

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

## Titre :

Le covoiturage pour la mobilité quotidienne : une estimation du potentiel par l'analyse de l'organisation spatio-temporelle des activités des individus

## Auteur(s) :

Hasiak Fabrice, CEREMA Nord Picardie (France), [fabrice.hasiak@cerema.fr](mailto:fabrice.hasiak@cerema.fr)

Palmier Patrick, CEREMA Nord Picardie (France), [patrick.palmier@cerema.fr](mailto:patrick.palmier@cerema.fr)

## Mots-clés :

covoiturage, ADN spatio-temporel, méthode d'estimation

## Résumé

### Contexte

Face aux enjeux du développement durable et de la transition énergétique, le covoiturage fait partie des solutions très souvent évoquées par les collectivités dans leur document de planification. En effet, compte tenu des faibles taux d'occupation des véhicules aujourd'hui observé (72% des trajets réalisés en voiture un jour moyen de semaine (source : Base Unifiée des enquêtes ménages déplacements (Rabaud, 2017)) n'ont pas de passager, et le taux moyen d'occupation des véhicules est de 1.38), cette pratique semble représenter un potentiel énorme car elle permettrait une réduction significative de la congestion (les voitures solo représentent 80% des véh.km parcourus) et des consommations énergétique, une baisse des coûts individuels de déplacements, une limitation des émissions de gaz à effet de serre et de polluants, un accroissement de l'accès à la mobilité pour tous, ...

Toutefois, cette solution pour réduire la place de la voiture-solo en ville présente des freins de plusieurs niveaux importants. Au-delà des freins plutôt psychologiques et du poids des habitudes, comme « *l'impression de laisser un peu de son autonomie et de sa liberté en acceptant de devenir passager ou de co-voiturer* » (Adelé, 2014), les trajets en covoiturage, et en particulier les trajets réguliers, présentent aussi des freins plus « techniques » et demandent une certaine organisation entre covoitureurs et covoiturés : les heures de déplacements doivent coïncider parfaitement ou s'en rapprocher entre les deux, ainsi que les origine-destination. Enfin, faire du covoiturage a aussi un impact sur l'organisation quotidienne de l'ensemble de nos déplacements, notamment lorsque vient se greffer dans nos routines de déplacement la conduite d'enfants à l'école, les courses après le travail... dont la remise en question n'est pas simple ni facilement acceptable sans contrepartie (Cerema, 2018).

### Peu d'études mesurent le réel potentiel que pourrait représenter le covoiturage

Les chiffres donnés ci-avant montrent bien les gains, d'un point de vue environnemental ou en termes de réduction de la congestion, que l'on pourrait attendre si la part des voitures-solo diminuait. Toutefois, peu d'études n'ont réellement mesuré le potentiel du covoiturage dans son intégralité, alors même que des objectifs de remplissage ambitieux ont été fixés lors des ateliers de l'innovation préparatoires à la rédaction du projet de loi d'orientation des mobilités (LOM, 2017) :

- Une étude du CGDD (CGDD, 2014) sur le covoiturage ne traite que des flux domicile-travail à partir des migrations DT de l'Insee et des données de l'Enquête Nationale Transports Déplacements (2008).

- Une autre étude plus récente (Shift Project, 2017) propose un modèle de covoiturage reposant sur la mise en relation des mêmes covoitureurs pour le trajet aller et le trajet retour et excluant les trajets chaînés.

## Vers une analyse microscopique des comportements de mobilité au travers des Enquêtes Ménages Déplacements : « l'ADN mobilité » des individus

### Principe méthodologique

Le principe d'une enquête ménages déplacements est de recenser l'ensemble des déplacements faits par les individus durant 24h. Chaque déplacement est alors décrit par un certain nombre de variables, dont les heures de départ et d'arrivée, les activités réalisées et les lieux fréquentés. À partir de ces données, on peut alors par exemple en déduire de façon très précise la structure temporelle des activités des personnes (le type d'activité et sa durée étant déduite des informations sur les déplacements  $n$  et  $(n-1)$ ). Un fichier « Emploi du temps » pour chaque personne enquêtée peut alors être généré à partir des données sur les déplacements d'une enquête ménages. Les activités sont désagrégées au quart d'heure de façon à conserver toute la richesse de l'information. On dispose donc, pour chaque personne enquêtée, de 96 informations horodatées assimilées à des « marqueurs génétiques ». (Hasiak et al., 2016)

Une séquence individuelle juxtapose les activités pour chaque quart d'heure (entre 4h00 du matin la veille de l'enquête et 3h59 le jour d'enquête) ; elle est donc de la forme :

...D-D-D-.....D-v-v-T-T-T-T-....T-T-T-T-T-v-v-A-A-A-v-v-D-D-...-D-D-D...

Dans l'exemple, l'individu a quitté son Domicile (D) à 8h00, a fait un déplacement en voiture (v) de 30min pour se rendre à son Travail (T) où il en est ressorti à 17h pour ensuite aller en voiture (45 min) faire des achats (A) durant 45 min, pour enfin rentrer en voiture (30 min) à son Domicile.

Les individus, à partir de leur ADN, peuvent ensuite être regroupés selon le principe des méthodes d'appariement pour constituer des groupes d'individus qui se ressemblent au regard des activités réalisées tout au long de la journée. Ce principe d'appariement n'est pas nouveau et est couramment utilisé dans de nombreux domaines : en littérature (*analyse de documents : détection de plagiat...*), dans le domaine médical (*analyse génétique : test paternité, empreinte génétique pour établir une identité...*), en informatique (*déduplication: technique de stockage des données*)....

La première étape de l'appariement consiste à définir une distance pour chaque couple de séquences ADN. La deuxième étape de l'appariement, via une procédure de classification, consiste à rassembler les séquences proches à l'aide d'un critère d'agrégation (stratégie du saut maximum (complète linkage), méthode de Ward...).

### Application au cas de l'analyse du potentiel de covoiturage : « l'ADN spatio-temporel » des individus

De la même manière que pour les activités, on peut aussi construire pour chaque individu sa chaîne ADN spatio-temporelle. Pour chaque quart d'heure de la journée, on connaît avec précision le lieu fréquenté (quel que soit l'activité). On peut alors, comme précédemment, selon une méthode d'appariement, regrouper les individus qui se ressemblent au regard des lieux fréquentés sur une partie de la journée ou tout au long de la journée.

Par cette approche, les individus qui se ressemblent sont donc potentiellement des candidats légitimes au covoiturage puisqu'ils fréquentent les mêmes lieux aux mêmes moments de la journée.

La construction des séquences ADN et leurs analyses statistiques ont été faites avec le logiciel R et les sorties graphiques sous forme de chronogrammes notamment ont été réalisées à l'aide du package *Traminer* (Gabadinho et al., 2011)

Pour le traitement de l'ADN spatio-temporel des individus, les lieux fréquentés ont été codés par un caractère alphanumérique (exemple EMD Lille 2016) : Lille (L), couronne Nord de Lille (N).... et les temps correspondant aux déplacements en voiture (v).

```
4h 5h 6h 7h 8h 9h 10h 11h 12h 13h 14h 15h 16h 17h 18h 19h 20h 21h 22h 23h 24h 1h 2h 3h 4h
LLLLLLLLLLLLLLLLvVVVVVXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXvXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXvVVVVVLLvVTTTTTTTTvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYvVVVVVLLvVVVVVLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvXXXXXXXXXXXXvVVvYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYYvVLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLvVVvXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXvVLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXvXXXXXXXXXXXXXXXXXXXXvXXXXXXXXXXXXvXXXXXXXXvVvLLLLLLLLLLLLvEEEEEEEEEEEEvLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEEvVvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvNNNNNNNNNNNNNNNNvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLvEEEEEEEEEEEEEEEEERREEEEEEEEEEEEEEEEEvSSSSsvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvEEEEELLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLvVvRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRRvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvSvLLLLLlvLLvLvVEvVvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvEEEEEEFTvLLLLLlvRRRRRRvRRRRRRRRRRRRRRRRvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSSsvVLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
LLLLLLLLLLLLLLLLLLLLvTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTTvLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLLL
```

**Exemples de chaîne ADN spatio-temporel**

Les premiers résultats montrent de très grandes disparités dans l'organisation spatio-temporelle des activités des individus au cours d'une journée et qu'il semble difficile d'envisager un report massif des déplacements faits en voiture-solo vers du covoiturage avec les mêmes « équipages » tout au long de la journée.

La proposition porte sur la description de la méthodologie déployée pour l'analyse du potentiel du covoiturage « quotidien » sur une agglomération (cas de la Métropole Européenne de Lille, France) à partir des données d'enquête ménages déplacements et sur les premières estimations de report.

**Bibliographie**

Adelé S. Dimensions psychosociales des nouveaux services de mobilité : le cas du covoiturage dynamique, 2014

ADEME. Développement du covoiturage régulier de courte et moyenne distance. Guide méthodologique. 2016

Cerema, Covoiturage courte et moyenne distance - Retour d'expériences, freins et leviers, septembre 2018

Commissariat Général au Développement Durable. Le covoiturage pour les déplacements domicile-travail : quel potentiel ? n° 107 Juin 2014

Gabadinho, A., Ritschard, G., Müller, N.S. & Studer, M., 2011, « Analyzing and visualizing state sequences in R with TraMineR », Journal of Statistical Software, 40(4), p.1-37

Hasiak F., Palmier P. ADN mobilité des individus. Analyse des comportements de mobilité basée sur une segmentation de la population construite sur une classification des Emplois du temps quotidien des individus. *Swiss Mobility Conference*, Oct 2016, Lausanne, Suisse.

LOM. Ateliers de l'innovation - Covoiturage courte distance, décembre 2017

Rabaud. M. The Unified Household Travel Surveys Database, 11th International Conference on Transport Survey Methods, 24-29 sept 2017, Estérel (Québec), Canada

Shift Project. Décarboner la mobilité dans les zones de moyenne densité. Août 2017