



**HAL**  
open science

## Évaluation à l'échelle individuelle des émissions de mobilité automobile en zone périurbaine via simulation

Alix Ngari Lendoye, Tatiana Graindorge, Corwin Fèvre, Alain Bouju

### ► To cite this version:

Alix Ngari Lendoye, Tatiana Graindorge, Corwin Fèvre, Alain Bouju. Évaluation à l'échelle individuelle des émissions de mobilité automobile en zone périurbaine via simulation. Rencontres Francophones sur les Transports et la Mobilité (RFTM 2026), Association de Recherche pour le Développement Économique et Social (ARDES), May 2026, Hammamet, Tunisie. <hal-05623370>

**HAL Id: hal-05623370**

**<https://hal.science/hal-05623370v1>**

Submitted on 19 May 2026

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire HAL, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons CC BY-NC-ND 4.0 - Attribution - Non-commercial use - No Derivative Works - International License



## **Session Thématique : Les défis de la transition écologique des territoires : Méthodes et outils de modélisation pour l'aide à la décision**

### **Évaluation à l'échelle individuelle des émissions de mobilité automobile en zone périurbaine via simulation**

**NGARI LENDOYE, Alix, EIGSI, [am.ngarilendoye@eigsi.fr](mailto:am.ngarilendoye@eigsi.fr)**

**GRAINDORGE, Tatiana, EIGSI, [graindorge@eigsi.fr](mailto:graindorge@eigsi.fr)**

**FÈVRE, Corwin, EIGSI, [fevre@eigsi.fr](mailto:fevre@eigsi.fr)**

**BOUJU, Alain, La Rochelle Université, L3i, [alain.bouju@univ-lr.fr](mailto:alain.bouju@univ-lr.fr)**

#### **Résumé**

Les territoires périurbains combinent souvent une forte dépendance à la voiture, distances domicile-activités plus élevées et alternatives modales moins accessibles (Nessi, 2018). Dans ce contexte, les bilans d'émissions de gaz à effet de serre (GES) produits à des échelles locales peinent à rendre compte de l'hétérogénéité des pratiques individuelles et des mécanismes fins qui structurent l'empreinte environnementale. La problématique de ce travail est donc la suivante : comment quantifier, à l'échelle des individus, l'impact environnemental de l'usage des véhicules personnels par les habitants du périurbain ?

Pour y répondre, nous proposons une chaîne de modélisation multi-agent appliquée au cas de la Communauté d'Agglomération (CdA) de La Rochelle (France), articulant génération de demande, simulation comportementale et micro-simulation du trafic. La demande de déplacements est produite avec **Eqasim**, qui propose une chaîne reproductible fondée sur des données ouvertes pour générer une population synthétique (ménages, personnes) et des chaînes d'activités quotidiennes cohérentes (Hörl & Balac, 2021). Cette demande est ensuite simulée dans **MATSim**, cadre de simulation multi-agent largement utilisé pour représenter les interactions entre agents et l'adaptation des choix modaux pour effectuer les différents itinéraires (Hörl, 2021). Afin d'accéder à une description plus fine des dynamiques de circulation et de renforcer le réalisme opérationnel des conditions de conduite, les plans de déplacement sont convertis et exécutés dans **SUMO**, micro-



simulateur open source (Krajzewicz et al.). Cette intégration permet notamment de distinguer conducteur et passager pour une allocation individuelle de l’empreinte, de conserver les séquences multimodales, et de calculer des émissions à partir de modèles d’émissions couplés à SUMO et documentés dans la littérature (Krajzewicz et al., 2015).

Les premiers résultats mettent en évidence une **forte hétérogénéité inter-individuelle** des émissions attribuées : les niveaux d’émissions varient sensiblement d’une personne à l’autre et la distribution apparaît **asymétrique**, avec une fraction d’individus contribuant de manière disproportionnée au total. Cette variabilité s’explique plausiblement par plusieurs facteurs. D’une part, les personnes n’utilisent pas nécessairement des véhicules comparables : la **motorisation** (diesel, essence, hybride rechargeable, électrique) et la **classe d’émissions** associée modifient directement les facteurs d’émission. D’autre part, les pratiques de **mobilité partagée** jouent un rôle : certains déplacements sont effectués en covoiturage (avec une allocation des émissions entre occupants), tandis que d’autres relèvent d’un usage individuel du véhicule, ce qui influence l’empreinte attribuée à chaque personne. Enfin, au-delà des distances parcourues, les conditions de circulation (vitesses, arrêts, congestion) peuvent également contribuer aux écarts observés. Les résultats de cet article permettront de consolider ces hypothèses.

## Mots-clés

Mobilité périurbaine ; Impact environnemental ; Modélisation et simulation de trafic

### 1. Objectifs de la communication

Cette communication vise à présenter une chaîne intégrée Eqasim–MATSim–SUMO pour estimer l’impact environnemental des déplacements en véhicules personnels à l’échelle individuelle dans la zone périurbaine de La Rochelle. Elle met l’accent sur l’hétérogénéité des émissions et l’intérêt de ces sorties pour l’aide à la décision des décideurs publics.

### 2. Méthodologie

La démarche méthodologique s’appuie sur une chaîne de simulation allant de la génération de la demande de mobilité jusqu’à l’estimation d’indicateurs d’émissions attribuées au niveau individuel (figure 1).

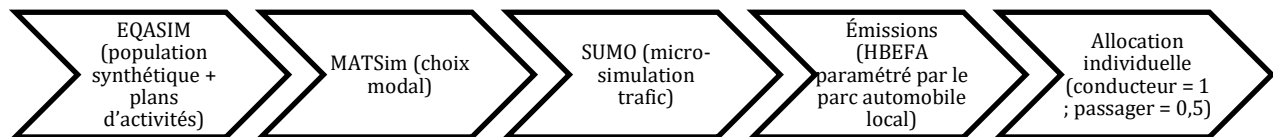


Figure 1 : Pipeline de simulation et d'estimation des émissions individuelles

Une population synthétique représentative des habitants du département de la Charente-Maritime (France) est d'abord construite avec **Eqasim**, ce qui permet d'obtenir des plans d'activités et de déplacements à l'échelle des personnes. Le choix modal est ensuite affiné dans **MATSim** au fil des itérations, afin de produire, pour chaque individu, un plan de déplacements cohérent, incluant les déplacements en voiture. Les plans individuels des habitants de 8 communes périurbaines de la CdA de la Rochelle sont ensuite convertis et simulés dans **SUMO** pour reproduire le micro-traffic sur le réseau de l'aire d'étude. Dans cette modélisation, le parc automobile est explicitement représenté : les véhicules sont répartis par catégories de motorisation et de normes (Alves et al., 2015), puis associés à des classes d'émissions **HBEFA** (Colberg et al., 2005) de manière à refléter la distribution du parc observée sur le territoire. Les émissions sont ensuite extraites des sorties de simulation et traitées de façon à obtenir des émissions allouées par personne. Pour chaque trajet en voiture, les émissions du véhicule sont attribuées à l'individu en fonction de son rôle. Lorsqu'il conduit, on suppose qu'il est seul à bord : il se voit donc attribuer la totalité des émissions du trajet. Lorsqu'il est passager, on suppose que le véhicule transporte deux personnes : il se voit alors attribuer une part égale des émissions, soit la moitié. Les émissions allouées sont enfin agrégées sur l'ensemble des trajets d'une personne pour produire des indicateurs individuels (totaux, intensités par distance), à partir desquels on calcule des statistiques descriptives (moyenne, médiane, percentiles), des distributions et l'identification des principaux contributeurs aux émissions.

### 3. Résultats obtenus (ou attendus)

Les résultats obtenus, présentés sous forme de graphiques (figure 2, figure 3), synthétisent pour l'ensemble des personnes analysées les émissions attribuées individuellement à partir des sorties de micro-simulation. Les indicateurs reportés correspondent aux quantités totales allouées par personne sur une période de 24 heures simulée : CO<sub>2</sub> (dioxyde de carbone), CO (monoxyde de carbone), HC (hydrocarbures), NO<sub>x</sub> (oxydes d'azote), PM<sub>x</sub> (particules), ainsi que la consommation de carburant (fuel). Les distributions observées (notamment pour le CO<sub>2</sub> et les NO<sub>x</sub>) sont nettement asymétriques : la majorité des individus se situe à de faibles niveaux d'émissions, tandis qu'une fraction plus réduite présente des valeurs beaucoup plus élevées, ce qui tire la moyenne vers le haut et révèle une contribution disproportionnée de certains profils. Cette hétérogénéité est cohérente



avec des différences de distances parcourues, de conditions de circulation, mais également avec la diversité des motorisations et classes d'émissions au sein du parc automobile (diesel, essence, véhicules électrifiés) ainsi qu'avec les pratiques de mobilité partagée (covoiturage vs usage individuel) intégrées via l'allocation des émissions. Enfin, ces premiers résultats représentent une base pour des analyses complémentaires : comparaison de scénarios (composition de flotte, congestion, taux d'occupation), quantification de la contribution des plus gros émetteurs, et segmentation des résultats par catégories de véhicules ou par territoires (communes). Enfin, une étape clé consistera à valider ces résultats par confrontation à des données de terrain, en comparant les ordres de grandeur et les distributions simulées avec des observations issues d'enquêtes de mobilité, de comptages, ou de données de trafic et d'émissions disponibles localement.

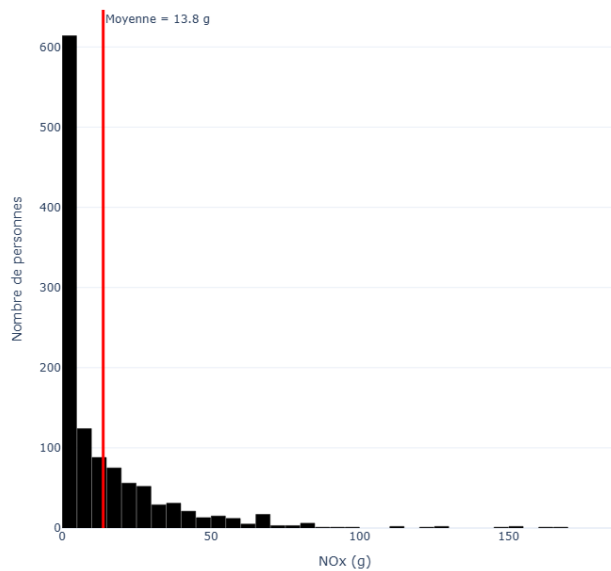


Figure 2 : Distribution des émissions de NOx attribuées par personne

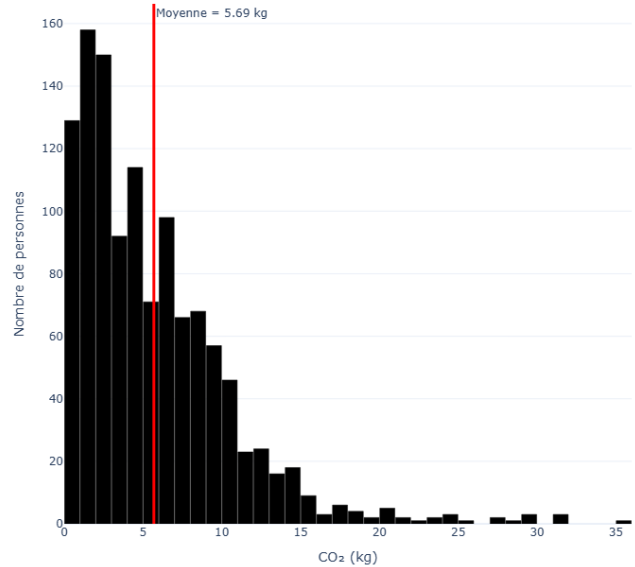


Figure 3 : Distribution des émissions de CO<sub>2</sub> attribuées par personne



## Bibliographie

- Alves, C. A., Lopes, D. J., Calvo, A. I., Evtyugina, M., Rocha, S., & Nunes, T. (2015). Emissions from Light-Duty Diesel and Gasoline in-use Vehicles Measured on Chassis Dynamometer Test Cycles. *Aerosol and Air Quality Research*, 15(1), 99–116.  
<https://doi.org/10.4209/aaqr.2014.01.0006>
- Colberg, C., Tona, B., Stahel, W., Meier, M., & Staehelin, J. (2005). Comparison of a road traffic emission model (HBEFA) with emissions derived from measurements in the Gubrist road tunnel, Switzerland. *Atmospheric Environment*, 39(26), 4703–4714.  
<https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2005.04.020>
- Hörl, S. (2021). Integrating discrete choice models with MATSim scoring. *Procedia Computer Science*, 184, 704–711. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.088>
- Hörl, S., & Balac, M. (2021). Introducing the eqasim pipeline: From raw data to agent-based transport simulation. *Procedia Computer Science*, 184, 712–719.  
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.089>
- Krajzewicz, D., Behrisch, M., Wagner, P., Luz, R., & Krumnow, M. (2015). Second Generation of Pollutant Emission Models for SUMO. In M. Behrisch & M. Weber (Eds.), *Modeling Mobility with Open Data* (pp. 203–221). Springer International Publishing.  
[https://doi.org/10.1007/978-3-319-15024-6\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-319-15024-6_12)
- Krajzewicz, D., Hertkorn, G., Wagner, P., & Rössel, C. (n.d.). *SUMO (Simulation of Urban MObility)*.
- Nessi, H. (2018). Leisure mobility and individuals' relationship to the living environment: A comparison between the Paris and Rome urban regions. *Environnement Urbain*, 12.  
<https://doi.org/10.7202/1050582ar>