

MobiliSense + SYMEXPO

Évaluation de la relation entre les comportements spatio-temporels et l'exposition personnelle au bruit dans Grand Paris

Fancello G., Can A., Aumond P., Bista S., Chaix B.

Fancello G., Can A., Aumond P., Bista S., Chaix B. (2025). Space-Time Behaviours and Personal Noise Exposure Using Isotemporal Substitution Models in the Grand Paris Area, Journ. Exp. Sc. Environ. Epid



Mobilisense project



Mobilisense

Explorer les effets à court et à long terme que **l'exposition à la pollution de l'air et au bruit**, liés aux **comportements de transport** individuel, peut avoir sur la **santé cardiovasculaire et respiratoire**.



Mobilisense

Explorer les effets à court et à long terme que **l'exposition à la pollution de l'air et au bruit**, liés aux **comportements de transport** individuel, peut avoir sur la **santé cardiovasculaire et respiratoire**.

+

Symexpo

Explorer les **relations entre les comportements spatio-temporels des individus et leur exposition personnelle quotidienne au bruit**.



Introduction

20 407 900 personnes en France sont exposées à des niveaux de **bruit routier** supérieurs à **55 dB(A)**.

77,9 % de la population du **Grand Paris** est exposée au bruit pendant la journée et **53,6 % la nuit** (EEA, 2017).

Impact sur la santé

sleep disturbance, ischemic heart disease, cognitive impairment, premature mortality,

120 Disability Adjusted Life years (**DALYs**) pour **100 000 habitants** en France (EEA, 2017)

WHO recommandation noise levels



Noise
source



Maximum level of
day-evening-night
noise exposure
Lden



Maximum
night-time
noise
exposure
Lnight

Road Traffic

55 dB

45 dB

Railways

54 dB

44 dB

Aircraft

45 dB

40 dB



Limites actuelles

La méthode standard européenne de mesure du bruit

- ❖ Utilise des cartes statiques annuelles moyennées
- ❖ Calculées à l'extérieur des résidences.
- ❖ Elle ne prend pas en compte l'exposition en temps réel ni les activités spatio-temporelles des individus.
- ❖ Exposition totale sur 24 heures sans distinguer les sous-périodes liées aux activités ou aux modes de transport, ni le budget-temps.





Limites actuelles

Les modèles statistiques

- ❖ L'exposition au bruit lorsqu'un individu augmente le temps passé dans une activité dépend non seulement de cette activité spécifique, mais aussi de celle qui est remplacée.
- ❖ Les modèles statistiques actuels supposent que le temps dans la journée est infini.
- ❖ Exemple :
+30 min de marche/jour $\neq$ variation du risque
bruit $\rightarrow$ dépend de l'activité remplacée (météo, bus, loisirs, autre).



Mobilisense + Symexpo

OBJ1 : Observer comment l'exposition personnelle au bruit diffère des cartes de bruit modélisées

OBJ2 : Identifier les déterminants socio-économiques et comportementaux de l'exposition

OBJ3 : Explorer l'impact de la réallocation d'activités sur l'exposition quotidienne au bruit



Mobilisense: Collecte des données

- ✓ 259 individus
- ✓ 2018-2020 : Grand Paris
- ✓ 1005 jours
- ✓ Questionnaire de données sociodémographiques
- ✓ Bruit *sensor-based* (capteurs): 4 jours sur 6 avec un sonomètre / dosimètre de pression acoustique
- ✓ Bruit issu des cartes stratégiques (Bruitparif, 2019)
- ✓ Données de mobilité : enquête de mobilité basée sur le GPS + accéléromètre chaque 5 seconds



OBJ1 : Observer comment l'exposition personnelle au bruit diffère des cartes de bruit modélisées

Comparaison :

1- Niveau de bruit résidentiel extérieur modélisé :

$L_{den, \text{résidence}}$ (50 m)

$L_{den, \text{quartier}}$ (1 km)

2- Sensor-based (données capteurs):

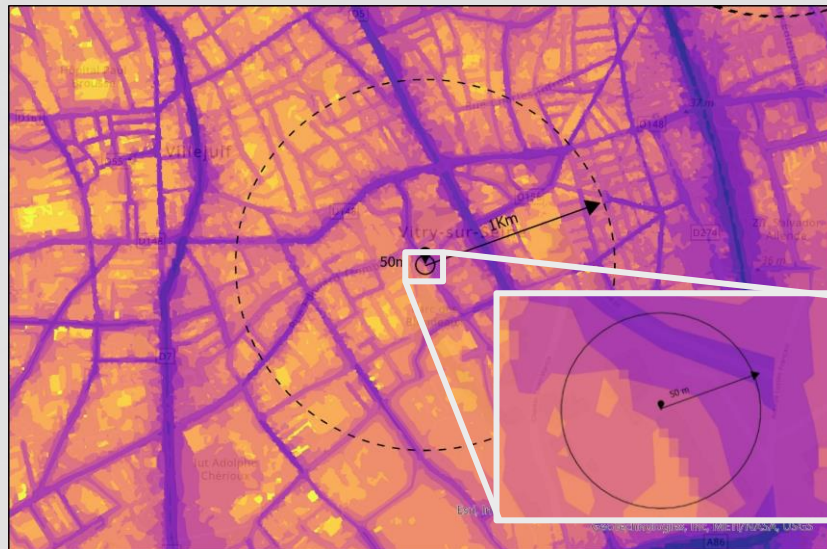
$L_{Aeq,24h}$ | $L_{Aeq, \text{activity}}$ | $L_{Aeq,24h, \text{activity}}$

Services d'alimentation et de commerce
Activités de loisirs, culturelles et sociales
Domicile
Travail
Voiture et moto

Activités:

Marche à pied
Transports en commun de surface
Transports en commun souterrains
Vélo, trottinette et autres modes

Données Modelisées (Bruitparif : strategic noise map)



OBJ1 : Observer comment l'exposition personnelle au bruit diffère des cartes de bruit modélisées

Les participants ont été **exposés à des niveaux de bruit inférieurs aux seuils** recommandés pour la santé pendant seulement **36 % des jours**.

Il est nécessaire d'aller au-delà d'une mesure basée uniquement sur le lieu de résidence

Bruit résidentiel extérieur modélisé : 55,2 dB(A) (Lden).

Le bruit mesuré à la résidence – Sensor Based:

$L_{Aeq,24h,residence}$ 54,6 dB(A)

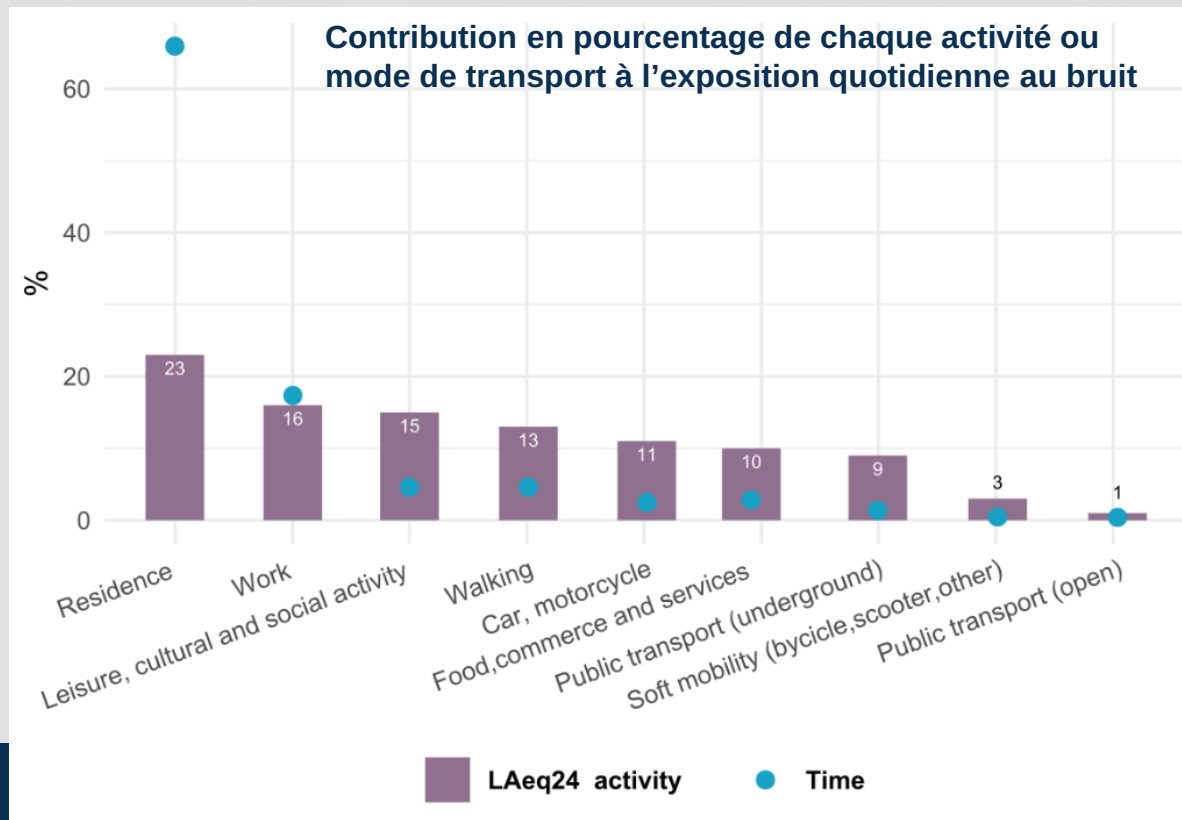
$L_{Aeq,residence}$ 57,8 dB(A)

Répartition du temps moyen passé par activité et niveau de bruit associé

Time spent each day in activities or transport modes and corresponding measured L_{Aeq} and L_{A50} noise exposures		
	Minutes per day of noise data collected in the activity*	$L_{Aeq,activity}$ db(A)
	Mean (SD)	Median (SD)
Food and commerce services	32 (52)	69 (12)
Leisure, cultural, and social activities	54 (100)	70 (13)
Residence	810 (365)	58 (9)
Work	207 (242)	64 (8)
Car and motorcycle	25 (45)	70 (12)
Walking	33 (83)	70 (8)
Outdoor public transport	4 (22)	71 (9)
Underground public transport	14 (31)	74 (8)
Bicycle, scooter, other	6 (22)	72 (11)



OBJ1 : Observer comment l'exposition personnelle au bruit diffère des cartes de bruit modélisées



OBJ2 : Associations entre les caractéristiques sociodémographiques individuelles et du contexte résidentiel et le niveau sonore quotidien personnel

- ❖ Les participants ayant le niveau de revenu le plus faible ont été exposés à un niveau sonore plus élevé que ceux aux revenus moyens-bas ou moyens-hauts.
- ❖ Résultats similaires pour les individus vivant dans des quartiers à faible revenu
- ❖ Les jours ouvrables présentent un bruit supérieur de +2,72 dB(A) (IC : 1,06 – 4,38) par rapport aux week-ends.

Predictors	Estimates	95% CI
Age	0.07	-0.07, 0.20
Sex (vs. female)		
Male	0.25	-2.37, 1.88
Household composition (vs. living alone)		
Couple living with children, relatives or friends	-1.18	-4.64, 2.28
Couple living without children	-0.98	-4.08, 2.12
Single living with children, relatives or friends	-0.84	-4.32, 2.63
Income per consumption unit (vs. low < 1192.8€)		
Medium-Low (1192.8 < x < 1988€)	-3.68	-7.04, -0.33
Medium-High (1988 < x < 3180.8€)	-3.78	-7.22, -0.34
High (> 3180.8€)	-3.91	-8.57, 0.75
Education level [vs. lower education (equal or lower than Bac)]		
Secondary education (Bac +2, +3 or +4)	-0.35	-3.61, 2.90
Higher education (Bac+5 or PhD)	1.41	-1.99, 4.80
Activity sector (vs. inactive)		
Office job	-0.57	-4.16, 3.01
Commerce, restaurant, and social	-0.50	-3.12, 2.13
Industry, construction	3.90	-0.24, 8.05
Residential neighbourhood location (vs. commuting area)		
Centre	-0.40	-3.14, 2.34
Residential neighbourhood average income [vs. low (x < 22358€)]		
Medium-low (22358 < x < 26942€)	-1.33	-4.18, 1.51
Medium-high (26942 < x < 31117€)	-2.67	-5.60, 0.25
High (x > 31117€)	-1.49	-4.58, 1.60
Day of week (vs. weekend)		
Workdays	2.72	1.06, 4.38

OBJ3 : Explorer l'impact de la réallocation d'activités sur l'exposition quotidienne au bruit → variation du LAeq,24h

Isotemporal substitution of 30 minute/day of use of transport modes by another activity: associations with L_{Aeq,24h} in dB(A)

Substitution model	Walking	Car, motorcycle	Public transport outdoor	Public transport underground	Bicycle, scooter other
	Estimates (95% CI)	Estimates (95% CI)	Estimates (95% CI)	Estimates (95% CI)	Estimates (95% CI)
Residence	-0.27 (-0.44, -0.10)**	-0.78 (-1.14, -0.42)***	-1.23 (-2.03, -0.43)**	-0.94 (-1.45, -0.42)**	-0.67 (-1.37, 0.04)
Food, commerce, services	0.34 (0.00, 0.68)*	-0.17 (-0.66, 0.33)	-0.62 (-1.48, 0.25)	-0.32 (-0.92, 0.28)	-0.05 (-0.83, 0.72)
Leisure, cultural, social	0.13 (-0.10, 0.36)	-0.38 (-0.81, 0.05)	-0.83 (-1.65, -0.01)*	-0.54 (-1.09, 0.02)	-0.27 (-0.99, 0.46)
Work	-0.12 (-0.30, 0.06)	-0.63 (-1.01, -0.26)**	-1.08 (-1.89, -0.27)**	-0.79 (-1.33, -0.25)**	-0.52 (-1.23, 0.19)
Walking	removed	-0.51 (-0.91, -0.11)*	-0.96 (-1.79, -0.13)*	-0.67 (-1.23, -0.10)*	-0.40 (-1.11, 0.32)
Car, motorcycle	0.51 (0.11, 0.91)*	removed	-0.45 (-1.32, 0.42)	-0.20 (-0.76, 0.37)	0.11 (-0.63, 0.85)
Outdoor public transport	0.96 (0.13, 1.79)*	0.45 (-0.42, 1.32)	removed	0.29 (-0.68 – 1.27)	0.56 (-0.48, 1.61)
Underground public transport	0.67 (0.10, 1.23)*	0.16 (-0.42, 0.73)	-0.30 (-1.27, 0.68)	removed	0.27 (-0.56, 1.10)
Bicycle, scooter, other	0.40 (-0.32, 1.11)	-0.11 (-0.85, 0.62)	-0.56 (-1.61, 0.48)	-0.27 (-1.10, 0.56)	removed

Mobilisense study: 259 participants; 4 days; 1005 day-level observations in total

Multilevel linear regression model with random effect at the participant level. All models are adjusted for age, sex, household composition, income per consumption unit, education level, residential neighbourhood noise, noise at residence, type of residential neighbourhood location, weekday and for the total time.



Conclusion

L'exposition personnelle au bruit (sensor-based) n'était pas corrélée au bruit modélisé du quartier résidentiel ni au bruit local modélisé au domicile (cartes stratégiques du bruit)

Les cartes de bruit doivent être combinées aux données comportementales pour évaluer correctement l'exposition réelle et ses effets sanitaires.

Inégalités sociales d'exposition au bruit, avec des niveaux plus élevés chez les populations défavorisées.

Les comportements influencent l'exposition personnelle : activités et choix de transport modulent les niveaux sonores ressentis.

Malgré un temps limité (1,4 % du quotidien), les transports souterrains participent de manière disproportionnée (9,5 %) à la dose sonore quotidienne.

Effets de l'exposition personnelle selon activités et modes de transport → Politiques ciblées : combiner choix d'activités et de transports pour réduire l'exposition individuelle