

Modélisation de la pollution atmosphérique et sonore liée au trafic routier

Étude de cas d'évaluation multicritères autour des écoles

M. Tirico¹² Y. Gao³⁴ D. Sengelin² P. Gastineau⁵ P. Aumond⁴ P. Charvolin-Volta¹ C. Becarie² V. Le Bescond⁴ R. Rumpler³ L. Soulhac¹ A. Can⁴

¹INSA Lyon, CNRS, Ecole Centrale de Lyon, Univ. Claude Bernard Lyon 1, LMFA, UMR5509, 69621, Villeurbanne, France

²LICIT-EC07, ENTPE, Univ. Gustave Eiffel, Lyon, France

³The Marcus Wallenberg Laboratory for Sound and Vibration Research (MWL), Department of Engineering Mechanics, KTH Royal Institute of Technology, SE-100 44, Stockholm, Sweden

⁴Université Gustave Eiffel, CEREMA, Bouguenais, France

⁵AME-SPLOTT, Université Gustave Eiffel, Bouguenais, France

Séminaire de clôture, Bron, 30/01/2026

Aperçu

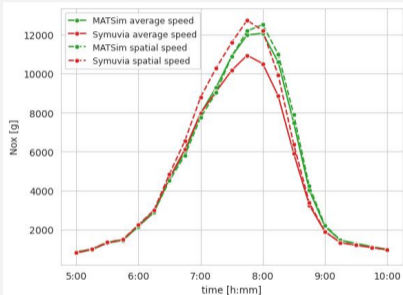
1. Exposition à la pollution atmosphérique

2. Exposition à la pollution atmosphérique et au bruit autour des écoles

Exposition à la pollution atmosphérique

Exposition à la pollution atmosphérique

Comparaison des émissions [1]

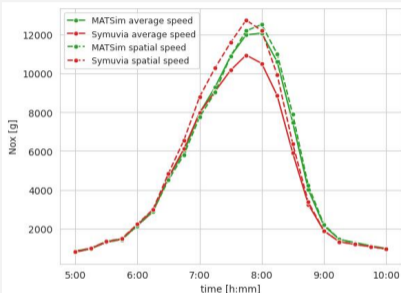


Exposition en ville [2]

Co-exposition à l'échelle locale [3]

- 1 Tirico et al. (2025a). Multi-scale comparison of modeling chains for traffic-related air pollutant emission assessment, *Sustainable Cities and Society*, doi.org/10.1016/j.scs.2025.106354.
- 2 Tirico et al. (2026), Integrating socio-economic attributes into agent-based modelling of human exposure to traffic-related air pollution, *Environment International* (Soumis).
- 3 Tirico et al. (2025b), Modeling traffic-related air and noise pollution: Multi-criteria assessment case study around schools, *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, doi.org/10.1016/j.trd.2025.105029.

Comparaison des modèles de trafic pour l'estimation des émissions [1]



Contexte

Dans le cadre de l'estimation des émissions de polluants, plusieurs approches sont possibles et conduisent souvent à des estimations fortement variables.

Objectif

Il consiste à réaliser une comparaison entre les différentes approches, en cherchant à comprendre leurs limites de validité.

Méthodologie

- Deux modèles de trafic (MATSim et Symuvia)
- Deux modèles d'émissions (COPERT et HBEFA)
- Comparaison spatio-temporelle des estimations

Résultats principaux

- Les combinaisons MATSim+COPERT et Symuvia+HBEFA sont cohérentes pour l'estimation.
- HBEFA tend à surestimer les émissions en raison d'incohérences dans la prise en compte du trafic en stop-and-go.
- COPERT sous-estime les émissions lorsqu'il est couplé à des modèles de trafic mésoscopiques.

[1] Tirico et al. (2025a), Multi-scale comparison of modeling chains for traffic-related air pollutant emission assessment, Sustainable Cities and Society, doi.org/10.1016/j.scs.2025.106354.

Caractérisation de l'exposition avec des facteurs socio-économiques [2]

Contexte

Les phénomènes d'inégalités sociales sont souvent corrélés à l'exposition à la pollution de l'air.

Objectif

Proposer une approche basée sur la modélisation permettant, dans un environnement de calcul dynamique unifié, d'estimer les motifs de mobilité, la distribution spatiale des individus par classes socio-économiques et les concentrations de polluants.

Méthodologie

- Modèle à base d'agents (MATSim) enrichi par une population synthétique (EQASim)
- COPERT et SIRANE pour le calcul des émissions et des concentrations

Résultats principaux

- Comparée aux approches classiques, notre approche permet une estimation continue sur une période de temps donnée.
- De nombreuses personnes subissent une forte exposition à la pollution à leur domicile.

[2] Tirico et al. (2026), Integrating socio-economic attributes into agent-based modelling of human exposure to traffic-related air pollution, Environment International (Soumis).

Modélisation dynamique, multi-critère et multi-échelle

Modélisation dynamique, multi-critère et multi-échelle

Exposition à la pollution atmosphérique et au bruit autour des écoles

Exposition des enfants aux polluants liés au trafic [3]

Contexte sociétal

- Les enfants en ville sont **fortement exposés durant leurs trajets quotidiens vers l'école**.
- Les nuisances liées au trafic sont associées à une **augmentation de la mortalité**, une **baisse des performances scolaires** et une **diminution de la mémoire**.
- En conséquence, les **stratégies de gestion du trafic** visant à réduire le flux routier autour des écoles sont essentielles.

Contexte scientifique

- Les **évaluations multicritères sont indispensables** pour analyser l'efficacité des différentes stratégies visant à réduire simultanément l'exposition des enfants à ces nuisances.
- **De nombreuses études examinent** les effets des stratégies de gestion du trafic sur la concentration de pollution de l'air, les niveaux de bruit ou les conditions de circulation **de manière isolée**.
- **Lacune scientifique** : aucune étude ne quantifie systématiquement les impacts sur le trafic, le bruit et la pollution de l'air dans une analyse multicritère.

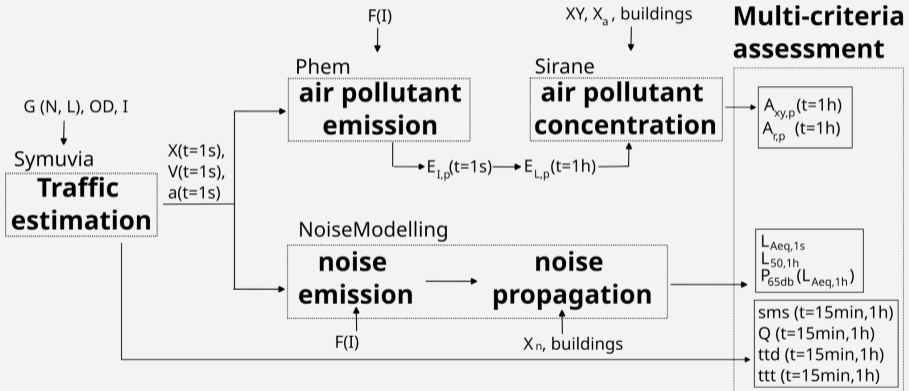
Question scientifique

Comment concevoir un cadre computationnel pour évaluer la co-exposition des enfants dans le cadre de stratégies de gestion du trafic ?

3 Tirico et al. (2025b). Modeling traffic-related air and noise pollution: Multi-criteria assessment case study around schools, Transportation Research Part D: Transport and Environment, doi.org/10.1016/j.trd.2025.105029.

Approche par chaîne de modélisation

Cadre général



Scénarios : Mise en œuvre











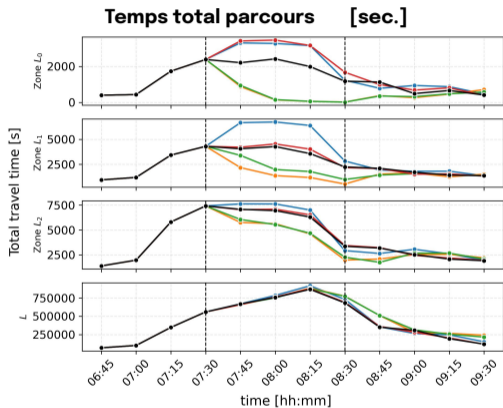
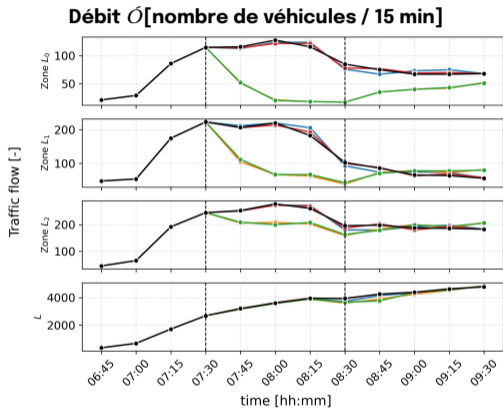
Trip start:	Zone L ₀		Zone L ₁	
	Before 7:30	After 7:30	Before 7:30	After 7:30
Sc:Base				
Sc:00.xx				
Sc:00.20				
Sc:20.xx				
Sc:20.20				

Figure: Pour chaque scénario, nous indiquons les réglementations de circulation appliquées aux véhicules susceptibles de traverser les zones '0 ou '1.

Résultats : Analyse temporelle des conditions de trafic



—●— Sc:00.20
 —●— Sc:00.xx
 —●— Sc:20.20
 —●— Sc:20.xx
 —●— Sc:Base

Résultats : Analyse spatiale

Sc:Base - Sc:20.20 (limitation de vitesse, durant le contrôle du trafic)

Pollution de l'air ($j - 2$)



Bruit ' ; ;1



Résultats : Analyse spatiale

Sc:Base - Sc:00.20 (restriction d'accès aux véhicules, durant le contrôle du trafic)

Pollution de l'air ($j - 2$)

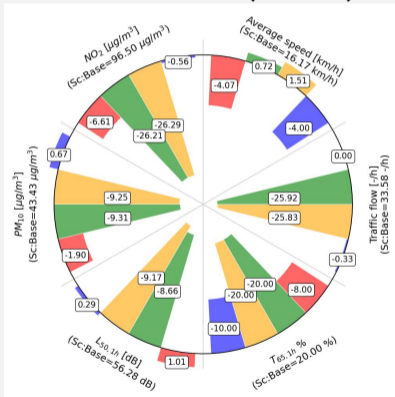
Bruit ' ; ;1



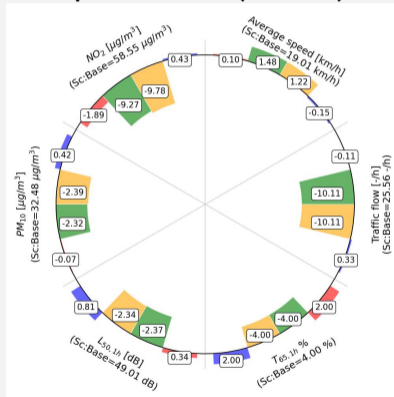
Résultats : Analyse radar

Tous les scénarios - Sc:Base (zone '0)

Pendant le contrôle (7:30-8:30)



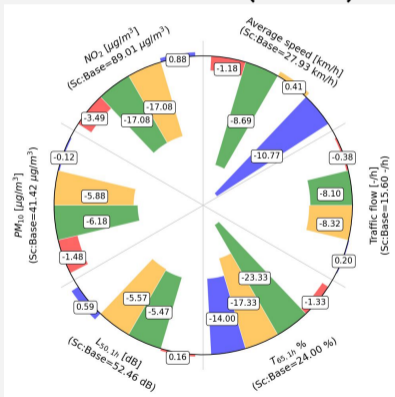
Après le contrôle (8:30-9:30)



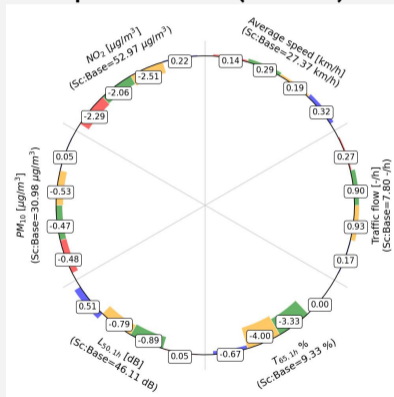
Résultats : Analyse radar

Tous les scénarios - Sc:Base (zone '1)

Pendant le contrôle (7:30-8:30)



Après le contrôle (8:30-9:30)



Conclusion et perspectives

Conclusion

- Ce travail propose **un panel d'évaluation complet**, intégrant des analyses temporelles, spatiales et multi-zonales.
- Des **mesures simples et facilement applicables**, comme les restrictions d'accès et les limitations de vitesse, **peuvent réduire significativement l'exposition**.
- La **restriction d'accès aux véhicules**, particulièrement dans les zones sensibles, **est très efficace** pour réduire à la fois le bruit et les concentrations de pollution.
- Les **réductions de vitesse**, bien que quelque peu bénéfiques (notamment en termes de bruit), montrent une efficacité globale limitée et peuvent parfois **augmenter involontairement l'exposition à la pollution de l'air** en raison de temps de trajet plus longs.

Perspectives

- Étendre la méthodologie au-delà de la gestion du trafic à l'échelle du quartier.
- Appliquer le cadre à l'évaluation de scénarios alternatifs de flotte et d'évolutions des pratiques de mobilité.
- Intégrer l'approche dans un processus d'aide à la décision pour comparer plusieurs scénarios de gestion du trafic.

Merci !

Michele Tirico

Chercheur postdoctoral à l'INSA Lyon, laboratoire LMFA. (France), michele.tirico@insa-lyon.fr

Références

- Tirico et al. (2025a), Multi-scale comparison of modeling chains for traffic-related air pollutant emission assessment, Sustainable Cities and Society, doi.org/10.1016/j.scs.2025.106354.
- Tirico et al. (2025b), Modeling traffic-related air and noise pollution: Multi-criteria assessment case study around schools, Transportation Research Part D: Transport and Environment, doi.org/10.1016/j.trd.2025.105029.
- Tirico et al. (2026), Integrating socio-economic attributes into agent-based modelling of human exposure to traffic-related air pollution, Environment International (Soumis).