

**Proposition de communication pour les
2e Rencontres Francophones Transport Mobilité (RFTM)
Montréal, 11-13 juin 2019**

Titre :

Variations de stocks et variations de flux : deux compréhensions de la mobilité appréhendée par les données de téléphonie mobile

Auteur(s) :

Françoise LUCCHINI, Maître de Conférences Habilitée à Diriger des Recherches en Géographie, UMR CNRS IDEES, Université Rouen Normandie, francoise.lucchini@univ-rouen.fr

Olivier GILLET, Ingénieur d'études, UMR CNRS IDEES, Université Rouen Normandie, olivier.gillet@univ-rouen.fr

Bernard ELISSALDE, Professeur des universités, UMR CNRS IDEES, Université Rouen Normandie, bernard.elissalde@univ-rouen.fr

Lény GRASSOT, PHD, UMR CNRS LAET, Université de Lyon, l.grassot@gmail.com

Julien BAUDRY, Ingénieur de recherche, EA LITIS, Université du Havre, julien.baudry@univ-lehavre.fr

Armelle COUILLET, Ingénieur d'études, UMR CNRS IDEES, Université Rouen Normandie, armelle.couillet@cnrs.fr

Mots-clés :

Téléphonie mobile, Mobilité, Données massives

Résumé :

La spécificité des données de téléphonie mobile est de rendre compte de la variabilité de la présence des populations circulant sur un territoire (Blondel et al., 2015) au cours d'une semaine, d'une journée ou d'une heure. En permettant aux chercheurs d'opérer des découpages fins de l'espace et du temps, les données de téléphonie mobile portent un enjeu majeur pour renouveler les approches de l'urbain : celui de saisir la ville en mouvement. Les espaces urbains offrent un cadre géographique dont la configuration prédispose à une maximisation de la circulation des individus et des échanges économiques, sociaux et culturels. Plusieurs usages et plusieurs temporalités s'y croisent nécessairement. Cette « ville éphémère », fondée sur les relations et les interactions occasionnelles de convivialité et de sociabilité, est animée de pulsations, correspondant à la position variable des activités et des individus (Elissalde et al., 2011). Ces pulsations urbaines peuvent être détectées à partir des concentrations temporaires de populations dans les différentes parties de l'espace urbain connues par les données de téléphonie mobile. Dans un environnement urbain, qui peut être le cadre d'évènements de nature diverses, les mobilités peuvent alors être mesurées de deux manières. D'un côté, on peut observer les variations de stocks, correspondant aux concentrations d'usagers dans les différentes parties de l'espace urbain au cours du temps. De l'autre, on peut révéler les trajectoires collectives préférentielles formées par le regroupement de mouvements individuels similaires dans la ville.

1. Évènements, mobilités et espace urbain

A partir de l'information fournie par les données géolocalisées et anonymées de téléphonie mobile mises à disposition par l'opérateur Orange, nous étudierons en particulier deux espaces urbains – les métropoles de Rouen et de Lille –, dans lesquels se sont déroulés des événements[1] majeurs comme l'Armada de Rouen (édition 2008) et la Braderie de Lille (édition 2011).

Nous souhaitons ici mettre en valeur l'intérêt des données de téléphonie mobile pour identifier de façon originale les rythmes de la ville, notamment sous l'angle de temporalités multiples qui permettent de saisir la vie urbaine entre rythmes routiniers et événements éphémères. En se fondant non pas sur le caractère pérenne des fonctions des différents quartiers urbains, mais plutôt sur la capacité première de certains quartiers à être des lieux de rassemblement, l'étude des mobilités des usagers de téléphones portables vise en ce sens à révéler les pulsations habituelles de la marche routinière de la ville, tout comme les modifications que peut introduire dans cette routine le déroulement de manifestations populaires de grande ampleur. En utilisant ces données nous souhaitons tester l'hypothèse d'une grande variabilité dans le temps et dans l'espace des concentrations et des mouvements de foule à l'occasion de grands événements. Les comportements des usagers se déploient dans un environnement urbain présentant des contraintes de mobilité pouvant conditionner des choix potentiels d'usages, de mobilité ou d'immobilité. Le temps d'une grande manifestation attirant un nombreux public, les pulsations habituelles de la ville se trouvent bouleversées. Cette modification introduite par le déroulement d'un événement remet en question l'inégale attractivité des quartiers et le caractère routinier de la vie urbaine. En matière de mouvements, nous tenterons de vérifier la tendance à une plus ou moins forte accentuation de la variabilité mesurée en fonction du type de méthodologies utilisées (approches surfaciques ou graphes réticulaires).

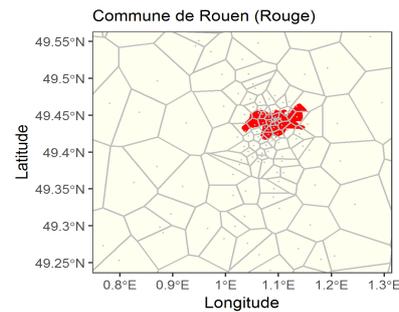
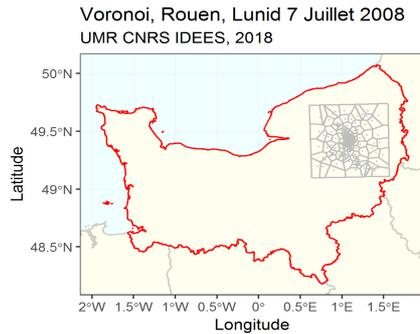
2. Deux méthodes pour parvenir à saisir la mobilité : analyser les stocks, analyser les flux

Pour apprécier les mobilités des individus, nous mobiliserons ici deux compréhensions des mouvements de ces usagers de la téléphonie mobile. La première approche consiste à mesurer les « mobilités de stocks » à partir des concentrations éphémères d'individus et de leurs déplacements dans l'espace urbain au cours du temps. La seconde approche propose de retracer les « mobilités de flux », en dessinant les trajectoires collectives préférentielles d'individus effectuant les mêmes mouvements dans l'espace urbain au cours du temps.

Ces deux méthodologies mesurant les mobilités des individus dans la ville apportent un éclairage sensiblement différent sur leurs mouvements et plus généralement sur les pulsations urbaines.

2.1 Saisir les mouvements par la variabilité des concentrations

Le réseau de téléphonie mobile étant composé d'antennes qui possèdent chacune leur propre zone de couverture, les aires de captage des antennes ne sont pas uniformes. Il est fréquent de représenter cette couverture spatiale des antennes sous forme de polygones de Voronoï (Elissalde et al, 2014 ; Grassot, 2016 ; Smoreda et Bonnel, 2017). Ce découpage préalable du territoire en Voronoï (cf cartes des mailles Voronoï de la métropole rouennaise) permet de produire de l'information sur les concentrations d'usagers et d'appels en surfaces à différents pas de temps. A partir des mouvements individuels, ces concentrations nous renseignent sur l'attractivité et la vacuité des différentes parties du territoire au cours d'une journée. Elles reflètent le déroulement du temps social en ville, identifient des zones-phares du fonctionnement urbain et des rythmes d'arrivées et de départs depuis des zones clés.



Parmi les méthodes utilisant des comptages surfaciques, nous présenterons les apports de deux indices surfaciques ; l'un évaluant la sur- ou sous-concentration d'usagers selon les moments et selon les différentes parties de la ville ; et l'autre, identifiant par autocorrélation spatiale des hotspots d'attractivité et des discontinuités dans l'espace urbain.

2.2 Saisir les mouvements par les mobilités de flux

En mobilisant les techniques des graphes dynamiques, il est possible d'identifier les trajectoires préférentielles de déplacement des usagers de téléphonie mobile, en regroupant les mouvements similaires d'usagers dans la ville. Dans les deux métropoles de Rouen et de Lille, nous évaluerons la variabilité des mouvements d'usagers de téléphonie mobile à partir du graphe dynamique formé, et particulièrement en suivant les modifications de ce graphe selon les plages horaires d'une journée.

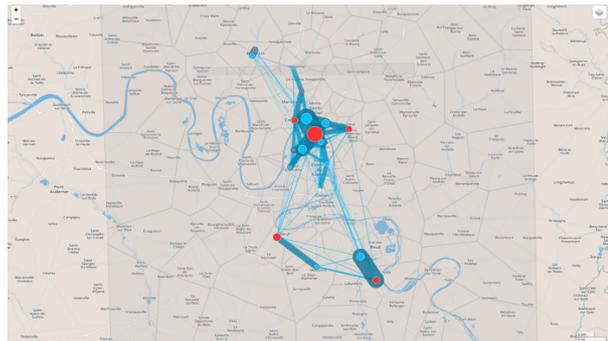
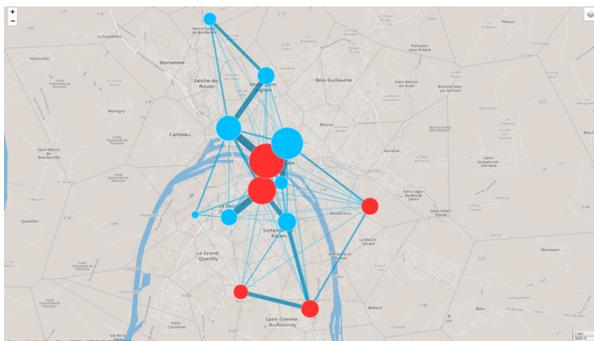
La méthodologie sur laquelle nous nous appuyons pour former les graphes de mobilité urbaine s'inspire des algorithmes ST-DBSCAN (Birant, Kut, 2007) et MobilityGraphs (Landesberger et al., 2016). Ces algorithmes permettent d'identifier des fonctionnements spatiotemporels de l'espace, en partitionnant les données en différents clusters et en regroupant les flux d'usagers qui circulent dans l'espace urbain. Le paramétrage du clustering permet de s'intéresser à un espace urbain plus ou moins étendu (cf cartes des deux graphes dynamiques obtenus avec un clustering d'usagers à 1 km et à 3 km sur la métropole rouennaise).

L'étude de ces trajectoires collectives dans l'espace urbain, et de leur variabilité, peut se réaliser à partir d'indicateurs globaux issus de la théorie des graphes, mais aussi en observant des indicateurs spatiaux mesurant, d'un pas de temps à l'autre, la ressemblance de la distribution spatiale des clusters d'usagers (nœuds du graphe) et des trajectoires préférentielles (arêtes du graphe). De même, on peut rendre compte de la permanence ou du caractère variable des clusters les plus importants du graphe - formant les concentrations majeures d'usagers dans la ville (Top 10) -, en mesurant la ressemblance hiérarchique du graphe de mobilité formé d'un pas de temps à l'autre.

Deux paramétrages pour former un graphe de mobilité sur la métropole rouennaise : flux de mobilité déterminé par clustering d'usagers effectuant les mêmes mouvements dans la ville.

Clustering d'usagers à 1 km

Clustering d'usagers à 3 km



Conclusion

Les données de téléphonie mobile offrent un potentiel d'exploration du fonctionnement de la ville en mouvement. Les deux méthodes présentées permettent de saisir les mouvements des usagers de la téléphonie mobile et plus globalement d'approcher les pulsations urbaines : par la variabilité des concentrations selon les moments et selon les lieux – approche surfacique -, et par les graphes de mobilités - approche réticulaire -. Ces deux méthodes contribuent à une meilleure compréhension des mobilités sur l'espace urbain.

Références bibliographiques

- Birant D., Kut A., (2007). ST-DBSCAN: An algorithm for clustering spatial-temporal data. *Data & Knowledge Engineering, Intelligent Data Mining* 60, 208-221. <https://doi.org/10.1016/j.datak.2006.01.013>
- Blondel V.D., Decuyper A., Krings G. (2015). A survey of results on mobile phone datasets analysis. *EPJ Data Science*, vol. 4, n°1, 10 p.
- Bonnel P. et al, (2017). Apports et limites des données passives de la téléphonie mobile pour la construction de matrices origine-destination, *R E R U*, 647-672
- Elissalde B., Lucchini F., Freire-Diaz S., (2011). Mesurer la ville éphémère. *Données Urbaines*, n°6, Pumain D., Mattei M-F. (eds), *Anthropos, Economica*, 105-122.
- Elissalde B., Lucchini F., Grassot L., Salamand Y., (2014). Urban events and emerging phenomena. The 4th International Conference on Complex Systems and Application, ICCSA 2014, Le Havre. <http://iccsa2014.univ-lehavre.fr/iccsa2014proceedings.pdf>
- Landesberger T. von, Brodkorb F., Roskosch P., Andrienko N., Andrienko G., Kerren A. (2016). « MobilityGraphs: Visual Analysis of Mass Mobility Dynamics via Spatio-Temporal Graphs and Clustering ». *IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics* 22, p. 11–20. <https://doi.org/10.1109/TVCG.2015.2468111>

[1] Nous nous appuyons sur la définition d'un événement introduite par les recherches sur la détection et le suivi des sujets (Topic Detection and Tracking (TDT)), c'est-à-dire un fait social réel qui se produit dans un lieu géographique donné et sur une certaine période de temps.