indicateur EROI présente donc des intérêts pour la transition écologique, tant en termes de diagnostic que de prospective (5) mais implique une mise en œuvre complexe et des interprétations contextualisées et nuancées. La filière méthanisation illustre ces intérêts. Interface entre agriculture, alimentation, énergie, technologie, société, le système biométhane coche ainsi toutes les cases d'un système énergétique territorial complexe (production de matière et d'énergie, recyclage de déchets...), dont les processus de production énergétique doivent, selon le périmètre d'analyse choisi, être évalués. Nous proposons ici la construction, l'application et la discussion d'une méthode de calcul loco-régionale du EROI de la méthanisation agricole. L'objectif de cette étude, adaptée de la méthodologie proposée par Murphy (6) et appliquée à deux projets en Région Bourgogne-Franche-Comté, est de répondre à partir de données hétérogènes aux besoins d'indicateurs d'aide à la décision pour la transition écologique. La méthode repose sur la modélisation des flux d'énergie et de matières du système biométhane, qui sert de base à la recension des données permettant le renseignement du modèle. Les données mobilisées appartiennent à plusieurs thématiques : agricoles (statistiques agricoles annuelles, Agreste), énergétiques (modélisation, paramètres physico-chimiques...) mais aussi économiques (intensités énergétiques).

BIBLIOGRAPHIE

1. Fléty Y. Vers une mise en observation des systèmes énergétiques territoriaux : une approche géographique pour territorialiser l'énergie [Thèse de doctorat]. Besançon; 2014
2. Guinchard P-M, de Sède-Marceau M-H, Capezzali M. Réseaux de distribution de l'énergie et sobriété énergétique des territoires, les apports d'une approche thermodynamique et métabolique des systèmes territoriaux. Vertigo : La Revue Électronique en Sciences de l'Environnement 2017;17(2)
3. Hall CAS, Lambert JG, Balogh SB. EROI of different fuels and the implications for society. Energy Policy. 1 janv 2014;64:141-52.
4. Lambert JG, Hall CAS, Balogh S, Gupta A, Arnold M. Energy, EROI and quality of life. Energy Policy. 1 janv 2014;64:153-67.
5. Murphy DJ. The implications of the declining energy return on investment of oil production. Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences. 13 janv 2014;372(2006):20130126.
6. Murphy DJ, Hall CAS, Dale M, Cleveland C. Order from Chaos: A Preliminary Protocol for Determining the EROI of Fuels. Sustainability. oct 2011;3(10):1888-907.

Modélisation et spatialisation des consommations d'eau en 2030, 2040 et 2050 à l'échelle communale. Couplage d'une dynamique transport-urbanisme-géographie des représentations pour simuler une donnée environnementale. Application à une grande unité urbaine française

10 février
16h30-17h

Cyril Enault¹, Grégoire Lecampion², Pablo Salinas Kraljevich²

¹ Conseil départemental des Hauts-de-Seine ; ² UMR Passages, université de Bordeaux Montaigne

Les travaux portant sur la prévision des consommations d'eau sont encore peu spatialisés. Récemment la thèse de Pablo Salinas-Kraljevich envisage cet aspect spécifique en le nuancant en fonction des échelles d'espace. L'auteur propose alors, pour Bordeaux métropole, une prévision avec des scénarios de consommation d'eau et cela avec succès pour l'échelle communale. Il envisage également des niveaux plus fins avec des relations cette fois ci différentes pour des résultats plus difficiles à établir. Dans cette modélisation, le paramètre principal reste la population de l'unité spatiale. Aussi, pour envisager la consommation d'eau, il est indispensable d'établir une prévision des populations. Dans la thèse de Pablo Salinas-Kraljevich, cette prévision est réalisée de manière statistique en prolongeant les tendances existantes de manière non linéaire. Nous envisageons, dans cette présentation, de compléter cette approche par une simulation de la population basée sur un modèle dynamique de l'étalement urbain à l'échelle communale. Pour construire ce modèle, nous reprendrons la méthodologie de Cyril Enault (article de cybergeog 2012) en adjoignant un espace non physique sur lequel reposeraient les dynamiques de population et les vitesses des véhicules particuliers. L'idée est alors de partir d'une série d'hypothèses issues de la Physique, de l'Economie urbaine, de la théorie du trafic et de la Géographie des représentations. Techniquement, le modèle est implémenté en Visual Basic couplé avec Excel et le résultat peut être cartographié dans un SIG. On obtient alors des cartographies des vitesses moyennes par commune, des densités de population par commune ainsi que de distances condensées moyennes au centre des communes (issues de la loi d'airain d'a.Moles). Un simple calcul permet de projeter les consommations d'eau par commune en 2030, 2040, 2050. Nous proposons d'appliquer ce modèle dans le cadre d'une zone urbaine qu'il nous reste à définir.

BIBLIOGRAPHIE

- Alonso W., 1964, Localisation and land use, Harvard University Press
- Anas A., Arnott R., Small K.A., 1998, « Urban Spatial Structure », Journal of Economics Literature, No 36, 1426-1464
- Barraqué, Necessian. « Mieux Comprendre Comment Évolue la Consommation d'Eau à Paris ». Rapport Final, ENGREF. 2008
- Clark C., 1951, « Urban population densities », Journal of the royal Statistical Society serie A, No 114, 490-496
- Enault C., 2012 « Simulation de l'étalement urbain de Dijon en 2030 : approche systémique de la dynamique gravitaire ville-transport », Cybergeog: European Journal of Geography [En ligne], Systèmes, Modélisation, Géostatistiques
- Greenshields B.D., 1935, « A study of traffic capacity », Highway Research Board Proceedings, Vol 14, 448-477.
- Hellier, R. 2004 « La gestion de l'eau dans les espaces périurbains : entre recomposition et fragmentation territoriales ». CyberGéo.
- Isnard, Barraque E. « SCÉNARIOS DE PROSPECTIVE ; Vers une gestion durable des services d'eau ». 2008
- Lebacque J.P., 1993, « Les modèles macroscopiques du trafic », Annales des Ponts et chaussées, Vol 67, 28 45.
- Lighthill M.J., Whitham G.B., Richards 1955, « On kinematic waves : a theory of traffic flow on long crowded roads », Proceedings of Royal Society, No 1178, 145-317
- Moles A. Rohmer E. 1976, Psychologie de l'espace, Tournai, Casterman
- Moles, A. 1992, « vers une psycho-géographie », In Bailly, A., Ferras, R. et Pumain, D. Encyclopédie de la géographie. Paris : Economica, p. 177-205.
- Salinas-Kraljevich, P. 2021 "La dimension multi-échelle de la consommation d'eau de Bordeaux Métropole : spatialisation et projection de données du Service de l'Eau de Bordeaux Métropole", thèse de doctorat en géographie, Université de Bordeaux Montaigne
- Rinaudo. « Prévoir la demande en eau potable : une comparaison des méthodes utilisées en France et en Californie ». SET. 2013

Climat

Vendredi 11 février

10h30 – 12h

Impacts d'une meilleure description de la végétation urbaine sur des résultats de modélisation du climat urbain.

11 février
10h30-11h

Mélissa Poupelin^{1,2}, Julien Pergaud², Damien Roy¹, Julita Dudek², Ludovic Granjon³, Mario Rega², Julien Crédat², Yves Richard¹, Thomas Thévenin^{1,3}

¹ UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté, ² Centre de Recherches de Climatologie - UMR Biogéosciences, Université de Bourgogne, ³ Maison des Sciences de l'Homme de Dijon

Le phénomène d'Îlot de Chaleur Urbain (ICU) correspond au différentiel de température observé entre la ville et les espaces ruraux situés en périphérie (Oke, 1982). Sur le territoire de Dijon Métropole, le réseau de capteurs de température MUSTARDijon déployé depuis 2014 (Richard et al. 2018) permet de spatialiser ce phénomène. En 2021, il comprend 67 stations. Plusieurs études font état de l'impact de la végétation sur les températures estivales et le phénomène d'ICU : celles-ci se basent sur des observations (Knight et al. 2021) ainsi que sur des résultats de modélisation (de Munck et al. 2018). La méthodologie que nous voulons mettre en place pour vérifier l'impact de la végétalisation sur l'ICU du territoire dijonnais consiste à comparer une simulation de référence forcée par des bases de données d'occupation du sol proches de celles observées à des simulations forcées par un ou plusieurs scénarios faisant varier la superficie des espaces végétalisés dans l'espace urbain. La comparaison de ces simulations permettra de mettre en avant l'impact de la végétalisation sur les caractéristiques de l'ICU dijonnais (intensité, durée, morphologie) et leur cause physique. À terme, ces travaux contribueront non seulement à mieux comprendre le rôle de la végétalisation en milieu urbain, mais également à proposer des pistes d'aménagement pour amortir l'ICU dans le contexte du réchauffement climatique. Une première étape de ce travail a consisté à élaborer une nouvelle base de données décrivant précisément la végétation sur Dijon-Métropole, aspect mal documenté dans la BD TOPO, particulièrement en ce qui concerne les espaces privés et la végétation basse. Cette nouvelle base de données s'appuie sur une méthode d'analyse d'images PLEIADES combinées à des données LIDAR : les données de surfaces de végétation ainsi obtenues comblent les lacunes de la base BD TOPO. La seconde phase de travail a consisté à réaliser différentes simulations avec le modèle de climat Mésio-NH développé par le Centre National de Recherches en Météorologie (Météo France) et le Laboratoire d'Aérodynamique (Lac et al. 2018). Ces simulations sont forcées, ou bien par la végétation telle que décrite par la BD TOPO, ou bien par la nouvelle base de données combinant images PLEIADES et données LIDAR. Nous proposons ici de documenter (i) l'impact de la prise en compte de ces nouvelles données (PLEIADES et LIDAR) dans la description de la végétation, basse et haute sur Dijon Métropole et (ii) l'impact de la végétation sur la température et l'ICU simulé par Mésio-NH sur une période de 6 jours correspondant à la canicule d'août 2020. Une comparaison des températures simulées aux mesures du réseau MUSTARDijon permettra également d'évaluer les forces et faiblesses systématiques des simulations ainsi que l'apport de la description de la végétation.

BIBLIOGRAPHIE

- Knight, T, S. Price, D. Bowler, A. Hookway, S. King, K. Konno, et R. Lorena Richter. 2021. « How Effective Is 'Greening' of Urban Areas in Reducing Human Exposure to Ground-Level Ozone Concentrations, UV Exposure and the 'Urban Heat Island Effect'? An Updated Systematic Review ». *Environmental Evidence* 10 (1): 12.
- Lac, C, J-P. Chaboureau, V. Masson, J-P. Pinty, P. Tulet, J. Escobar, M. Leriche, et al. 2018. « Overview of the meso-NH Model Version 5.4 and Its Applications ». *Geoscientific Model Development* 11 (5): 1929-69.
- Munck, C. de, A. Lemonsu, V. Masson, J. Le Bras, et M. Bonhomme. 2018. « Evaluating the Impacts of greening Scenarios on Thermal Comfort and Energy and Water Consumptions for Adapting Paris City to Climate Change ». *Urban Climate* 23 (mars): 260-86.
- Oke, T. R. 1982. « The Energetic Basis of the Urban Heat Island ». *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 108 (455): 1-24.
- Richard, Y, J. Emery, J. Dudek, J. Pergaud, C. Chateau-Smith, S. Zito, M. Rega, et al. 2018. « How Relevant Are Local Climate Zones and Urban Climate Zones for Urban Climate Research? Dijon (France) as a Case study ». *Urban Climate* 26 (décembre): 258-74.

Spatialisation multi-échelle des émissions de N₂O par les sols et de leur potentiel d'abattement en Région Bourgogne Franche-Comté : intérêts, limites et pistes de valorisation pour l'aide à la décision dans le cadre de la transition écologique aux échelles loco-régionales.

11 février
11h-11h30

Mohamed Alkassem-Alosman¹, Stéphane François², Souleymane Thiam³, Nicolas Saby⁴, Catherine Hénault¹, Marie Hélène de Sède-Marceau⁵

¹ Agroécologie, AgroSup Dijon, INRAE, Univ. Bourgogne, Univ. Bourgogne Franche-Comté, ² Atmo Bourgogne Franche-Comté, Besançon, ³ IAD - Territoire Digital, Besançon, France, ⁴ INFOSOL, US1106, INRAE, Orléans, ⁵ UMR Théma, Université de Bourgogne Franche-Comté

L'inventaire français des émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) attribue aux émissions de N₂O (oxyde nitreux) par les sols fertilisés une contribution de 42 % des émissions du secteur agricole, soit 8 % des émissions totales [1]. N₂O présentant un pouvoir de réchauffement global environ 300 fois supérieur à celui du dioxyde de carbone (CO₂), l'évaluation des potentiels d'émissions et/ou de réduction de ce gaz apparaît indispensable à la définition et la mise en œuvre de politiques visant à atteindre les objectifs de réduction fixés aux niveaux international comme national ou régional.

Pour estimer les émissions de N₂O par les sols, trois méthodes d'inventaire, aux exigences croissantes (Tier 1, 2 ou 3), sont aujourd'hui mises en œuvre sur recommandation du GIEC. La méthode de niveau 1 prend en compte uniquement la quantité d'azote (minéral et organique) apportée à la parcelle à laquelle est appliqué un [2] ou des coefficients d'émission [3]. Les méthodes de niveau 2 adaptent les facteurs d'émissions par pays sur la base de références locales. La méthode de niveau 3 mobilise des modèles mécanistes d'émission. Enfin, des travaux mettant en évidence le rôle prépondérant du pH en tant que déterminant de la capacité des sols à réduire le N₂O, caractérisée par l'indicateur r_{max} [4] ouvre la voie aux calculs de potentiels d'abattement par correction du pH des sols.

Pour quantifier les émissions de N₂O par les sols en Bourgogne Franche-Comté, et leur potentiel d'abattement, nous avons appliqué la méthodologie Tier 1 et deux modèles Tier 2 ([5]; [6]) ainsi que l'approche r_{max}, en mobilisant des bases des données pédologiques, climatiques et culturelles [7,8,9,10,11]. Au-delà de la présentation des modèles, nous présenterons les résultats obtenus et les incertitudes qui leurs sont associées en fonction des bases de données sources exploitées. Seront discutés également les problématiques liées aux données (résolution, qualité, confidentialité) et aux méthodes de spatialisation. Enfin un point sera consacré à la dissémination des résultats obtenus auprès des décideurs via le dispositif régional d'observation, d'analyse et de prospective air-énergie-climat OPTTEER [12] en vue de l'aide à la décision et de la mise en œuvre et du suivi des politiques de réduction des émissions de GES.

Cette étude est réalisée dans le cadre du projet NatAdGES, soutenu par le programme Investissement d'avenir, projet ISITE-BFC (contrat ANR-15-IDEX-0003), le FEDER, BPI France et le CMI-Roullier.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Citepa, juillet 2021. Rapport n°1789sec / 2021 | Secten_juillet2021.docx.
- [2] GIEC., 2006. Volume 4 Chapitre 11. In: Eggleston HS, Buendia L, Miwa K, Ngara T, Tanabe K (Eds)
- [3] Hergoualc'h, K., Akiyama, H., Bernoux, M., et al.. (2019). Volume 4 Chapter 11. In E. Calvo Buendia, K. Tanabe, A. Kranjc, et al. (Eds.), Intergovernmental Panel on Climate Change.
- [4] Hénault, C., Bourennane, H., Ayzac, A. et al., 2019. Sci Rep 9, 20182. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-56694-3>[5]
- [5] Le Gall, C., Cellier, P., Hénault, C. 2016. Empreinte carbone: évaluer et agir. Partie I -, p27-51.
- [6] Stehfest. E, Bouwman. L, 2006. Nutr. Cycl. Agroecosystems. 74, 207-228.
- [7] Lemercier et al., 2014. Etude et Gestion des Sols. 21. 141-150 (<https://doi.org/10.15454/NFQRRB>).
- [8] Ballabio C., Panagos P., Montanarella L., 2016. Geoderma, 261, pp. 110-123 (<https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.07.006>).
- [9] Chretien J et Laroche B., 2006. L'inventaire des sols de Bourgogne, Rev. sci. Bourgogne-Nature 4-2006, 18-20.

- [10] Martin, P., Rabenandrasana, N. et al. 2021, RPG Explorer Crop successions France 2007-2014, 2007-2019, 2015-2019, Portail Data INRAE, V2, UNF:6:WJbvCafksh00/+PmNI2Zcg <https://doi.org/10.15454/XH84QB>,
- [11] Lémond J., 2010. Le projet DRIAS : premières études et documents ; CNRM / GAME, Météo-France, CNRS ; Direction de la Climatologie. Réunion Comité Utilisateurs, le 29 juin 2010. <http://www.drias-climat.fr/ref>
- [12] De Sède-Marceau M-H., François S, Pauc B., 2018. Numéro spécial de la Revue Internationale de Géomatique Janvier-Mars 2018, Vol 28, n°1, pp 95-124

Comment la forme urbaine influence la température de l'air en milieu urbain ? Expérimentation sur une campagne de mesure mobile à Dijon

11 février
11h30-12h

Justin Emery¹, Benjamin Pohl², Julien Crédat², Yves Richard², Julien Pergaud², Mario Rega², Sébastien Zito², Julita Dudek², Thibaut Vairet^{2,3}, Daniel Joly³, Thomas Thévenin³

¹Alliance Sorbonne Université - Université de technologie de Compiègne, Unité de recherche AVENUES, ²Centre de Recherches de Climatologie - UMR Biogéosciences, Université de Bourgogne, ³UMR Théma, Université de Bourgogne Franche-Comté

Plusieurs stratégies permettent de mesurer la température de l'air en milieu urbain. La plus commune repose sur la mise en place de réseaux de stations fixes. Ces stations fixes sont généralement distantes les unes des autres de quelques centaines de mètres à quelques kilomètres, ce qui est suffisant pour produire des informations à une échelle locale de 10^2 à 5×10^4 m (Oke 1983). Si cette stratégie présente l'avantage de fournir une mesure régulière de la température de l'air (mesures horaires, voire infra-horaires) sur un temps long, elle est peu adaptée pour documenter les variations intra-urbaine de la température à une échelle microscopique 10^{-2} à 10^3 m (Oke 1983; Buttstädt et al. 2011; Tsin et al. 2016), échelle la plus pertinente pour la planification urbaine (Ng et al. 2015). À cette échelle, les mesures mobiles sont plus appropriées (Tsin et al., 2016) car elles permettent d'échantillonner la température à une fréquence élevée à l'intérieur et entre les catégories d'utilisation du sol (Buttstädt et al. 2011; Brandsma et Wolters 2012; Lehnert et al. 2018) avec toutefois une temporalité moins fine.

À Dijon Métropole, le réseau de mesure de la température de l'air autour de Dijon (MUSTARDijon) a été développé depuis 2014 pour surveiller la température de l'air à l'échelle locale (Richard et al. 2018; 2021). En complément du réseau MUSTARDijon, une campagne de mesures mobiles des températures urbaines a été réalisée entre 2016 et 2018. Cette campagne consiste en 33 sorties suivant le même itinéraire et mesurant les températures tous les 5 mètres à l'aide d'un vélo cargo (VeloClim). Le croisement de ces données avec des typologies d'occupation du sol dérivées de deux produits, Corine Land Cover – CLC (Büttner, Feranec, et Jaffrain 2002) et les Local Climate Zones – LCZ (Stewart et Oke 2012), permet d'estimer l'influence des types d'occupations du sol et *a fortiori* de la morphologie urbaine sur la variabilité de la température de l'air à l'échelle intra-urbaine (Emery et al. 2021). Cette influence est ici estimée au travers d'une analyse de variance (ANOVA - (Storch et Zwiers 1999) mesurant le poids des typologies d'occupation du sol, telles quelles sont vues par les CLC et les LCZ, sur les variations de la température de l'air à l'échelle microscopique.

Les résultats montrent que les deux typologies d'occupation du sol sont pertinentes et complémentaires pour étudier l'impact des zones végétalisées et artificialisées sur la température urbaine. Les variations de température à l'échelle microscopiques sont généralement expliquées par les typologies d'occupation du sol. Par exemple, les zones végétalisées sont systématiquement plus fraîches que les surfaces imperméables. Pour des conditions saisonnières et météorologiques similaires - Printemps et été, conditions favorables à la formation de contrastes thermiques avec peu de vent, peu de nébulosité et pas de précipitations - cet impact apparaît significatif lors de la campagne de mesure ou les classes d'occupation du sol présentent un comportement thermique spécifique. Toutefois, ces analyses se basent sur une discrétisation de l'occupation du sol trop simplificatrice de l'hétérogénéité du milieu urbain (e.g., morphologie des zones bâties et des zones végétalisées, homogénéité des indicateurs par classes...) et négligent d'autres facteurs géophysiques contrôlant la température telles que les caractéristiques topographiques. Nous proposons ici de présenter les principaux résultats de la relation entre température et typologie d'occupation du sol et d'approfondir ces résultats via une approche continue et la prise en compte de la topographie.

BIBLIOGRAPHIE

Brandsma, Theo, et Dirk Wolters. 2012. « Measurement and Statistical Modeling of the Urban Heat Island of the City of Utrecht (the Netherlands) ». *Journal of Applied Meteorology and Climatology* 51 (6): 1046-60.

Büttner, Georges, Jan Feranec, et Gabriel Jaffrain. 2002. « Corine land cover update 2000 - Technical guidelines [I&CLC2000 project] ». 89. Copenhagen: European Environment Agency.

- Buttstädt, M., T. Sachsen, G. Ketzler, H. Merbitz, et C. Schneider. 2011. « A New Approach for Highly Resolved Air Temperature Measurements in Urban Areas ». *Atmospheric Measurement Techniques Discussions* 4 (1): 1001-19.
- Emery, Justin, Benjamin Pohl, Julien Crédat, Yves Richard, Julien Pergaud, Mario Rega, Sébastien Zito, et al. 2021. « How local climate zones influence urban air temperature: Measurements by bicycle in Dijon, France ». *Urban Climate* 40 (décembre): 101017.
- Lehnert, Michal, Jan Geletič, Petr Dobrovolný, et Martin Jurek. 2018. « Temperature Differences among Local Climate Zones Established by Mobile Measurements in Two Central European Cities ». *Climate Research* 75 (1): 53-64.
- Ng, Edward, Chao Ren, Gerald Mills, Akashi Mochida, Chao YUAN, Andreas Matzarakis, Helmut Mayer, et al. 2015. *The Urban Climatic Map: A Methodology for Sustainable Urban Planning*.
- Oke, T. R. 1983. *WCP, 45. Bibliography of urban climate 1977-1980*. Geneva: WMO.
- Richard, Yves, Justin Emery, Julita Dudek, Julien Pergaud, Carmela Chateau-Schmith, Sébastien Zito, Marion Rega, et al. 2018. « How relevant are Local Climate Zones, Urban Climate Zones, and USGSDijon for urban climate research? Dijon (France) as a case study ». *Urban Climate*.
- Richard, Yves, Benjamin Pohl, Mario Rega, Julien Pergaud, Thomas Thevenin, Justin Emery, Julita Dudek, Thibaut Vairet, Sébastien Zito, et Carmela Chateau-Smith. 2021. « Is Urban Heat Island Intensity Higher during Hot Spells and Heat Waves (Dijon, France, 2014-2019)? » *Urban Climate* 35 (janvier): 100747.
- Stewart, I. D., et T. R. Oke. 2012. « Local Climate Zones for Urban Temperature Studies ». *Bulletin of the American Meteorological Society* 93 (12): 1879-1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>.
- Storch, Hans von, et Francis W. Zwiers. 1999. *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Tsin, Pak Keung, Anders Knudby, E. Scott Kravenhoff, Hung Chak Ho, Michael Brauer, et Sarah B. Henderson. 2016. « Microscale mobile monitoring of urban air temperature ». *Urban Climate* 18 (décembre): 58-72.

Réseaux

Vendredi 11 février

10h30 - 11h30

A road network spatiotemporal database : Collaborative digitization through a serious game

11 février
10h30-11h

Claire Lagesse, Hanae El Gouj

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Road network construction results from a subtle balance between geographical coverage and rapid access to strategic points of space. The understanding of road network structure is then fundamental to evaluate and improve territorial accessibility.

One of the biggest challenges in studying the evolution of road networks is the availability of data. In France, the existing geohistorical data of road networks is limited to the digitization work on the Cassini maps (mid-eighteenth century)¹. Yet, based on historical data, methodological, scientific, and technical contributions have been made by creating spatiotemporal databases (Perret et al., 2009). Another challenge in tracing historical information over time is data matching. As a supplement to those previous contributions, procedures have been developed to allow large-scale reconstruction of past morphological evolution, for instance by modeling spatiotemporal aggregated graphs (Costes, 2016; Dumenieu, 2015).

Following up those contributions, COVADEO project aims to provide road data within the BurgundyFranche-Comté (BFC) region, over different historical periods. Through this project, 440 historical maps were collected, allowing the reading of road networks from the 17th century to the 20th over all the region. These maps have been stored in a geo-historical database, whose structure has been designed to allow optimal data storage and access.

To analyze structure and evolution of road networks, their precise geometry is needed. Therefore, the database is matched with a web platform to ensure collaborative digitization of represented road networks. Thus, this time-consuming work will be done collectively, by crowd-sourcing. The web platform is conceived as a serious game and proposes to digitize the historical road networks based on the BDTOPO current road network to ensure data matching through time.

A test version of this platform, developed from an open source code², has been launched online in order to understand the stakes of such a mode of data production. The final version is planned for the end of 2021.

Thanks to the collaborative work, digitalized data will allow quantitative and qualitative analyses of the evolution of road network structure on a large territory (most of the region BFC) over four centuries. These analyses already reveal information about network history and evolution mechanisms, on 3 tested cities (Besançon, Dijon and Pontarlier). A better understanding of past morphological transformations will help different actors of territorial planning to imagine future territorial patterns.

BIBLIOGRAPHY

- Perret, J. (2016). Des données spatio-temporelles aux dynamiques urbaines [Habilitation à diriger des recherches]. Université de Paris-Est.
- Dumenieu, B. (2015). Un système d'information géographique pour le suivi d'objets historiques urbains à travers l'espace et le temps. Thèse soutenue le 4 décembre 2015. L'Atelier du Centre de recherches historiques. Revue électronique du CRH.
- Costes, B. (2016). Vers la construction d'un référentiel géographique ancien: Un modèle de graphe agrégé pour intégrer, qualifier et analyser des réseaux géohistoriques [PhD Thesis]. Paris Est.

Identifying road network patterns to understand their evolution

11 février
11h-11h30

Hanae El Gouj, Claire Lagesse

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Cities combine different kind of processes that drive their evolution (Barthelemy et al., 2013; Strano et al., 2012). It is of a great interest to understand the effects of different kinds of spatial patterns on those processes, to be able to minimize space consumption and optimize mobility and transportation.

In this research, we aim to contribute to the understanding of city evolution by a focus on the road network morphogenesis of three French cities: Dijon, Besançon and Pontarlier. Firstly, we select network indicators (Lagesse, 2015; Porta et al., 2006), that can be used to characterize the city structure as it grows. These indicators are applied to the historical road networks of the three cities from the 17th century until 2019. Then, classifying the different road structures, through the identification of patterns, will provide more insight in their morphological and functional characteristics. Finally, we discuss how we can use these indicators to explore the parameters leading different evolution processes of the road network.

For future research we intend to combine the analysis of actual data with simulated city growth models using the model from Courtat et al. (2011) as implemented by Graftiaux (2021), to compare the evolution of real road network and simulations.

Keywords: City morphogenesis, road networks, spatial analysis, graph theory

BIBLIOGRAPHY

- Barthelemy, M., Bordin, P., Berestycki, H., & Griboaudi, M. (2013). Self-organization versus top-down planning in the evolution of a city. *Scientific Reports*, 3(1), 2153. <https://doi.org/10.1038/srep02153>
- Courtat, T., Gloaguen, C., & Douady, S. (2011). Mathematics and Morphogenesis of the City: A Geometrical Approach. *Physical Review E*, 83(3), 036106. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.83.036106>
- Crucitti, P., Latora, V., & Porta, S. (2006). Centrality measures in spatial networks of urban streets. *Physical Review E*, 73(3), Article 3. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.73.036125>
- Graftiaux, M. (2021), *The impact of structure and growth parameters on street networks'efficiency*, Master's thesis, Erasmus University Rotterdam.
- Lagesse, C. (2015). *Lire les Lignes de la Ville* [Theses, Universite Paris Diderot-Paris VII]. <https://halshs.archives-ouvertes.fr/tel-01245898>
- Porta, S., Crucitti, P., & Latora, V. (2006). The network analysis of urban streets: A primal approach. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 33(5), 705–725.
- Strano, E., Nicosia, V., Latora, V., Porta, S., & Barthélemy, M. (2012). Elementary processes governing the evolution of road networks. *Scientific Reports*, 2(1), 296. <https://doi.org/10.1038/srep00296>

Session posters

Jeudi 10 février

10h-12h

Caractériser la pertinence écologique des trames vertes et bleues à l'aide de la modélisation par les graphes paysagers

Anissa Bellil¹, Jean-Christophe Foltête¹, Gilles Vuidel¹, Emeline Comby²

¹UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté ; ²UMR EVS Univ. Lumière Lyon 2

La connectivité des réseaux écologiques est essentielle pour le maintien de la biodiversité et fait aujourd'hui partie des enjeux clés de l'aménagement et de la planification. En France, la politique de Trame Verte et Bleue (TVB) vise la protection et la gestion des réseaux d'habitats, composés de réservoirs de biodiversité et de corridors écologiques, de manière à permettre le déplacement des espèces dans le paysage. Cependant, sa mise en pratique dans les territoires s'inscrit dans des contextes spatiaux différents et révèle des logiques de planification diverses et controversées. Notre recherche vise à analyser la pertinence écologique des cartographies de la TVB au regard de la connectivité potentielle.

Nous nous sommes basés sur les réseaux d'habitats forestiers de plusieurs Schémas de Cohérence Territoriale (SCoT) de la région Bourgogne Franche-Comté. Pour chaque SCoT, nous avons modélisé la connectivité des réseaux d'habitats forestiers à partir de graphes paysagers en se basant sur les données d'occupation de sol à l'aide du logiciel Graphab. Les graphes paysagers sont utilisés pour évaluer la connectivité écologique de trois espèces forestières hypothétiques, caractérisées par des exigences spécifiques en matière d'habitat et de capacités de dispersion. Pour ce qui est des habitats, nous avons identifié les habitats potentiels pour chaque espèce et quantifié leur importance à partir de métriques de connectivité. Pour ce qui est des corridors écologiques, nous avons modélisé les chemins de moindre coût potentiels et estimé leur importance en fonction de leur contribution à la traversabilité du réseau. Les réseaux d'habitats forestiers modélisés ont ensuite été comparés aux réservoirs et corridors inclus dans les SCoT.

Nos résultats montrent que les réseaux d'habitats modélisés sont en concordance avec les réseaux d'habitats inclus dans les SCoT lorsque l'on considère la dispersion des espèces sur de longues distances, mais des différences existent entre les SCoT si l'on considère le flux de dispersion des espèces à courte distance, comme le révèlent les valeurs des métriques calculées dans et hors habitats forestiers. Les résultats montrent également que les réseaux d'habitats inclus dans les SCoT sont favorables à la traversabilité des espèces. Notre analyse révèle enfin l'existence de zones cruciales pour la connectivité non incluses dans les SCoT. Cette recherche développe une approche qui permet d'améliorer la prise en compte de la connectivité dans les outils de planification.

Mots-clés : connectivité écologique, trames vertes et bleues, graphes paysagers, planification de la conservation, SCoT

Réseau bayésien de la sécheresse en Cévennes : Vers un outil de gestion de bassins versants de taille limitée (100 – 2000 km²)

Hadrien Di Costanzo, Philippe Martin

UMR 7300 ESPACE, Avignon Université

Dans un contexte de réchauffement climatique (+ 0,5 °C en moyenne sur le pourtour méditerranéen entre 1951 et 2005) (Lionello et *al.*, 2012) et d'augmentation de la consommation d'eau par tête (croissance démographique positive et attractivité touristique en augmentation) la pression sur la ressource en eau a très probablement augmenté en zone méditerranéenne au cours du XX^e siècle. Les projections sur l'évolution des températures estiment une augmentation de 2,5 °C pour la fin du siècle et une diminution des précipitations de l'ordre de 40 % dès 2050 (Millano et *al.*, 2013). A consommation constante une meilleure gestion de l'eau est donc primordiale. L'aridité estivale du climat méditerranéen induit une raréfaction structurelle de l'eau depuis la fin du printemps jusqu'au début de l'automne. La sécheresse débute par un déficit en eau anormalement important par rapport à la variabilité hydroclimatique d'un bassin. Si cette absence d'eau perdure, elle peut rapidement paralyser le bon fonctionnement d'un territoire : pertes agricoles, diminutions de la production hydro-électrique, problèmes de refroidissement, feux de forêt, *etc.* (Whilite, 2000).

Réduire le problème à un déficit hydrique ne suffit pas pour accéder à une bonne gestion politique de cette ressource. Il est nécessaire de considérer à la fois, la ressource disponible et la demande anthropique (Martin et *al.*, 2020) ; autrement dit de raisonner sur le niveau de la tension sur la ressource en eau (offre environnementale *versus* demande sociale). Sachant nos incertitudes sur la mesure (qualité, représentativité spatiale des données, *etc.*) et notre manque de connaissances sur le système étudié (élément structurant et relation causale), les réseaux bayésiens – RB (Pearl, 2008) semblent être un outil adapté pour la gestion du risque environnemental. Ils sont cependant très peu utilisés pour la sécheresse. Ils permettent l'intégration de différents types de connaissances (variables et relations causales) sous forme de distributions de probabilité (DP). Cette approche probabiliste est proposée comme une alternative au calcul du bilan hydrique ($P \pm R = Q + ETR$) difficile à estimer pour les bassins de quelques centaines de km² et sur des temps courts.

L'utilisation des RB diffère selon les objectifs poursuivis (inférence, classification, régression). Dans le cas de la sécheresse, nous utilisons un réseau d'influence pour intégrer l'approche décisionnelle dans le modèle. Celui-ci doit permettre, grâce aux calculs des probabilités conjointes, d'établir un indice multivarié du niveau de la tension, à partir de variables géographiques. Certaines (non mesurées, ou non mesurables) seront des hypothèses à dire d'experts (*a priori*) codées sous forme de DP afin d'être intégrées dans le modèle. A l'issue du calcul statistique la DP de la tension sur la ressource en eau déduite des DP doit permettre de renseigner sur la situation conjoncturelle (consommation et déficit hydrique) sachant nos incertitudes (bruit, biais systématique et hypothèses). Nous proposons de communiquer sur la solution HydroSec, un prototype d'Expert Decision Support System, élaborée dans le cadre d'une thèse (Agorantic) portée par le laboratoire ESPACE et le LMA d'Avignon Université. Cet outil d'aide à la gestion des bassins versants méditerranéens vise à faciliter un suivi en temps réel de la tension sur la ressource en eau dans un bassin versant pilote comme le Gardon dans un premier temps, puis, nous l'espérons, sur d'autres bassins méditerranéens.

BIBLIOGRAPHIE

- Lionello, P., Abrantes, F., Congedi, L., Dulac, F., Gacic, M., Gomis, D., Goodess, C., Hoff, H., Kutiel, H., Luterbacher, J., Planton, S., Reale, M., Schröder, K., Vittoria Struglia, M., Toreti, A., Tsimplis, M., Ulbrich, U., Xoplaki, E., 2012. Introduction : Mediterranean Climate—Background Information, in: The Climate of the Mediterranean Region. Elsevier, pp. xxxv-xc.
- Martin Ph., Di Costanzo H., Canovas I., 2020, Aridité et sécheresse : heuristique d'une modélisation parétienne et bayésienne de la tension sur la ressource en eau dans le sud-est de la France. Journal International Sciences et Techniques de l'Eau et de l'Environnement, Volume 5, n° 2, p.28-48.
- Milano, M., Ruelland, D., Fernandez, S., Dezetter, A., Fabre, J., Servat, E., Fritsch, J.-M., Ardoin-Bardin, S., Thivet, G., 2013. Current state of Mediterranean water resources and future trends under climatic and anthropogenic changes. Hydrological Sciences Journal 58, 498-518.
- Pearl, J., 2008. Probabilistic reasoning in intelligent systems: networks of plausible inference, Rev. 2. print., 12. [Dr.]. ed, The Morgan Kaufmann series in representation and reasoning. Kaufmann, San Francisco, Calif.
- Whilite, D.A., 2000. Chapter 1 Drought as a Natural Hazard : Concepts and Definitions 22.

Les villes moyennes françaises face au risque inondation : analyser à très grande échelle la vulnérabilité des populations et son évolution au cours des vingt dernières années (1999-2017)

Kenji Fujiki, Olivier Finance, Johanne Hirtzel

UMR Image, ville, environnement, Université de Strasbourg

Regroupant plus de 20% de la population française (Boutet, 2017), les villes moyennes, positionnées dans un rôle d'intermédiation et de relais entre métropoles, petites villes et espaces ruraux, présentent de nombreuses fragilités socioéconomiques ; ces fragilités en font des espaces vulnérables, vulnérables face aux risques majeurs de façon générale, et face au risque inondation en particulier – le risque le plus dommageable en France. Ces villes moyennes sont pourtant peu représentées dans les études de risque, ces dernières se focalisant d'abord sur les métropoles et les territoires les plus attractifs.

Cette proposition vise à répondre, à son échelle, à cette lacune, en mesurant la vulnérabilité aussi bien physique que sociale des villes moyennes françaises face au risque inondation, au cours des vingt dernières années (1999-2017). L'intérêt majeur de cette étude réside d'abord dans le croisement de la vulnérabilité physique, assimilée ici à l'exposition des populations à l'aléa inondation, et de la vulnérabilité sociale, définie comme la propension de ces dernières à subir durablement les conséquences d'une crue du fait de leur profil social : cette vulnérabilité sociale demeure aujourd'hui mal connue à l'échelle nationale, *a fortiori* au sein des villes moyennes. Sur un plan méthodologique, cette étude s'appuie sur la désagrégation à très grande échelle, et par cartographie dasymétrique, des données de recensement, afin de caractériser la vulnérabilité dans toutes ses dimensions. Si ces méthodes de désagrégation sont courantes dans les études d'exposition à l'aléa (Freire & Aubrecht, 2012), elles sont bien plus rarement mobilisées pour caractériser la vulnérabilité sociale, en particulier sur une emprise spatiale large, dépassant la simple étude de cas (Tate et al., 2021). Les premiers résultats de notre étude tendent à mettre en évidence un phénomène de cumul, dans l'espace, entre exposition et vulnérabilité sociale : au sein des villes moyennes, les indicateurs permettant de mesurer la vulnérabilité sociale apparaissent plus élevés en zone inondable qu'hors zone inondable. Autrement dit, les populations les plus vulnérables socialement semblent être également les populations les plus exposées à l'aléa, avec cependant de fortes disparités observables entre villes.

Mots clés : villes moyennes, désagrégation spatiale, vulnérabilité, exposition, inondations

BIBLIOGRAPHIE

- Boutet, A., 2017. Villes moyennes en France : vulnérabilités, potentiels et configurations territoriales. Commissariat Général à l'Égalité des Territoires - Coll. En bref 45
- Freire, S., Aubrecht, C., 2012. Integrating population dynamics into mapping human exposure to seismic hazard. Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 12, 3533-3543.
- Tate, E., Rahman, M.A., Emrich, C.T., Sampson, C.C., 2021. Flood exposure and social vulnerability in the United States. Nat. Hazards.

Un modèle spatial d'accessibilité basé sur la géométrie fractale : application au territoire de Marne-la-Vallée

Xavier Lehmann

ENPC - Laboratoire Ville Mobilité Transport (LVMT), Université Gustave Eiffel

La satisfaction des besoins peut amener à l'utilisation d'aménités spatialisées, notamment les commerces et services. Ceux-ci sont inégalement répartis sur le territoire, tout comme les réseaux de transport. Leur fréquence d'utilisation, leur niveau de rareté et leur situation dans l'armature urbaine révèlent une nature hiérarchique. Dans ce contexte, une organisation complémentaire des commerces et services dans différents niveaux de centralités urbaines renforce l'accessibilité globale du territoire et favorise l'usage des modes actifs (marche, vélo, etc.) en complément d'un usage plus restreint de la voiture. Pour comprendre le fonctionnement de ce système spatial complexe, nous optons pour un usage de la géométrie fractale capable de nous offrir une approche multi-échelle de la problématique.

A partir d'un modèle théorique, un zonage de polarités appropriées au développement ou non a été ajusté sur un territoire réel, l'Ile-de-France. Au sein de ce vaste système, la ville nouvelle de Marne-la-Vallée constitue un territoire intermédiaire entre le Grand Paris et le Pays de Meaux. Après un diagnostic territorial approfondi, nous avons appliqué les principes du logiciel *Fractalopolis* (Frankhauser, Tannier, Vuidel, 2018) pour construire un système spatial hiérarchisé autour de trois centralités principales : Noisy-le-Grand, Chelles et Val d'Europe.

Entre ces polarités regroupant les commerces et services de niveau supérieur, différents sous-centres assurent la connectivité du système en proposant une gamme étendue d'équipements à la fréquence d'utilisation plus grande. Sur la base d'un scénario privilégiant le développement des centralités autour des gares et la préservation des espaces verts, le choix de Marne-la-Vallée comme terrain d'application fait écho aux recherches urbanistiques à l'origine de la ville nouvelle.

Parallèlement à la construction de notre modèle spatial d'accessibilité, il s'agit d'étudier le poids de la dimension socio-cognitive sur les capacités et les représentations de l'accès aux commerces et services. Une enquête est menée auprès des étudiants du campus de Champs-sur-Marne avant une application à d'autres terrains de Marne-la-Vallée. Après plusieurs entretiens exploratoires, il apparaît que la centralité à proximité du campus Descartes offre un accès à la plupart des services du quotidien avec un temps de marche acceptable (5-10 min). Comme nous l'avons montré dans le modèle *Fractalopolis*, l'accès vers les équipements de niveau supérieur est possible dans les centralités plus importantes, comme Noisy-le-Grand, Val d'Europe et surtout Paris.

BIBLIOGRAPHIE

- Antoni J.-P., Bonin O., Frankhauser P., Hélène Houot, Nicolas J.-P., et al. (2014) VILMODes, Ville et mobilité durables, évaluation par la simulation. Rapport de recherche, Convention 11 MT PREDIT cvs 052, PREDIT ; ThéMA ; LVMT ; LET.
- Bonin O., Frankhauser P. (2017) Accessibility, Amenities and Needs - a conceptual framework for exploring households satisfaction. ECTQG.
- Delage M. (2012) Mobilités pour achats et centralités métropolitaines, Le cas de la métropole parisienne. Thèse de Géographie, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
- Frankhauser P., Tannier C., Vuidel G., Houot H. (2018), Une modélisation multifractale intégrée à la planification urbaine et régionale, *Ordinateurs, Environnement et Systèmes Urbains*, 67, 132-146.
- Orillard C., Picon A. et al. (2012) De la ville nouvelle à la ville durable, Marne-la-Vallée. Éditions Parenthèses, Marseille

Entre adaptation énergétique et contraintes patrimoniales : les enjeux de la rénovation urbaine

Arthur Le Luyer¹, Vincent Paillot², Florence Clément³, Cléa Verdot⁴, Xavier Tabin⁵, Sébastien Lasvaux⁶, Jean-Philippe Antoni¹

¹UMR Théma, Université Bourgogne Franche-Comté, ²Conseil de l'Architecture, de l'Urbanisme et de l'Environnement (CAUE) du Doubs, ³CAUE du Jura, ⁴AJENA Énergie et Environnement (France), ⁵Centre de recherches énergétiques et municipales (Suisse), ⁶Haute École d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud

Dans le cadre de la transition énergétique aujourd'hui nécessaire pour limiter les effets du dérèglement climatique, la rénovation des bâtiments d'habitation les plus énergivores constitue un enjeu important, en particulier dans les centres urbains où le bâti est le plus ancien (Zhao and Magoulès, 2012). Cette rénovation est néanmoins rendue difficile, voire impossible, quand ces mêmes bâtiments sont soumis à des règles strictes de préservation du patrimoine, qui sont également fréquentes dans les centres urbains. L'urbanisme réglementaire interdit en effet généralement de modifier l'enveloppe extérieure des bâtiments protégés (isolation, vitrage, panneaux solaires, etc.) pour préserver leur valeur architecturale, ce qui limite les possibilités d'intervention permettant d'améliorer leur efficacité énergétique (Villarejo *et al.*, 2021). Entre adaptation énergétique et contraintes patrimoniales, cette situation place les acteurs de la rénovation urbaine (collectivités, propriétaires, entrepreneurs) face à un paradoxe qui appelle des solutions innovantes et complexes pour répondre à chaque cahier des charges avec une marge de manœuvre réduite.

Pour aider à l'identification de ces solutions, le projet Historeno vise à développer une plateforme en ligne dédiée à la rénovation énergétique du bâti des centres-villes et centres-bourgs dont la valeur patrimoniale doit être conservée dans l'espace franco-suisse du périmètre Interreg³. Sur la base du projet Opteer (De Sède-Marceau *et al.*, 2018), cette plateforme se fonde sur un Système d'information géographique (SIG) connecté à un outil de calcul énergétique qui s'appuie lui-même sur les informations de contrainte patrimoniale et les solutions énergétiques disponibles localement (réseaux de chaleur).

Selon les objectifs des acteurs qui utilisent cette plate-forme, différents scénarios de rénovation énergétique peuvent être simulés et deux modes de visualisation sont proposés : (i) un mode « consultation » qui promeut la rénovation énergétique des bâtiments historiques en recensant des exemples de réalisations réussies ; (ii) un mode « analyse » qui permet d'enclencher une démarche de rénovation en utilisant l'outil de calcul en ligne. Des solutions techniques et adaptées au bâti seront ainsi proposées en visant les standards énergétiques, notamment en réduisant les émissions polluantes liées au chauffage et à la production d'eau chaude. Dans ce contexte, la plateforme Historeno constitue un outil d'aide à la décision et de valorisation des initiatives innovantes, qui doit à la fois permettre d'enrichir les expérimentations concrètes d'intelligence territoriale et de dynamiser l'ensemble de la filière liée à la rénovation urbaine dans un objectif de développement durable.

Mots-clés – Urbanisme, transition énergétique, patrimoine, SIG, aide à la décision

BIBLIOGRAPHIE

- Villarejo P., Gamez R., Santamaria-Lopez A., 2021, Building Renovation Passports in Spain: Integrating exiting instruments for building conservation, renovation and heritage protection, *Energy Policy*, 157, 112506.
- Zhao H., Magoulès F., 2012, A review on the prediction of building energy consumption, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 6, 3586-3592.
- De Sède-Marceau M.H., François S., Pauc B., 2018, OPTTEER, un dispositif de connaissance et d'analyse territoriale par et pour les acteurs de la transition énergétique, *Revue Internationale de Géomatique*, 28, 1, 95-124.

³Le projet Historeno est financé par le programme Interreg IV de l'Union européenne sur un territoire qui inclut les départements du Doubs et du Jura en France, ainsi que les cantons de Berne, de Fribourg, de Genève, du Jura, de Neuchâtel, du Valais et de Vaud en Suisse.

L'effet médiateur de la motilité entre migration et satisfaction conjugale

Florian Masse¹, Guillaume Drevon, Vincent Kaufmann¹

¹ Laboratoire de Sociologie Urbaine (LASUR), EPFL, Suisse, ² Luxembourg Institute of Socio-Economic Research (LISER), Laboratoire de Sociologie Urbaine (LASUR), EPFL

La migration peut affecter profondément l'équilibre de la satisfaction du couple (Shapira, Gayle, Graham, 2019). Un événement aussi stressant et de longues distances de migration, une nouvelle culture ou une langue différente peuvent affecter sévèrement les relations conjugales et les liens sociaux. La vie sociale est altérée et de ce fait, les capacités à maintenir ou à créer un nouveau réseau social le sont de même (McCollum, 1990). Cette étude vise à mesurer l'influence de la migration sur la satisfaction des couples à travers le concept de motilité (Kaufmann, Ravalet, Dupuit, 2015), en posant l'hypothèse qu'un potentiel de déplacement individuel élevé favorise l'interaction sociale partagée au sein du couple, et conduit de ce fait à une meilleure satisfaction conjugale. Nous utilisons un échantillon représentatif au niveau national de 962 adultes en âge de travailler vivant en couple hétérosexuel en Suisse. En utilisant un modèle d'équation structurelle (SEM), l'analyse confirme un lien significatif entre la mobilité résidentielle, la motilité, les visites partagées et la satisfaction du couple. Comme les migrations à longue distance augmentent l'accessibilité quotidienne aux transports, elles entraînent des difficultés à maintenir ou à créer un réseau social avec les proches. Ces compétences sont par ailleurs pertinentes pour expliquer la satisfaction du couple. Les projets partagés de lien social conduisent à des visites partagées et à une plus grande satisfaction du couple. Cette étude montre que la migration entraîne à la fois un effet négatif et bénéfique sur la satisfaction du couple, car les couples qui connaissent une situation de migration montrent des compétences moindres en matière de lien social, mais ceux qui partagent des visites dans leur cercle social rapportent une plus grande satisfaction conjugale. Ces résultats sont congruents avec ceux montrant des formes de satisfactions conjugales variant dans le cas de réseaux sociaux qui diffèrent (Stein et al., 1992), ou d'autres impliquant la connectivité des réseaux du couple pour expliquer la qualité conjugale (Cornwell, 2012).

BIBLIOGRAPHIE

- Cornwell, Benjamin. 2012. « Spousal Network Overlap as a Basis for Spousal Support ». *Journal of Marriage and Family* 74 (2): 229-38
- Kaufmann V., Ravalet E., Dupuit E. (dir) 2015. *Motilité et mobilité : mode d'emploi*, Neuchâtel, Aphil éditions, coll. « Espaces, mobilités et sociétés », 256 p.
- McCollum, Audrey T. 1990. *The Trauma of Moving: Psychological Issues for Women*. Newbury Park, Calif: SAGE Publications, Inc.
- Shapira, M., V. Gayle, et E. Graham. 2019. « Moving on and moving out: The implications of socio-spatial mobility for union stability ». *Population, Space and Place* 25 (2).
- Stein, C.H., E.G. Bush, R.R. Ross, et M. Ward. 1992. « Mine, Yours and Ours: A Configural Analysis of the Networks of Married Couples in Relation to Marital Satisfaction and Individual Well-Being ». *Journal of Social and Personal Relationships* 9 (3): 365-83.

Modeling Ecovillage Pattern Based on Information and Communication Technology (ICT): A Comparative Study in Iran and France

Sima Saadi, Jean-Philippe Antoni

UMR ThéMA, Université de Bourgogne Franche-Comté

Due to the environmental problems and climate change in the world, many of which are due to economic activities, research on the sustainability of business spaces using ICT in Ecovillage is necessary. In addition, this issue has provided the necessary ground for electronic transformation in businesses and moving towards sustainability. Ecovillages are grassroots intentional communities focused on the shared values of environmental sustainability and community-building and truly sustainable, community-oriented housing options that are economically empowering, socially just, and enhance the ecology of place by building all forms of economic, social, and environmental capital. Therefore, this presentation explores the suitable model for achieving sustainability of the business environment based on ecovillage urban design to improve the design of current and future ecovillages and to use it as a design model for building sustainable communities. The objective is to make a comparison between Iran and France in order to (1) Identify the most important dimensions of Ecovillage to achieve business environment sustainability; (2) Determine the level of sustainability of the business environment; (3) Evaluate the Level of Rural ICT Development to Improve the Sustainability of the Business Environment; (4) Analyze the Impact of ICT on the Sustainability of the Business Environment; and finally, (5) Design a suitable model for achieving sustainability of the business environment. Methodologically, after collecting the data in both case study we use statistical analysis in Structural Equation Modeling (SEM) and Spatial statistics analysis in ArcMap. In addition, spatial data allows to investigating the potential of sustainability within PostgreSQL and PostGIS. Then the differences and the similarities between both case studies can be shown in terms of Ecovillage dimensions, ICT level, business environments, and ultimately the sustainability potentials.

Keywords: Sustainability, Ecovillage, ICT, Structural Equation Modeling, Spatial Analysis.

Index des auteurs

A

Alexandre Frédéric, 20
 Alkassem-Alosman Mohamed, 42
 Antoni Jean-Philippe, 27, 54, 56
 Arnaud Aurélie, 14
 Audard Frédéric, 9
 Auvray Alexandre, 28

B

Banos Arnaud, 4
 Bellil Anissa, 50
 Birre Déborah, 20
 Blond Nadège, 32
 Bonin Olivier, 30
 Bopp Esteban, 15
 Bourdeau-Lepage Lise, 14
 Bourgeois Marc, 14, 22
 Boutreux Thomas, 26

C

Carpentier-Postel Samuel, 25
 Charreire Hélène, 4
 Clément Florence, 54
 Comby Emeline, 50
 Conesa Alexis, 32
 Cottin Julien, 25
 Créat Julien, 41, 44
 Crevant Julien, 38

D

Daudé Éric, 16
 De Sède-Marceau Marie-Hélène, 42
 Decker Sven, 32
 Deguen Severine, 12
 Delahaye Daniel, 21
 Di Costanzo Hadrien, 51
 Drevon Guillaume, 55
 Dudek Julita, 41, 44

E

El Gouj Hanae, 47, 48
 Emery Justin, 44
 Enault Cyril, 39
 Enaux Christophe, 12

F

Ferrari Alice, 9
 Feuillet Thierry, 4, 20
 Finance Olivier, 52
 Foltête Jean-Christophe, 4
 François Stéphane, 42
 Fujiki K, 52

G

Garcin Louissette, 33
 Genre-Grandpierre Cyrille, 6, 8
 Gillet Olivier, 16
 Godoye Quentin, 6
 Granjon Ludovic, 41
 Guillemois Mathilde, 21

H

Haffner Maud, 37
 Hénault Catherine, 42
 Hirtzel Johanne, 32, 52

J

Jehle Janusch, 32
 Joly Daniel, 44
 Josselin Didier, 33

K

Kaufmann Bernard, 26
 Kaufmann Vincent, 55
 Kihal-Talantikite Wahida, 12
 Kohler Florian, 32
 Komorowski Jean-Christophe., 16

L

Lagalis Roman, 20
 Lagesse Claire, 47, 48
 Lasvaux Sébastien, 54
 Le Bot Nils, 28
 Le Brun Pierre, 7
 Le Luyer Arthur, 54
 Lecampion Grégoire, 39
 Lehmann Xavier, 30, 53
 Louvet Nicolas, 35
 Loyer Teddy, 27

M

Maillefert Muriel, 14
Martin Philippe, 51
Marty Pascal, 28
Masse Florian, 55
Mayer Samuel, 32

P

Paillot Vincent, 54
Pergaud Julien, 41, 44
Peris Alice, 10
Pic Jessica, 19
Piombini Arnaud, 32
Pohl Benjamin, 44
Poupelin MéliSSa, 41
Pozzar Mario, 12

R

Rega Mario, 41, 44
Reulier Romain, 21
Richard Yves, 41, 44
Richaud Alain, 8
Roy Damien, 41

S

Saadi Sima, 56
Saby Nicolas, 42
Sahraoui Yohan, 28
Salinas Kraljevich Pablo, 39

Salze Paul, 32
Sarkissian Fanny, 27
Savary Paul, 24
Serrano-Notivoli Roberto, 20
Sheeren David, 20
Simoncic Valentin, 12
Skupinski Grzegorz, 32

T

Tabin Xavier, 54
Texier Pauline, 14
Thévenin Thomas, 41, 44
Thiam Souleymane, 42

V

Vairet Thibaut, 44
Verdot Cléa, 54
Vuidel Gilles, 50

W

Wester Léa, 35

Y

Youssoufi Samy, 25

Z

Zito Sébastien, 44

Liste des partenaires



Centre National de la Recherche
Scientifique



Université Bourgogne Franche-Comté



Région Bourgogne Franche-Comté



Ville de Besançon