

---

# Estimer un potentiel de regroupement de mobilité à partir de données spatio-temporelles

Louissette Garcin<sup>1</sup>, Didier Josselin<sup>1</sup>, Sonia Chardonnel<sup>2</sup>,  
Mathilde Vernet<sup>3</sup>, Jean-Baptiste Chesneau<sup>4</sup>

1. UMR ESPACE, CNRS, Avignon Université

*louisette.garcin@almuni.univ-avignon.fr; didier.josselin@univ-avignon.fr*

2. UMR PACTE, CNRS, Université Grenoble Alpes

*sonia.chardonnel@univ-grenoble-alpes.fr*

3. UPR LIA, Avignon Université

*mathilde.vernet@univ-avignon.fr*

---

*RÉSUMÉ. Cette communication présente une méthodologie d'estimation du potentiel de regroupement d'autosolistes au cours de leurs pérégrinations quotidiennes, basée sur des données spatio-temporelles issues des Enquêtes Ménages Déplacements. Dans un premier temps, il s'agit de regrouper des individus, en fonction de leurs trajectoires spatio-temporelles précises et d'ainsi obtenir un premier potentiel de regroupement théorique. Puis, dans un second temps, il est question d'associer l'analyse des trajectoires de pérégrinations aux caractéristiques sociales individuelles des autosolistes, dans le but d'obtenir un potentiel de transfert modal plus proche du réel. Des indicateurs, notamment environnementaux, sont proposés afin de mesurer les impacts du regroupement d'autosolistes dans le cadre de pérégrinations journalières.*

*ABSTRACT. This communication presents a methodology estimating the potential for regrouping solo drivers during their daily travels, based on spatiotemporal data from Household Travel Surveys. In a first step, the goal is to group individuals, based on their precise spatiotemporal trajectories and thus to obtain a first theoretical potential regrouping. Then, in a second step, the aim is to associate the analysis of travel trajectories with the individual social characteristics of solo drivers, in order to obtain a more realistic modal transfer potential. Indicators, including environmental ones, are proposed in order to measure the impacts of solo drivers regrouping in the context of daily travels.*

*MOTS-CLÉS : mobilité, regroupement, trajectoires spatio-temporelles*

*KEYWORDS: mobility, regrouping, spatiotemporal trajectories*

## 1. Introduction

L'impact des transports dans la lutte contre le réchauffement climatique est à considérer avec acuité : il constitue un levier essentiel pour réduire les émissions de polluants atmosphériques. En effet, les mobilités sont à elles seules responsables de plus de 30% des émissions de gaz à effet de serre en France en 2020 (CITEPA, 2022). Processus complexe du quotidien, la mobilité individuelle demeure la principale contributrice à l'émission de polluants atmosphériques et constitue un enjeu majeur dans la lutte contre le réchauffement climatique.

La mobilité quotidienne relève de l'ensemble des enchaînements temporels et spatiaux nécessaires à la pratique d'une activité habituelle. Elle est façonnée par de multiples critères tels que le motif de déplacement, les horaires dédiés, la localisation des aménités, l'itinéraire emprunté ou encore le mode de transport choisi. La réduction des impacts environnementaux liés à la mobilité quotidienne relève alors de la prise en compte de l'ensemble des chaînes de déplacements effectuées au cours d'une journée, autrement dit, de l'étude des pérégrinations (Wiel, 2002).

En effet, l'organisation d'une mobilité durable se doit de prendre en compte l'ensemble des pérégrinations individuelles, dans le but d'aller au-delà de préconisations générales, ne prenant pas en compte la complexité des déplacements quotidiens (comme c'est le cas dans la plupart des études concernant les migrations domicile-travail). Ainsi, cette prise en compte de la mobilité comme un ensemble complexe, permet d'œuvrer directement à l'échelle individuelle, accroissant le potentiel d'adhésion à un changement des pratiques.

Cette communication a pour principale ambition d'identifier des potentiels d'amélioration des mobilités au sein des pérégrinations journalières, notamment par le regroupement spatio-temporel d'individus. Nous avons choisi de nous intéresser spécifiquement aux individus autosolistes (désignant les individus utilisant principalement leur voiture personnelle comme mode de transport), puisqu'étant particulièrement impliqués dans les émissions de gaz à effet de serre. En effet, dans le cadre des trajets quotidiens, l'autosolisme reste le mode de transport le plus populaire, atteignant plus de 70% de choix modal dans le cas des trajets domicile-travail (INSEE, 2021).

## 2. Méthodologie

### 2.1. *Limiter les émissions de gaz à effet de serre par le regroupement spatio-temporel d'individus*

#### 2.1.1. *Le transfert modal comme outil de lutte contre l'autosolisme*

Lutter contre l'autosolisme nécessite de développer des alternatives à l'utilisation de véhicules particuliers. Le transfert modal envisagé, qui consiste en un report d'une partie des flux d'un mode de transport vers un autre (Géoconfluences, 2020), s'inscrit dans trois principales catégories de transports : les modes collectifs (bus, métros, tramways, trains, navettes fluviales, etc.), les modes doux (marche, vélo, trottinettes, objets de glisse urbaine, etc.) ainsi que les modes partagés (covoiturage, autopartage, transports à la demande, etc.). L'usage de chacun de ces modes par rapport à la voiture personnelle est généralement bénéfique à la fois pour l'environnement (notamment la réduction de l'émission de GES), l'économie (la voiture demeure l'un des modes les plus onéreux) et possède une dimension sociale avérée (l'inclusion de tous).

Ainsi, de nombreux territoires, politiques publiques et entreprises (à travers leur Responsabilité Sociétale) ont investi dans l'amélioration de l'offre de transports publics, et incitent au développement des modes décarbonés, afin de déclencher un report modal des individus mobiles (Kaufmann, 2003 ; Ministère de la transition écologique, 2021). En dépit de ces efforts, le trafic automobile ne diminue pas de manière significative (Guidez, 2002 ; Kaufmann, 2003 ; INSEE, 2021 ; Salomon *et al.*, 1993). Les démarches incitatives actuelles des politiques publiques concernant les mobilités alternatives à la voiture personnelle n'étant pas efficaces, le report modal constitue aujourd'hui un véritable enjeu, notamment dans le cadre de la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

#### 2.1.2. *Le regroupement d'individus mobiles*

L'autosolisme permettant une incontestable liberté spatio-temporelle, nous avons fait le choix, dans cette étude, de considérer le report modal vers un mode partagé relativement similaire, le covoiturage. Le covoiturage correspond au déplacement simultané d'individus à bord d'un même véhicule privé (Garcin, Josselin, 2021). De surcroît, les autosolistes disposant inévitablement d'une voiture personnelle, le transfert modal vers le covoiturage peut facilement être mis en place.

Regrouper des individus mobiles revient à rassembler des individus aux pratiques de mobilités semblables. Une fois identifiés, ces individus peuvent alors se réunir à bord d'un même véhicule, augmentant son taux d'occupation et réduisant mécaniquement les émissions de gaz à effet de serre rapportées à l'individu.

Concrètement, le regroupement d'individus consiste en l'identification de fe-

nêtres spatio-temporelles au sein desquelles plusieurs individus ont des comportements de mobilité similaires. De plus, les freins principaux au covoiturage relèvent de la complexité de se coordonner, du sentiment de perte de temps lié à de potentiels détours, mais aussi de divergences concernant les horaires de rencontre (Godillon, 2021). Pour pallier à ce problème, cette étude tend à regrouper uniquement des individus ayant des lieux d'origine et de destination strictement identiques, ainsi qu'une variabilité temporelle minimale, de l'ordre de 5 min, quant aux horaires de déplacements.

Enfin, la "partageabilité" de trajets en covoiturage est soumise à plusieurs critères comme le présentent Colin et Branguier ou encore Brahmi dans leurs travaux respectifs (Colin, Brangier, 2021 ; Brahmi *et al.*, 2022). En effet, certaines variables comme l'âge du covoitureur, son sexe, son niveau de vie ou encore le motif<sup>1</sup> du déplacement ont un impact direct sur le transfert effectif de l'autosolisme vers le covoiturage. Les individus ont tendance à covoiturer particulièrement avec des individus qui s'avèrent être leurs semblables. Aujourd'hui, devant l'urgence climatique, il faut passer outre les freins sociologiques et activer tous les leviers possibles pour faire basculer la plus grande partie de la population vers les transports publics et partagés. D'où notre estimation d'un potentiel théorique qu'il convient de fixer comme un objectif atteignable.

Cette communication a également pour objectif d'étudier les variabilités de regroupement suivant différents critères décrivant les individus.

Le regroupement spatio-temporel d'individus, prenant en compte des variabilités individuelles précises, nécessite alors de disposer de données précises.

## 2.2. Données traitées

L'étude des pérégrinations individuelles nécessite de disposer d'une enquête centrée sur le déplacement comme le décrit Commenges (Commenges, 2014), dans le but d'étudier rigoureusement les potentiels de regroupements d'individus ayant des comportements de mobilité similaires.

Nous choisissons de mobiliser les Enquêtes Ménages Déplacements (EMD) qui ont pour ambition de comprendre les comportements de mobilité des ménages au sein d'un territoire donné en France. Ces enquêtes sont pilotées par le CEREMA (anciennement CERTU) et permettent de recueillir plusieurs types d'informations liées à chaque déplacement dans une journée. Elles sont collectées par entretiens en "face à face" et par voie téléphonique. Les EMD recensent tous les déplacements des individus de ménages sélectionnés à l'échelle de la

---

1. Nous considérons huit motifs principaux de déplacement dans le cadre de notre étude : domicile, travail, études, achats, loisirs, démarches administratives ou de santé, accompagnement. Les motifs restants sont regroupés dans la catégorie "autres motifs".

"Zone Fine", un découpage spatial homogène en termes de taille de population et de forme d'habitat (semblable à la logique de découpage en IRIS). De plus, des informations comme le lieu d'origine, celui de destination, le motif, le mode de transport utilisé y sont présentées, ainsi que les caractéristiques sociales de l'individu concerné et de son ménage.

L'enquête repose sur une méthodologie d'échantillonnage standardisé au niveau national, pour assurer la comparabilité des résultats à la fois d'un point de vue spatial, mais également dans le cadre d'études diachroniques (Les partenaires de l'EMD, 2010 ; SMTTC, 2010). Les Enquêtes Ménages Déplacements portent sur des échantillons tirés aléatoirement, représentatifs des ménages des aires enquêtées.

Dans le cadre de notre étude, nous avons mobilisé les Enquêtes Ménages Déplacements de la ville de Grenoble en 2010 et de Marseille en 2009, recensant respectivement 7 600 et 9 750 ménages interrogés.

### 2.3. Traitement des données

#### 2.3.1. Regroupement d'individus partageant des trajectoires spatio-temporelles similaires (RST)

L'identification de groupes d'individus partageant les mêmes trajectoires spatio-temporelles s'est effectuée par agrégation de leur localisation d'origine et de destination, ainsi que leurs horaires de départ et d'arrivée. Cela nous a alors permis de générer des regroupements basés sur le seul critère de trajectoires spatio-temporelles identiques.

Cependant, comme présenté précédemment, le potentiel réel de report modal s'avère plus faible que ce modèle théorique, puisque ne prenant pas en compte les variables à la fois liées au déplacement ainsi qu'aux individus les pratiquant. Il s'avère donc nécessaire d'étudier les variations au modèle théorique que pourrait entraîner la prise en compte des caractéristiques complémentaires individuelles. Nous considérons *in fine* un double potentiel : minimum (sous contraintes sociales de pratiques de mobilités) et maximum (potentiel théorique spatial de regroupement).

#### 2.3.2. Regroupement d'individus partageant des trajectoires spatio-temporelles et de profils similaires (RSTP)

Les variables retenues dans l'analyse complémentaire des potentiels de regroupement sont liées au motif du déplacement, à l'âge de l'individu, à son sexe

ainsi qu'au niveau de vie<sup>2</sup>. Les variables retenues sont alors à la fois qualitatives et quantitatives.

Plusieurs techniques statistiques s'offrent à nous, dans le but de prendre en compte des caractéristiques spécifiques dans le regroupement d'individus mobiles. Nous avons choisi de développer une Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) afin de créer des regroupements d'individus en fonction de leur trajectoire spatio-temporelle ainsi que de leurs variables complémentaires. La CAH nous permet alors de créer des classes d'individus, en maximisant l'homogénéité intra-classe tout en maximisant l'hétérogénéité inter-classe. Les individus semblables seront plus enclins à se regrouper avec d'autres individus proches de leur profil.

Basée sur un critère de ressemblance, la CAH nécessite le calcul de la distance existante entre chaque individu pris deux à deux, aboutissant à la détermination de profils semblables dans le but de regrouper les individus concernés. Agissant sur des données à la fois de nature qualitatives et quantitatives, nous avons fait le choix de mesurer la distance de similarité entre chaque individu à l'aide de l'indice de Gower (Gower, 1971).

L'indice de Gower varie entre 0 (représentant deux individus parfaitement dissemblables) et 1 (représentant deux individus parfaitement identiques). Dans le cas particulier de l'étude de variables qualitatives, l'indice est binaire : il prend la valeur de 0 pour les individus n'ayant pas la même modalité et inversement.

À la suite du calcul de la distance de dissimilarité pratiqué grâce à la méthode de Gower, nous avons effectué la CAH en nous basant sur la méthode de Ward. Cette méthode permet de déterminer la distance entre les groupes au sein de la CAH, tout en créant des groupes d'individus homogènes, les plus différents possibles les uns des autres (Dumolard, 2011).

Désormais, il est nécessaire de se focaliser sur les paramètres liés aux regroupements des individus, disposant à la fois d'une trajectoire spatio-temporelle identique, mais aussi des caractéristiques communes. Ces groupes constituent alors des potentiels de regroupements de covoitureurs bien plus proches du réel que le simple regroupement théorique spatio-temporel.

### 3. Résultats

À partir des données issues des EMD de l'aire urbaine de Grenoble et de celle de Marseille, nous présentons dans cette partie une représentation synthétique des indicateurs liés au potentiel de regroupement d'individus mobiles. Quelques

---

2. Le niveau de vie a été reconstruit artificiellement en croisant la Catégorie Socio-Professionnelle (CSP) des individus avec le niveau de vie médian par CSP proposé par l'INSEE (*Niveau de vie selon la catégorie socioprofessionnelle*, s. d. ; INSEE, 2021)

précisions sont à apporter quant aux paramètres retenus pour la calibration de nos modèles.

Pour les CAH, nous avons fait le choix de pondérer les différents critères sélectionnés. En effet, lors du calcul de la distance de dissimilarité de Gower, nous avons respectivement attribué les pondérations suivantes aux différentes variables :

TABLE 1. *Pondération des variables dans le calcul de la distance de Gower*

Variables retenues	Poids dans le calcul de la distance de Gower
Trajectoire spatio-temporelle	0,75
Distance effective parcourue	0,5
Motif du déplacement	0,25
Niveau de vie	0,25
Âge	0,25
Sexe	0,25

Cette pondération tirée de notre revue de littérature (Godillon, 2021 ; Colin, Brangier, 2021 ; Brahmi *et al.*, 2022), présente l'importance de chaque variable dans la "partageabilité" des déplacements quotidiens, notamment pour le transfert modal de l'autosolisme vers le covoiturage.

De plus, afin d'obtenir des groupes d'individus partageant des trajectoires spatio-temporelles et des profils similaires (RSTP), nous nous sommes basés sur les nombres de groupes issus de l'étude du potentiel de regroupement spatio-temporel (RST), présentant un nombre de classes idéal dans le regroupement des individus de notre étude. C'est alors que nous avons augmenté le nombre de classes issues de la CAH, par rapport au nombre de groupes du RST, afin de minimiser l'hétérogénéité intra-classes et l'homogénéité inter-classes. Nous obtenons alors des classes plus nombreuses, mais également plus précises, concernant les caractéristiques individuelles. Le choix du nombre de classes s'est alors construit sur la base du nombre minimal de classes calculé lors de l'étude du potentiel de regroupement spatio-temporel, auquel nous avons ajouté une variabilité de 5%. Cette variabilité de 5% est basée sur la part de covoiturage quotidien tous motifs confondus (de 5%), et donne un aperçu de la part potentielle des autosolistes pouvant se tourner vers le covoiturage (Brahmi *et al.*, 2022).

Certains indicateurs présentés dans cette partie portent sur les émissions de gaz à effet de serre et plus précisément du CO<sub>2</sub>. Pour construire un indicateur estimant l'évolution des émissions, nous nous sommes basés sur l'âge moyen du parc automobile français, étant de 12 ans (UTAC, 2021). Nous nous sommes par la suite appuyés sur une étude de l'ADEME (ADEME, 2022), estimant les émissions de CO<sub>2</sub>/ km de différents types de motorisations. C'est ainsi que nous avons pu construire les indicateurs souhaités, exposant notamment les gains environnementaux du regroupement de passagers au sein de véhicules particuliers.

Nous avons alors obtenu ce tableau, résumant les indicateurs du potentiel de regroupement spatio-temporel d'individus aux profils similaires .

TABLE 2. *Indicateurs du potentiel de regroupement spatio-temporel multicritères*

Indicateurs	EMD 38, Grenoble			EMD 13, Marseille		
	OT*	RST**	RSTP***	OT	RST	RSTP
Nombre de véhicules concernés	29960	26680	28026	38291	28241	30170
Taux de variation du nombre de véhicules		-10,95%	-6,46%		-26,25%	-21,21%
Taux de remplissage moyen des véhicules	1	1,11	1,07	1	1,24	1,24
Taux de variation du remplissage moyen des véhicules		10,95%	6,84%		23,94%	23,53%
Somme des émissions de CO <sub>2</sub> des véhicules (kg de CO <sub>2</sub> )	30833	29442	29989	46626	40083	41450
Somme des émissions de CO <sub>2</sub> des véhicules économisée (kg de CO <sub>2</sub> )		1391	844		6543	5176
Taux de variation de la somme des émissions de CO <sub>2</sub> des véhicules		-4,51%	-2,74%		-14,03%	-11,07%
Moyenne des émissions de CO <sub>2</sub> par individu (kg de CO <sub>2</sub> )	1,17	1,12	1,11	1,54	1,39	1,33
Taux de variation de la moyenne des émissions de CO <sub>2</sub> par individu		-1,90%	-1,31%		-4,55%	-4,47%

\* OT : Observations de Terrain

\*\* RST : Regroupement Spatio-Temporel

\*\*\* RSTP : Regroupement Spatio-Temporel aux Profils similaires

## 4. Discussion

### 4.1. Analyse et interprétation des résultats

Les résultats de notre étude présentent les impacts du regroupement d'individus autosolistes.

Dans le cas des deux terrains d'études que sont les agglomérations de Grenoble (EMD 38) et de Marseille (EMD 13), nous pouvons observer des variations du nombre de véhicules de l'ordre de -6,45% pour le RSTP grenoblois à -26,25% pour le RST marseillais. Or, la diminution du nombre de véhicules a un effet direct sur l'environnement : on note alors une diminution de l'ordre de quelques tonnes de CO<sub>2</sub> concernant les mobilités regroupées. En effet, nous pouvons l'observer grâce à l'indicateur présentant les gains d'émissions de CO<sub>2</sub> : selon les modèles, environ 1 à 6 T de CO<sub>2</sub> pourraient être économisés dans le cas du covoiturage d'individus autrefois autosolistes, au cours de leurs pérégrinations journalières. De plus, la diminution du nombre de véhicules personnels peut réduire considérablement la congestion du trafic routier, améliorant alors la fluidité de la circulation et diminuant les temps de trajets liés aux déplacements quotidiens.

Le regroupement d'individus à bord de véhicules partagés permet également d'augmenter significativement le taux d'occupation de voitures personnelles. Associé au calcul des émissions de CO<sub>2</sub>, nous obtenons une baisse de l'ordre de -1,31% pour le RSTP grenoblois à -4,55% pour le RST marseillais.

De plus, nous pouvons observer une réelle inégalité spatiale concernant les impacts liés au regroupement d'autosolistes. Cela pourrait être dû à une différenciation de répartition des individus semblables entre eux, au sein d'un territoire.

En effet, nous pouvons observer que Marseille obtient des taux de variation du nombre de véhicules respectivement 2,4 et 3,3 fois supérieur au RST et au RSTP de Grenoble. De plus, Marseille connaît un taux de variation de la somme des émissions de CO<sub>2</sub> respectivement 3,1 fois et 4 fois supérieur au RST et au RSTP de Grenoble. Nous pouvons émettre l'hypothèse que cette variation serait liée à la densité de population sur les terrains d'études, façonnant le découpage géographique en Zones Fines : pour une même origine et une même destination, les zones fines grenobloises étant plus étendues spatialement que les marseillaises, les distances prises en compte dans le calcul du regroupement seraient alors moins semblables, limitant le regroupement d'autosolistes.

Enfin, il convient de souligner que les résultats que nous avons obtenus concernent le partage de véhicules sur une journée. Il est donc important de noter que l'utilisation d'un tel système de partage entraînerait des économies significatives en termes d'émissions de CO<sub>2</sub>, allant de 2400 tonnes (RST) à 1900 tonnes (RSTP) pour Marseille et environ 56 tonnes (RST) à 35 tonnes

(RSTP) pour Grenoble. Ces résultats mettent en évidence que le partage de véhicules est un levier essentiel pour la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

#### **4.2. Limites**

Notre étude nous a permis de développer des indicateurs illustrant le potentiel de regroupement de mobilité à partir de données spatio-temporelles et ses impacts.

Cependant, quelques limites peuvent être soulevées, comme par exemple la prise en compte des critères permettant de passer de la "partageabilité" difficile à mesurer (Colin, Brangier, 2021). Il serait alors pertinent de proposer une analyse des variables explicatives du partage effectif des transports, dans le but de réaliser des études plus précises et mieux calibrées.

De surcroît, d'autres thèmes seraient à développer, comme la pondération des critères de partageabilité ou encore le nombre de classes retenues après les CAH.

Enfin, pour obtenir une meilleure généralisation des regroupements de pégrinations, il est nécessaire d'assouplir non seulement les fenêtres de temps, mais aussi les fenêtres spatiales, à travers la proximité des zones fines et la compatibilité des profils sociaux pouvant potentiellement covoiturer. Il serait alors particulièrement pertinent de s'intéresser au calcul de la distance de Fréchet optimisée (Devogele *et al.*, 2016) ou encore la méthode de Clustering Trajectory (Lee *et al.*, 2007).

#### **4.3. Apports de notre méthode dans le regroupement d'individus mobiles**

Cette étude a permis d'aller au-delà du simple calcul du potentiel de regroupement d'individus basé sur les couples origine/destination ou l'identification de corridors, comme le font les méthodes k-means ou dbscan. Notre objectif consiste en le regroupement des individus susceptibles de covoiturer en utilisant des critères spatiaux, temporels ainsi que des critères liés à leur profil, incluant leur profil social et leurs habitudes de mobilité, comme les motifs de déplacements.

Bien que le regroupement d'individus limite la liberté associée à l'utilisation individuelle d'un véhicule, nous considérons qu'il est crucial d'exploiter toutes les opportunités de covoiturage disponibles. Cela est d'autant plus important dans le contexte actuel où il est primordial de changer nos habitudes de mobilité pour réduire notre impact environnemental.

Il est crucial de rappeler que le covoiturage fait partie intégrante des systèmes

de transport multimodaux proposés sur les territoires, en particulier dans les grandes agglomérations comme Marseille et Grenoble. Cette constatation devrait encourager la promotion du covoiturage en raison de ses multiples avantages par rapport à la voiture personnelle. Il est donc primordial de promouvoir des alternatives de mobilité plus durables pour améliorer la qualité de vie en ville et répondre aux enjeux environnementaux actuels.

## 5. Conclusion

Cette communication présente une estimation du potentiel de regroupement de mobilité à partir de données spatio-temporelles ainsi que de ses impacts.

Au travers de méthodes statistiques, nous avons observé les variabilités causées par la mise en place de covoiturage au sein de pérégrinations quotidiennes d’individus autosolistes socialement proches. L’aspect environnemental comme l’aspect lié à l’aménagement constituent un levier majeur nécessaire au déclenchement du report modal.

L’estimation du potentiel de regroupement d’individus par le biais d’une Classification Ascendante Hiérarchique permet de déterminer des groupes d’individus particulièrement semblables à la fois dans leurs pratiques de mobilité, mais aussi dans leur profil social.

Notre méthodologie met alors en lumière un potentiel de regroupement supérieur à 20% sur le territoire marseillais et de près de 10% pour le territoire grenoblois. De plus, ces regroupements permettent de limiter les émissions de gaz à effet de serre liées aux pérégrinations d’autosolistes de l’ordre de 3% à plus de 10%.

Le développement de méthodes d’analyse précises d’estimation de potentiel de transfert modal constitue alors un enjeu majeur, dans l’optique de diminuer sensiblement les émissions de gaz à effet de serre liées aux mobilités.

## Bibliographie

- ADEME. (2022). Évolution du taux moyen d’émissions de CO2 en France.
- Brahmi L., Fumat V., Trevien C. (2022, juillet). *Se déplacer en voiture : seul, à plusieurs ou en covoiturage ?*. Rapport technique. Commissariat général au développement durable.
- CITEPA. (2022). *Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques : Bilan des émissions en France de 1990 à 2021* Rapport national d’inventaire n° 2071sec.
- Colin C., Brangier E. (2021, octobre). Définition et validité de critères de « partageabilité » : premiers résultats. *Proceedings of the 17th “Ergonomie et Informatique Avancée” Conference*, p. 1–9.
- Commenges H. (2014). La mobilité comme variabilité temporelle de la présence spatiale. *Flux*, vol. 95, n° 1, p. 41–55.

- Devogele T., Esnault M., Etienne L. (2016). Distance discrète de fréchet optimisée. *Spatial Analysis and Geomatics (SAGEO)*, p. 15.
- Dumolard P. (2011). *Analyse Multivariée de Données Géographiques*. Éditions Lavoisier, Publications Hermès Sciences.
- Garcin L., Josselin D. (2021, septembre). *L'autocopartage, un nouveau mode de transport innovant et hybride*. Communication session accessibilité, mobilité, transport. Avignon.
- Godillon S. (2021). Le covoiturage quotidien en tension avec les emplois du temps chargés des actifs. Analyse des non-pratiques du covoiturage domicile-travail. In Y. Demoli (Ed.), *Peut-on se passer de la voiture hors des centres urbains ?*, p. 157 – 172. Gif-sur-Yvette, Paris-Saclay Éditions.
- Gower J. C. (1971). A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties. *Biometrics*, vol. 27, n° 4, p. 857–871. Consulté sur <https://www.jstor.org/stable/2528823> (Publisher: [Wiley, International Biometric Society])
- Guidez J.-M. (2002). *Dix ans de mobilité urbaine en France : les années 1990*. Rapport technique. Lyon, Certu.
- Géoconfluences. (2020, juin). *Transfert modal, report modal*.
- INSEE. (2021). *En 2019, le niveau de vie médian augmente nettement et le taux de pauvreté diminue - Insee Première - 1875*. Rapport technique n° 1875.
- INSEE. (2021). *La voiture reste majoritaire pour les déplacements domicile-travail, même pour de courtes distances*.
- Kaufmann V. (2003). Pratiques modales des déplacements de personnes en milieu urbain : des rationalités d'usage à la cohérence de l'action publique. *Revue d'Economie Regionale Urbaine*, vol. février, n° 1, p. 39–58. (Publisher: Armand Colin)
- Lee J.-G., Han J., Whang K.-Y. (2007). Trajectory clustering: A partition-and-group framework. , p. 12.
- Les partenaires de l'EMD. (2010). *Enquête globale de déplacements des Bouches-du-Rhône : rapport de présentation des principaux résultats sur l'ensemble du territoire*. Rapport technique.
- Ministère de la transition écologique. (2021, mars). *Le vélo, un mode de déplacement vertueux et avantageux*.
- Niveau de vie selon la catégorie socioprofessionnelle*. Rapport technique. (s. d.).
- Salomon I., Bovy P., Orfeuil J.-P. (Eds.). (1993). *A Billion Trips a Day: Tradition and Transition in European Travel Patterns*. Springer Netherlands.
- SMTC. (2010). Enquête ménages-déplacements 2010 : Grande Région Grenobloise. , p. 56.
- UTAC. (2021). Contrôle technique périodique des véhicules légers - rapport d'activité annuel.
- Wiel M. (2002). *Ville et automobile*. Descartes et Cie.