

PROPOSITION DE SUJET DE STAGE

Formaliser les conditions d'émergence d'une « métrique lente » pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance automobile

Encadrants : Cyrille Genre-Grandpierre (UMR 7300 ESPACE) & Céline Lacaux (UPR 2151 LMA)

Titre en français : Formaliser les conditions d'émergence d'une « métrique lente » pour lutter contre l'étalement urbain et la dépendance automobile

Lieu : Avignon Université, UPR 2151 Laboratoire de Mathématiques d'Avignon et UMR 7300 ESPACE

Durée/Date : 5-6 mois à partir du mois de mars 2025

Objectifs du stage : Formaliser, en s'inspirant de travaux sur les fractales et la percolation, les conditions d'émergence d'une « métrique lente » en milieu urbain pour les déplacements automobiles, c'est-à-dire une métrique selon laquelle l'efficacité des trajets en voiture diminuerait avec leur portée, ce qui représente un moyen de lutter contre la dépendance automobile et l'étalement urbain.

Domaines / Thématiques : Probabilités et Géographie. Analyse fractale et percolation.

Profil du/de la candidat(e) : Master 2 ou équivalent en mathématiques appliquées / probabilités et statistique. Des compétences en programmation (par exemple en R, Matlab ou Python) sont requises.

Présentation détaillée du sujet :

A moyen et long terme, la lutte contre la dépendance automobile (le fait d'être contraint d'utiliser sa voiture personnelle pour réaliser son programme quotidien d'activités, Dupuy, 1999), passe par une amélioration de l'offre alternative de transport (bus, train, vélo, etc.), par une restriction de la facilité d'usage de la voiture (ex : limitation du stationnement), mais aussi par une action sur la forme urbaine à travers les politiques d'aménagement. L'objectif est ici que la forme et le fonctionnement des territoires soient intrinsèquement plus propices à des déplacements possibles sans voiture (ie. des déplacements de plus courte portée par exemple) (Wiel, 2002). Dans cette lutte contre l'usage généralisée de la voiture, menée en raison de ses externalités socio-environnementales négatives (bruit, pollution, coût d'usage, exclusion des non-motorisés, etc.), les réseaux routiers et la logique des interactions qu'ils induisent par leurs configurations morpho-fonctionnelles, sont longtemps restés des impensés (Genre-Grandpierre, 2013). Or, les réseaux routiers actuels, qui sont hiérarchisés par la vitesse automobile, ont une « métrique » (entendue comme la façon de rapprocher *versus* éloigner les lieux dans l'espace vécu par rapport aux localisations euclidiennes) qui favorise intrinsèquement l'efficacité des trajets aux portées les plus longues (Genre-Grandpierre, 2007 ; Maia et al., 2023) et conséquemment l'étalement urbain et l'usage de la voiture. La métrique actuelle de l'espace s'oppose donc aux objectifs des politiques d'aménagement de lutte contre l'étalement urbain et l'usage la voiture.

Dans ce contexte, nous avons développé le concept de métrique lente (Genre-Grandpierre, 2007, 2014), selon laquelle l'efficacité des trajets automobiles va décroissante avec leur portée (distance à vol d'oiseau entre départ et arrivée). Cette métrique lente, qui reviendrait donc à « forcer à la proximité physique dans les choix des lieux de vie des individus » sous peine de voir les budgets temps de déplacement exploser, permettrait de mettre en cohérence fonctionnement de l'espace et politiques d'aménagement. Si des simulations basées sur des SIG et des Systèmes Multi-agents (Banos, Genre-Grandpierre, 2012) ont permis de montrer empiriquement qu'il est effectivement possible de faire émerger des métriques lentes grâce à une homogénéisation des

vitesse et en disposant de façon adéquate des feux de circulation avec des durées variables, il n'a en revanche pas été pour l'heure possible d'en formaliser les conditions d'émergence.

L'objectif du stage est donc d'être en mesure de savoir à quelles conditions (nombre, durée, localisation des feux de circulation, qui peuvent varier selon le type de réseau routier) il est possible de faire émerger une métrique lente et d'en maîtriser les caractéristiques (en particulier l'intensité de la décroissance de l'efficacité des trajets en fonction de leur portée). Le défi est théorique, mais avec des applications potentielles très pratiques, par exemple dans le cadre de la mise en place du concept de la « ville du ¼ d'heure », qui oriente actuellement les projets d'aménagement de nombreuses villes dans le monde et qui prône un retour à plus de proximité physique entre les aménités urbaines (Moreno, 2020).

Méthodologiquement, le travail reposera sur la géométrie fractale et la théorie de la percolation qui ont pu montrer l'existence de métriques assimilables à la métrique lente (Ritzenberg, Cohen, 1984, et Stanley, Ostrowsky, 1986). Il s'agira de voir dans quelle mesure ces travaux sont transposables, en assimilant le réseau routier à un graphe aléatoire et les obstacles à la percolation à des feux de la circulation.

En résumé, le stagiaire devra :

- s'approprier la problématique géographique
- étudier la théorie de la percolation et de l'analyse fractale et s'en inspirer pour formaliser la possibilité d'émergence d'une métrique lente donnée
- mettre en œuvre numériquement le modèle et illustrer/interpréter les résultats.

Bibliographie

Banos A., Genre-Grandpierre C., 2012 : «Toward new metrics for urban road networks : some preliminary evidence from Agent-based simulations», in Heppenstall, A.J.; Crooks, A.T.; See, L.M.; Batty, M. (Eds.) *Agent-Based Models of Geographical Systems*, Springer.

Dupuy G. 1999 : *La dépendance automobile*. Paris, Economica

Genre-Grandpierre C., 2007 : « Des réseaux lents contre la dépendance automobile ? Concept et implications en milieu urbain », *L'Espace géographique*, n°1, pp.27-39

Genre-Grandpierre C., 2013 : « La structure morpho-fonctionnelle des réseaux routiers : un levier d'action majeur pour une mobilité durable », in Brun G. (dir) *Ville et Mobilité. Nouveaux regards*, Collection « Méthodes et Approches », Economica

Genre-Grandpierre C., 2014 : *Vitesse de déplacement et durabilité en milieu urbain. La possibilité d'une métrique*, HDR de Géographie Aménagement, Avignon Université.

Maia G., Ponte C., Furtado L., Melo H., Furtado V. 2023 : «A global empirical study on how street networks facilitate driving longer distances», *Scientific Reports*, 13:18154, Nature portfolio.

Moreno, C., 2020 : *Droit de cité, de la « ville-monde » à la « ville du quart d'heure »*. Paris: Éditions de l'Observatoire

Ritzenber A.L., Cohen R.J., 1984 : « First passage percolation: scaling and critical exponents », *Physical Review B*, vo.30, n°7.

Stanley H.E., Ostrowsky N. 1986 : *On growth and form: fractal and non fractal patterns in physics*, Martinus Nijhoff Publishers

Wiel M., 2002 : *Ville et automobile*. Paris, Descartes et Cie.

Dossier de candidature :

Un dossier complet comprenant un CV détaillé, une lettre de motivation et les résultats semestriels de M1 et M2, doit être envoyé aux encadrants au plus tard le 28 février

- Cyrille Genre-Grandpierre : cyrille.genre-grandpierre@univ-avignon.fr

- Céline Lacaux : celine.lacaux@univ-avignon.fr