

Quantifier l'impact sur la santé de l'exposition Air/Bruit des transports en Auvergne-Rhône- Alpes avec ORHANE

Journées Techniques Acoustique et Vibrations

Mercredi 4 Juin 2025

Arnaud LEUNG-TACK^a, Xavier OLN^y, Céline DOMERGUE^a, Sébastien CARRA^a, Valérie JANILLON^a et Bruno VINCENT^a

^aAcoucity, 24 rue Saint-Michel, 69007 Lyon, France

^bCerema Centre-Est, 46 rue Saint Théobald, 38081 L'Isle D'Abeau, France

arnaud.leung-tack@acoucite.org



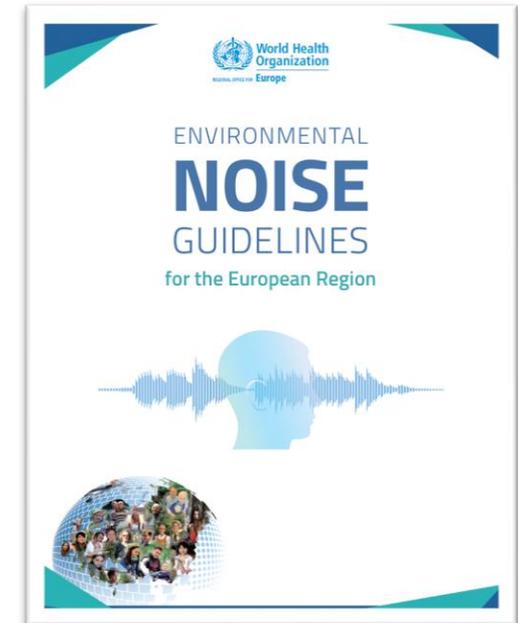
Sommaire

2/33

- Acoucité
- Contexte Santé-Environnement
- Quels indicateurs sanitaires Air/Bruit ?
- Résultats
- Limites et perspectives
- Des questions ?



- Les pollutions atmosphérique et sonore représentent deux des principales nuisances environnementales
- 20 % de la population européenne, soit plus de 100 millions de personnes, exposée de manière chronique à des niveaux de bruit préjudiciables à la santé humaine ([OMS, 2018](#))
- En France, depuis la Loi d'Orientation des Mobilités ([LOM, 2019](#)), le bruit est qualifié comme une pollution au même titre que la pollution atmosphérique



Les stratégies santé-environnement

- Des plans pour étudier et réduire l'impact de ces deux pollutions

Plans Nationaux Santé-
Environnement (PNSE)



En Auvergne-Rhône-Alpes

Observation en Santé-
Environnement (OSE)



Plans Régionaux Santé-
Environnement (PRSE)



Plateforme ORHANE



La plateforme ORHANE

Données d'entrée

BdTopo 3D (IGN)

Bâtiments (IGN)

Populations / ERPV

Infrastructures:
routes, voies ferrées,
aéroports, industries
(pour l'air)

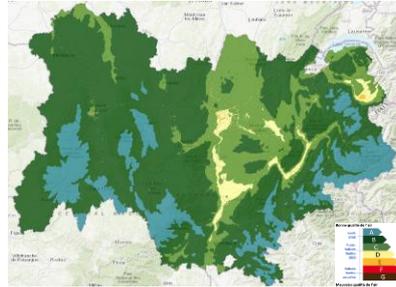
Emissions polluantes et
acoustiques

Modèle météo

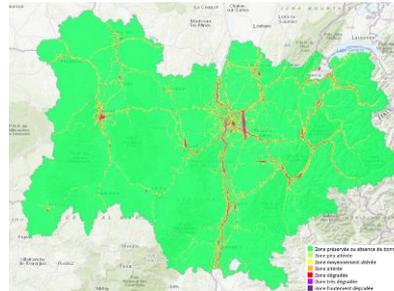
Modélisations

Valeurs Moyennes Journalières Annuelles

Air : NO₂, PM₁₀, PM_{2,5}

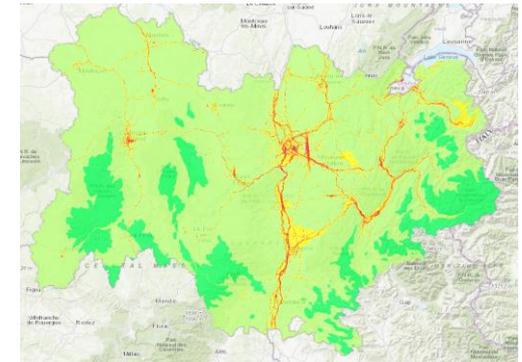
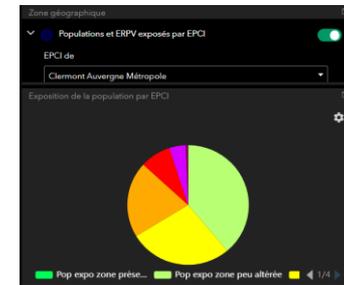


Bruit : LDEN



Croisement Air/Bruit

Résolution spatiale 10X10m²



- Zone préservée ou absence de données
- Zone peu altérée
- Zone moyennement altérée
- Zone altérée
- Zone dégradée
- Zone très dégradée
- Zone hautement dégradée

La plateforme ORHANE

- Pour : les collectivités, aménageurs, services de l'Etat ou organismes de recherche
- Utilisations :
 - Diagnostic croisé utilisé comme base d'évaluation environnementale dans les plans de mobilité
 - Accompagner les choix d'implantation ou de rénovation des établissements accueillant des publics "sensibles" à la pollution atmosphérique et au bruit : enfants, personnes âgées, malades, sportifs

"Pour l'implantation de futurs bâtiments sensibles, de nouveaux outils cartographiques existent. Croisés entre eux, ils permettent d'évaluer rapidement l'importance des nuisances environnementales. L'objectif est d'assurer une meilleure prise en compte de ces nuisances par les porteurs de projets."

Par exemple pour les crèches, les futurs sites à enjeux potentiellement problématiques sont identifiés par le département à partir des cartes ORHANE. Ensuite Saint-Étienne Métropole intervient à la demande du département, pour expertiser les données sur ces sites."

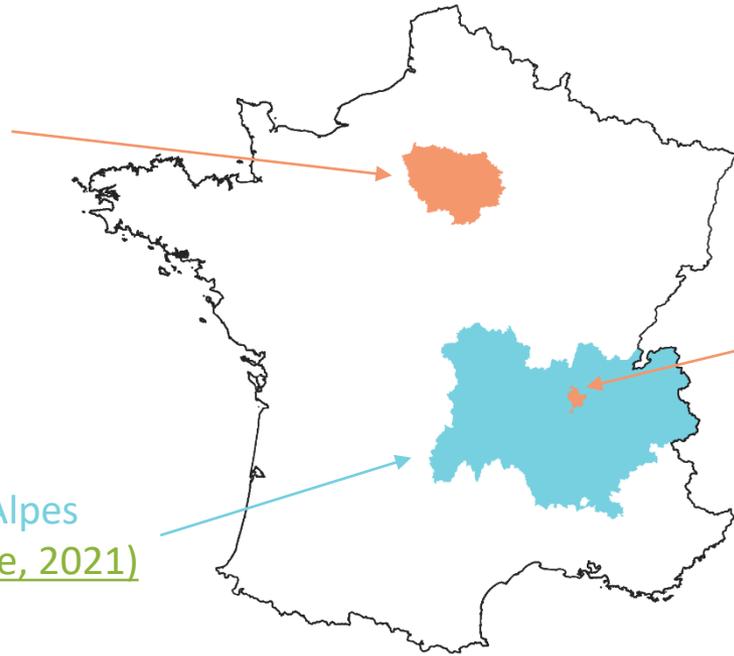
Pierre Brun, Chargé de mission bruit et qualité de l'air, Saint-Étienne Métropole

Coûts social et sanitaire

- Au niveau national
 - 101,3 milliards d’euros par an pour la **pollution atmosphérique** (Senat, 2015)
 - 147,1 milliards d’euros par an pour le **bruit** (Ademe, CNB, 2021)

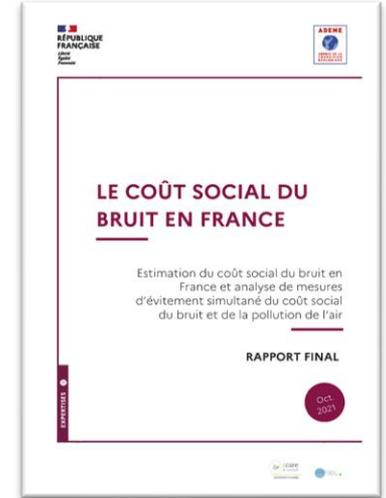
- Au niveau local

Île-de-France,
(Bruitparif, 2019)



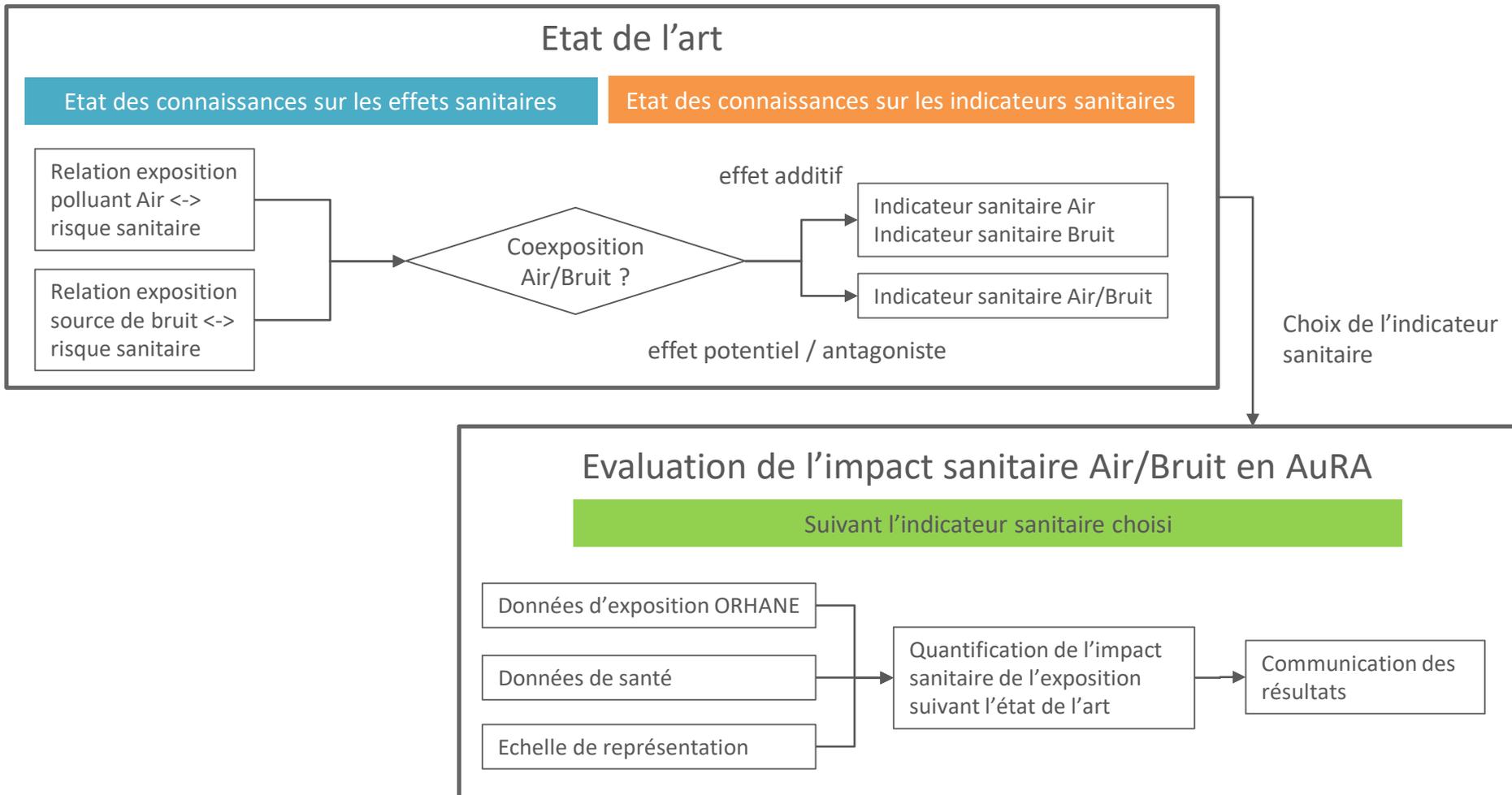
Auvergne-Rhône-Alpes
(Santé Publique France, 2021)

Métropole de Lyon
(Acoucité, 2018)



→ Quantification Air/Bruit en Auvergne-Rhône-Alpes avec les données ORHANE

Méthodologie générale



Relations avérées entre polluant / source de bruit et effet sanitaire

- Revue bibliographique Air
 - Etude ELAPSE, 2021, servant aux lignes directrices OMS Air. Etude de cohortes
- Revue bibliographique Bruit
 - Lignes directrices OMS Bruit, 2018. Basées sur plusieurs revues systématiques d'études publiées jusqu'à 2017-2018

Polluant/Pollution \ Effet sanitaire	Air			Bruit		
	PM _{2.5}	PM ₁₀	NO ₂	Aérien	Ferroviaire	Routier
Maladies cardiovasculaires	X		X			X
Maladies respiratoires	X		X			
Cancer du poumon	X		X			
Troubles du sommeil				X	X	X
Gêne				X	X	X
Troubles cognitifs chez l'enfant				X		
Valables dans les zones peu altérées à hautement dégradées ORHANE						



Quels effets sanitaires liés à la coexposition Air/Bruit ?

- Synthèse sur la base de 22 publications de 2011-2020
- Les avancées les plus significatives en matière d'effets sanitaires liés à la coexposition Air-Bruit concernent les risques de pathologies cardiovasculaires ou les troubles cognitifs.
- Les preuves d'effets combinés restent limitées, mais certains mécanismes biologiques identifiés invitent à poursuivre les travaux, notamment au travers d'études longitudinales.
- La capacité à décrire correctement l'exposition réelle des cohortes examinées constitue un des points d'amélioration de ces études sanitaires.

Quantifier l'impact sanitaire de la pollution atmosphérique : l'EQIS

EQIS RÉGIONALE PUBLIÉE EN 2021 :

- Résultats publiés en 2021 : Rapport et synthèse du rapport en ligne sur le site de Santé publique France : [lien](#)
- Période d'étude : **2016-2018**

EQIS INNOVANTE :

- 1^{ère} EQIS menée au niveau régional
- Résultats de morbidité en plus de la mortalité
- Résultats au niveau infra-régional : EPCI et villes de + de 20 000 habitants



Quantifier l'impact sanitaire du bruit des transports : le DALY

- Adopté par l'OMS en 1996

ou « Années de vie ajustées sur l'incapacité »

DALY Disability Adjusted Life Years = **YLD** Years Lived with Disability + **YLL** Years of Life Lost

«Daly» est une mesure de la charge de morbidité globale, exprimée par le nombre cumulé d'années perdues en raison d'une mauvaise santé, d'un handicap ou d'une mort précoce.

Années vécues avec un handicap

Années de vie perdues



[\(Wikipédia, 2012\)](#)

Quantifier l'impact sanitaire du bruit des transports : le DALY

- Adapté au bruit de l'environnement au sein de la région européenne en 2011

$$DALY_{x,y} = YLD_{x,y} + YLL_{x,y}$$

associé à l'effet sanitaire x et la source de bruit y

Risques extra-auditifs avérés

- Gêne
- Perturbations du sommeil
- Cardiopathie ischémique et mortalité associée

$$\begin{cases} YLD_{x,y} = N_{x,i,y} \cdot DW_x \cdot D \\ YLL_{x,y} = N_{x,m,y} \cdot D \end{cases}$$

$N_{x,i,y}$: nombre de cas incidents attribuables au bruit

$N_{x,m,y}$: nombre de décès attribuables au bruit

DW_x : coefficient d'incapacité traduisant la dégradation de l'état de santé de l'effet sanitaire et dérivé d'enquêtes de population à grande échelle.

D : durée de la période d'évaluation exprimée en années

Choix de l'indicateur sanitaire

15/33

- Au vu des résultats des publications analysées, il semble acceptable en première approche, de considérer que les impacts cardiovasculaires de l'exposition cumulée au bruit et aux polluants atmosphériques du transport routier, puissent être traités de manière cumulative (additive), même si des effets combinés (synergiques) ne sont pas à exclure.
- Compte tenu de ces résultats, une approche de quantification des effets sanitaires, distinguant les deux pressions, sans chercher à mettre en évidence les interactions potentielles semble aujourd'hui plus pertinente.

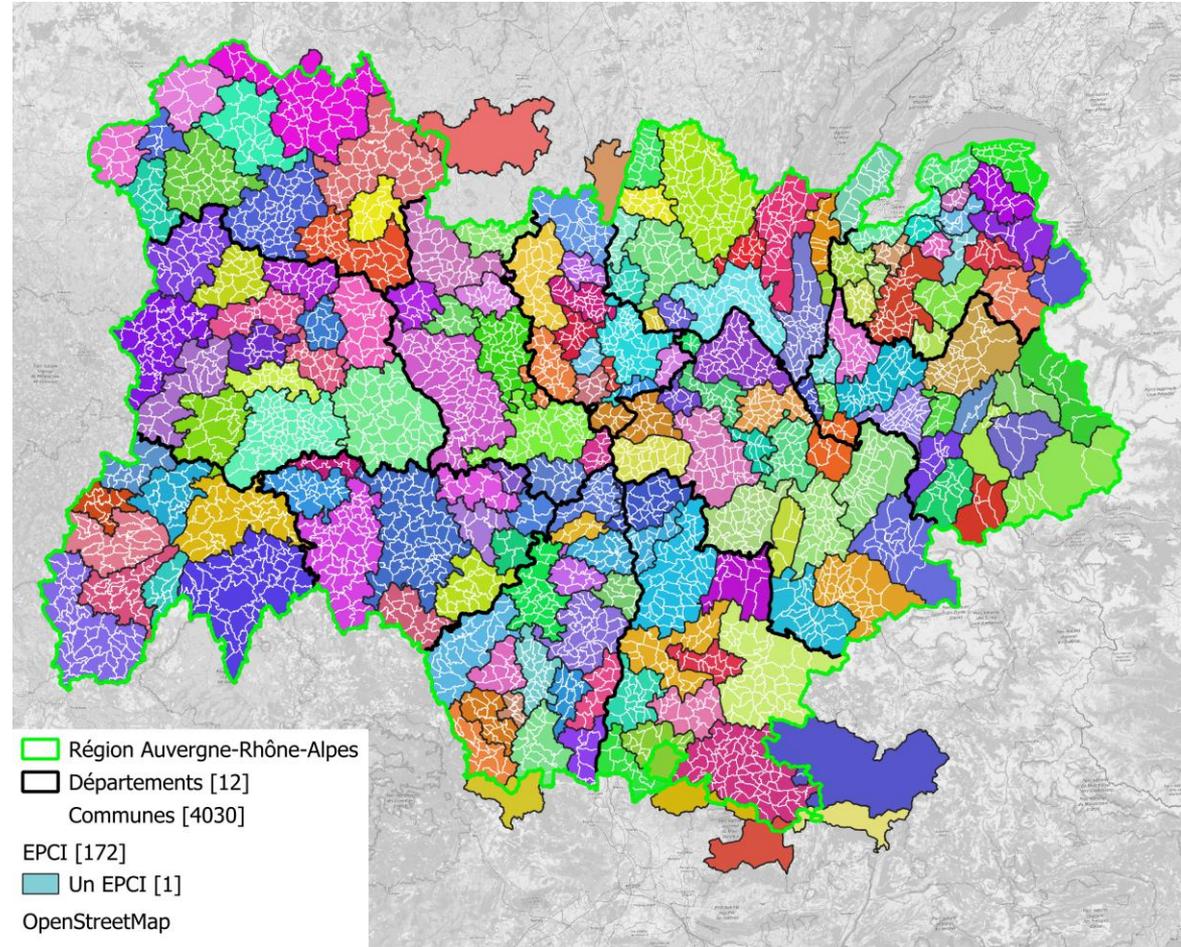
Représentation dans la plateforme ORHANE

Indicateur sanitaire Air
→ Résultats EQIS AuRA
→ Travail d'intégration

Indicateur sanitaire Bruit
→ Calcul DALY AuRA à partir des
données d'exposition ORHANE

Echelles de représentation

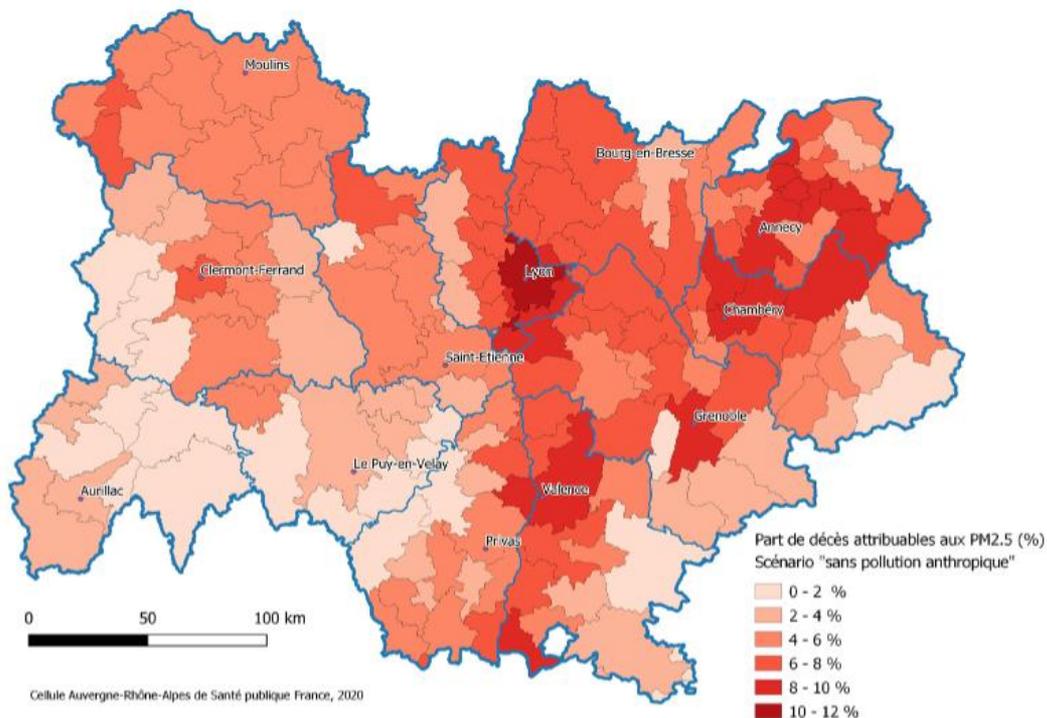
- Echelle temporelle : 1 an
- Echelle spatiale :
 - Communes de **plus de 20 000 habitants**
 - Établissement public de coopération intercommunale (EPCI) dont 80% de la population est en AuRA



Sélection des résultats de l'EQIS Air

- Indicateurs choisis :
 - Part de décès / nombre de décès attribuables aux PM2.5
 - Part de décès / nombre de décès attribuables aux NO2

FIGURE 7 | Part de décès attribuables aux PM_{2,5} par EPCI en Auvergne-Rhône-Alpes, sous le scénario « poids total de la pollution », 2016-2018





Indicateur Bruit : données d'entrée

18/33

- Territoire :
 - Limites administratives des communes et EPCI en AuRA
- Données d'exposition
 - Récupération des données désagrégées d'exposition par source de bruit
 - Méthode d'émission et propagation CNOSSOS-EU
 - Niveaux d'exposition L_{den} et L_n de la façade la plus exposée
- Données sanitaires
 - Espérance de vie moyenne pondérée par la part de femmes et d'hommes en AuRA (INSEE 2022)
 - Coefficients d'incapacité par pathologie (OMS 2018)
 - Taux d'incidence de cardiopathie ischémique départemental (Cerema 2019)
 - Taux de mortalité de cardiopathie ischémique départemental (Cerema 2010)

Indicateur Bruit : classes d'exposition à risque

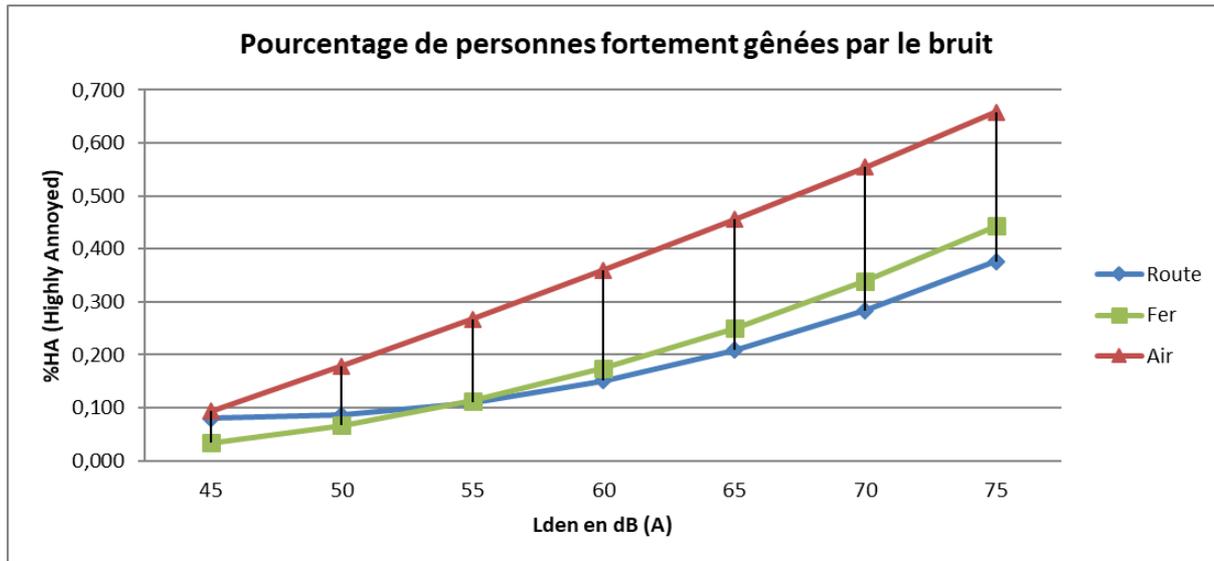
	Bruit routier	Bruit ferroviaire	Bruit aérien
Forte gêne	$L_{den,j,route} \geq [50 ; 55[\text{ dBA}$	$L_{den,j,rail} \geq [50 ; 55[\text{ dBA}$	$L_{den,j,aérien} \geq [50 ; 55[\text{ dBA}$
Fortes perturbations du sommeil	$L_{n,j,route} \geq [45 ; 50[\text{ dBA}$	$L_{n,j,rail} \geq [45 ; 50[\text{ dBA}$	Pas de donnée $L_{n,j,aérien}$
Incidence de cardiopathie ischémique	Augmentation du RR de 8 % par pas de 10 dB lorsque $L_{den,j,route} \geq 53 \text{ dBA}$	Preuve non suffisante	Preuve non suffisante
Mortalité de cardiopathie ischémique	Augmentation du RR de 5 % par pas de 10 dB lorsque $L_{den,j,route} \geq 53 \text{ dBA}$	Preuve non suffisante	Preuve non suffisante

Lien entre forte gêne, perturbations du sommeil et bruit

- Nombre de cas de forte gêne attribuables au bruit au sein de la population

$$N_{HA,i,y} = \sum_j [n_{j,y} \cdot AR_{j,HA,y}]$$

Exemple de répartition de l'exposition de la population



Classe Lden en dBA	Population
< 45	97 174
[45 ; 50[95 714
[50 ; 55[93 924
[55 ; 60[63 005
[60 ; 65[60 562
[65 ; 70[98 471
[70 ; 75[6 123
>= 75	446

$$AR_{HA,route} = (78,9270 - 3,1162 \cdot L_{den} + 0,0342 \cdot L_{den}^2) / 100$$

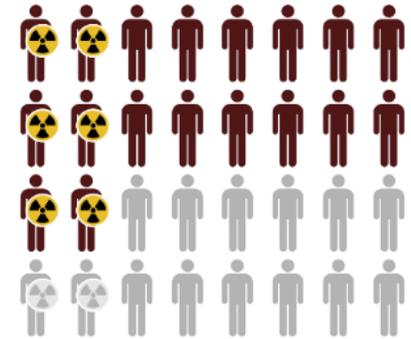
- De même pour le nombre de cas de perturbations du sommeil attribuables au bruit au sein de la population

Lien entre incidence et mortalité de cardiopathie ischémique et bruit

- Nombre de cas incidents attribuables au bruit au sein de la population

$$N_{IHD,i,y} = PAF_{IHD,i,y} \cdot i_{IHD} \cdot P_{commune}$$

$$PAF_{IHD,i,y} = \frac{\sum_j [p_{j,y} \cdot (RR_{j,IHD,i,y} - 1)]}{\sum_j [p_{j,y} \cdot (RR_{j,IHD,i,y} - 1)] + 1}$$



[\(Wikipédia, 2018\)](#)

$$RR_{IHD,i,route} = \begin{cases} e^{\ln(1,08)/10 \cdot (L_{den} - 53)} & \text{pour } L_{den} \text{ supérieur à } 53 \text{ dBA} \\ 1 & \text{pour } L_{den} \text{ inférieur ou égal à } 53 \text{ dBA} \end{cases}$$

- Raisonnement similaire pour le nombre décès de cardiopathie ischémique attribuables au bruit au sein de la commune

Indicateurs Bruit

- Multi-exposition au bruit des transports → hypothèse d'additivité entre les trois types de sources

$$DALY_{commune,total} = DALY_{HA,route} + DALY_{HA,rail} + DALY_{HA,aérien} + DALY_{HSD,route} + DALY_{HSD,rail} + DALY_{IHD,i,route} + DALY_{IHD,m,route}$$

- Indicateur choisi :
 - Extrapolation du DALY en nombre de mois en bonne santé perdus par habitant sur une vie entière → Plus facile de comparer les EPCI/communes

$$M_{commune,total} = \frac{12 \cdot E}{P_{commune}} \cdot DALY_{commune,total}$$

$$M_{EPCI,total} = \frac{E}{P_{EPCI}} \cdot \sum_{commune} DALY_{commune,total}$$

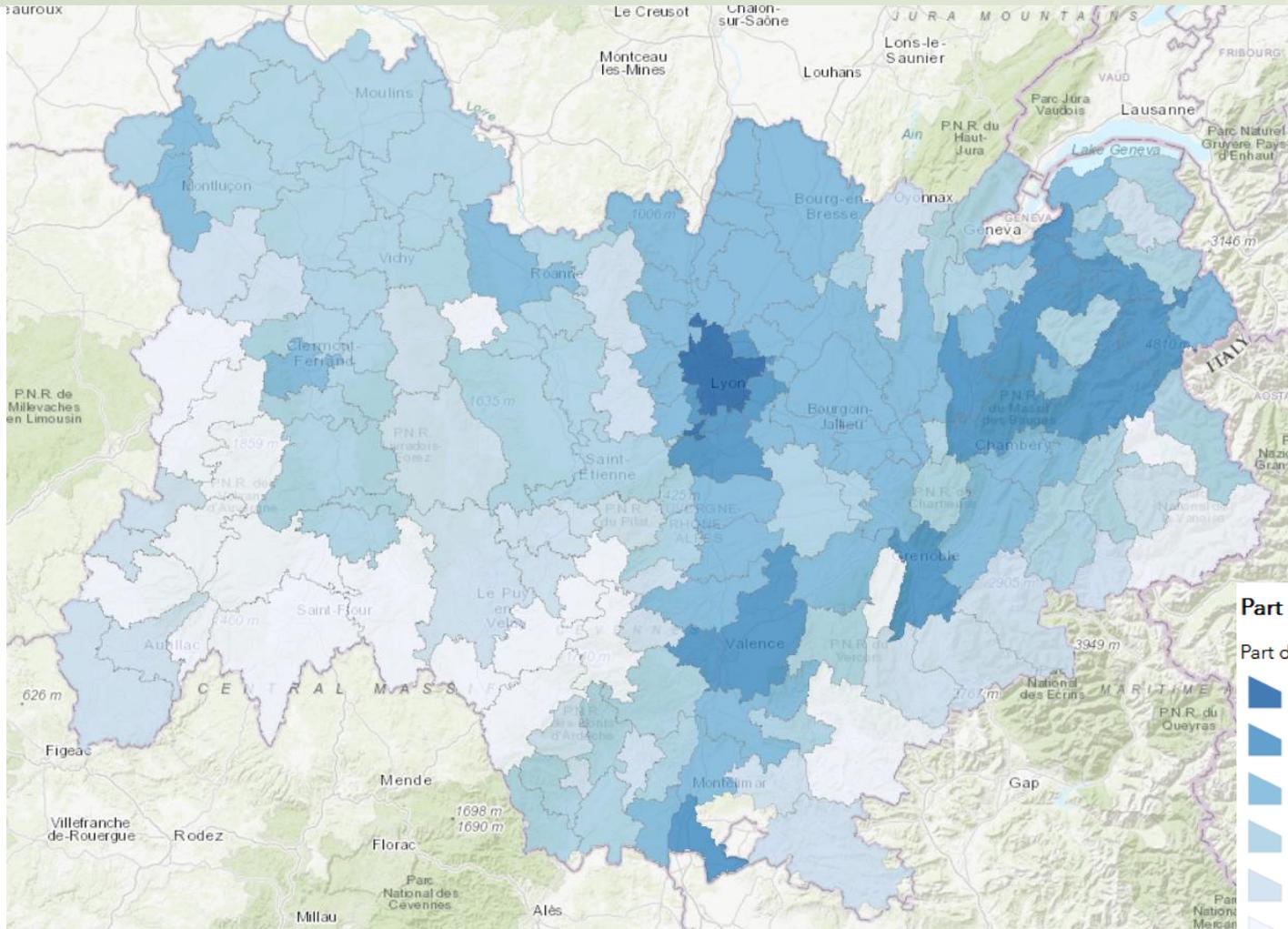
E : espérance de vie moyenne de la population de la zone évaluée
P : population totale de la zone évaluée

DALY en Auvergne-Rhône-Alpes

- 25 422 années de vie perdues en bonne santé
 - 12 634 années de vie perdues en bonne santé en raison de la gêne
 - 12 649 années de vie perdues en bonne santé en raison des perturbations du sommeil
 - 139 années de vie perdues en bonne santé en raison des cardiopathies ischémiques

DALY Bruit - EPCI Métropole de Lyon (2018, 1.2 millions d'habitants)	DALY Bruit - Région Île-de-France (2019, 10 millions d'habitants)	EQIS Air - Région Auvergne-Rhône-Alpes (2021, 7.9 millions d'habitants)
10 818 années de vie en bonne santé perdues 5 150 étant attribuées à la gêne 4 805 aux troubles du sommeil 862 à l'incidence et la mortalité de cardiopathie ischémique	107 766 années de vie en bonne santé perdues 46 837 attribuées à la gêne 60 929 aux troubles du sommeil	4 300 décès, 200 cancers incidents du poumon, 780 AVC et 550 passages aux urgences pour asthme chez des enfants de 0 à 15 ans attribués au PM _{2.5} 1 960 décès attribués au NO ₂

Représentation de l'impact sanitaire des PM2.5

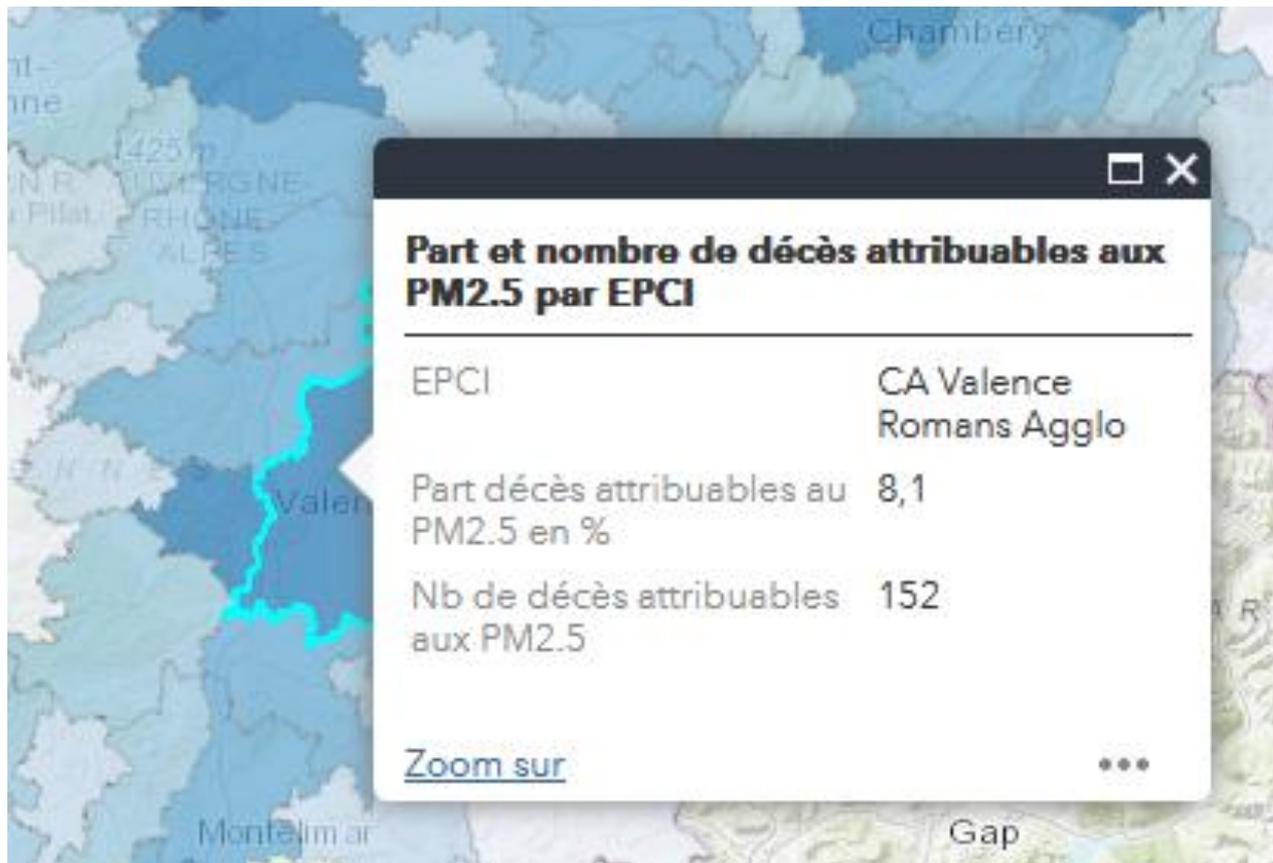


Part de décès attribuables aux PM2.5 par EPCI

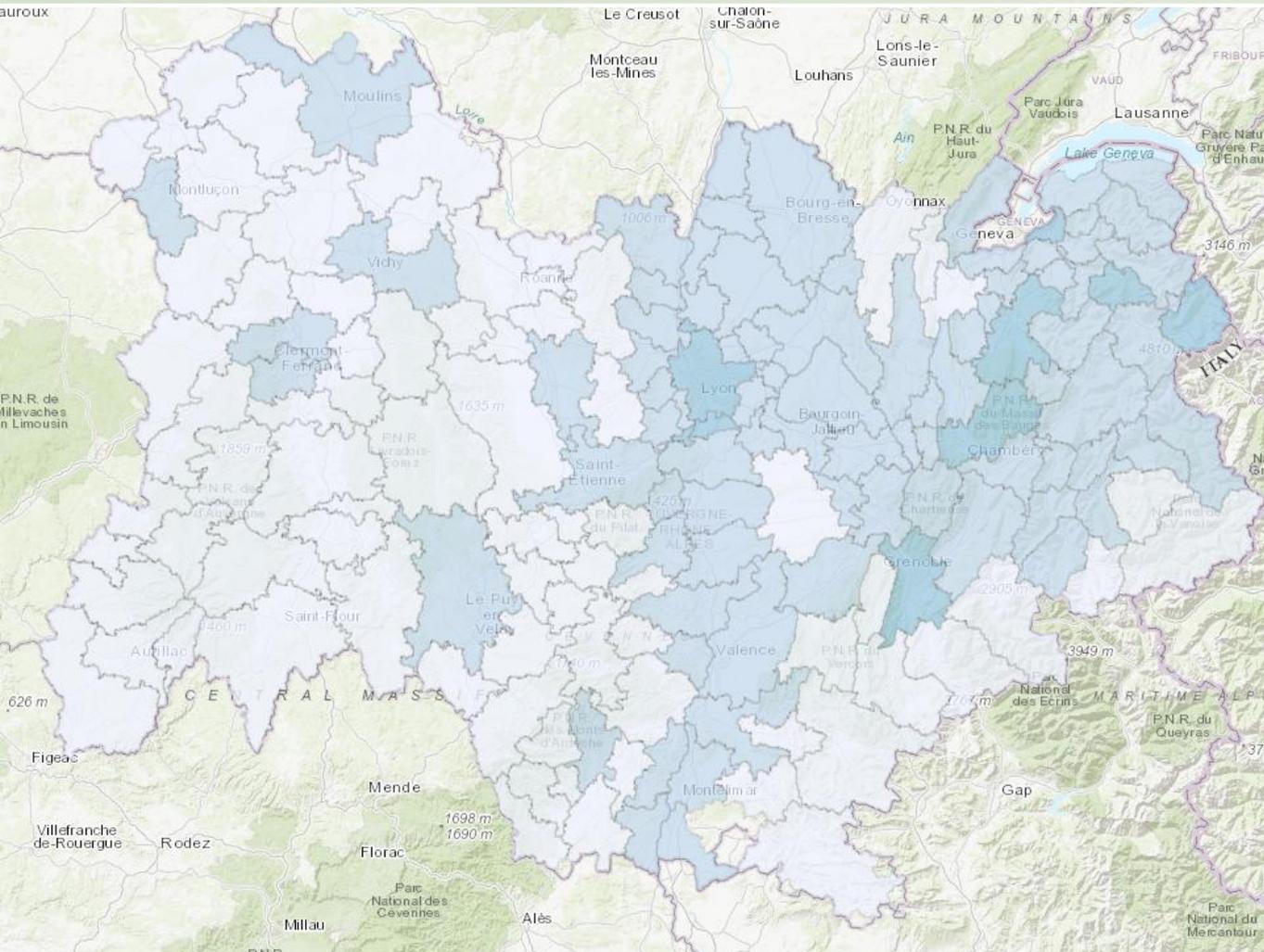
Part décès attribuables au PM2.5 en %



Représentation de l'impact sanitaire des PM2.5

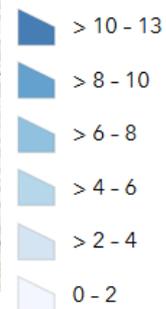


Représentation de l'impact sanitaire du NO2

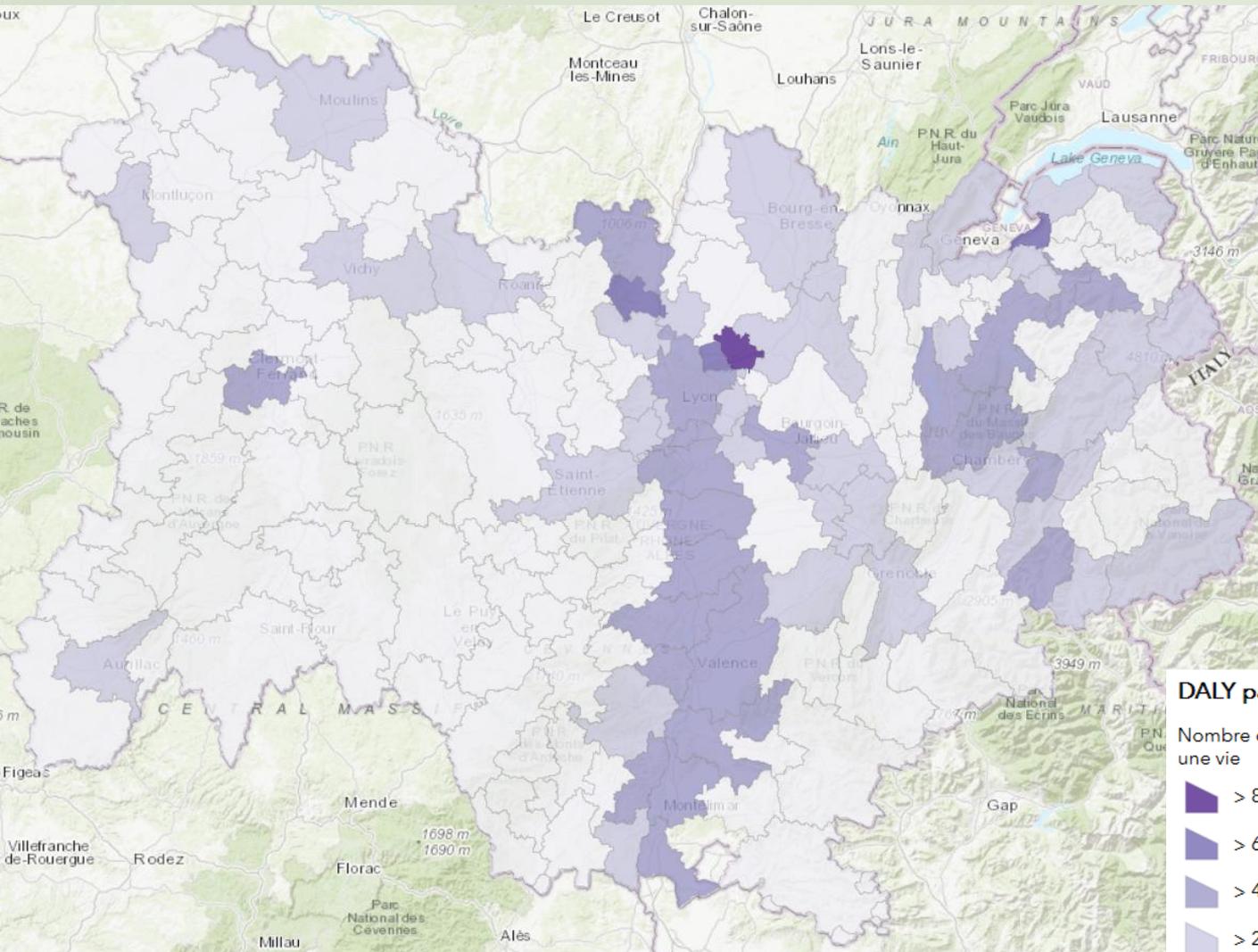


Part de décès attribuables au NO2 par EPCI

Part des décès attribuables au NO2 en %



Représentation de l'impact sanitaire du bruit des transports

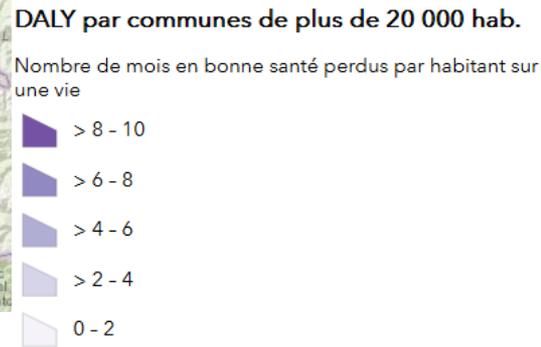
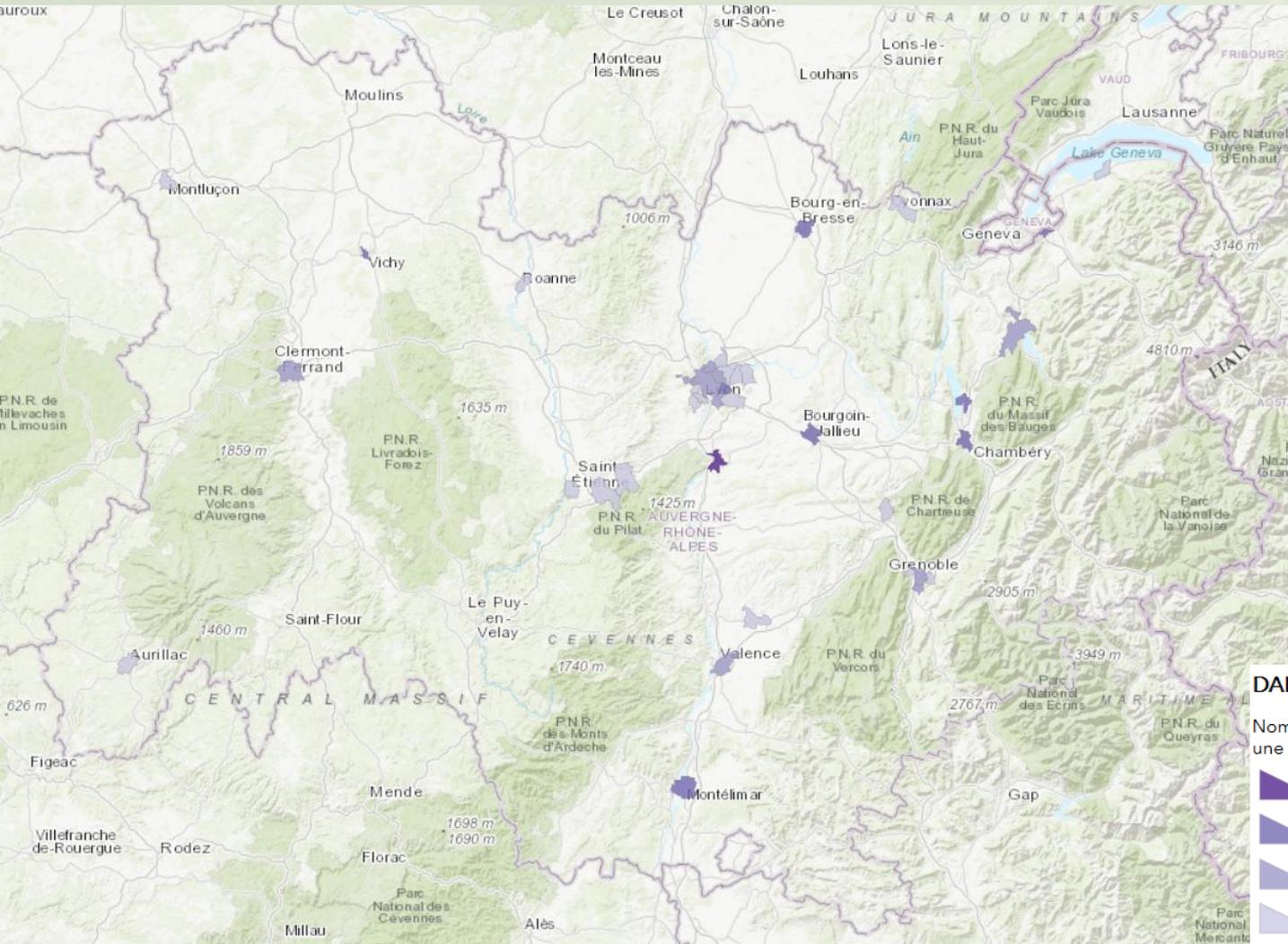


DALY par EPCI

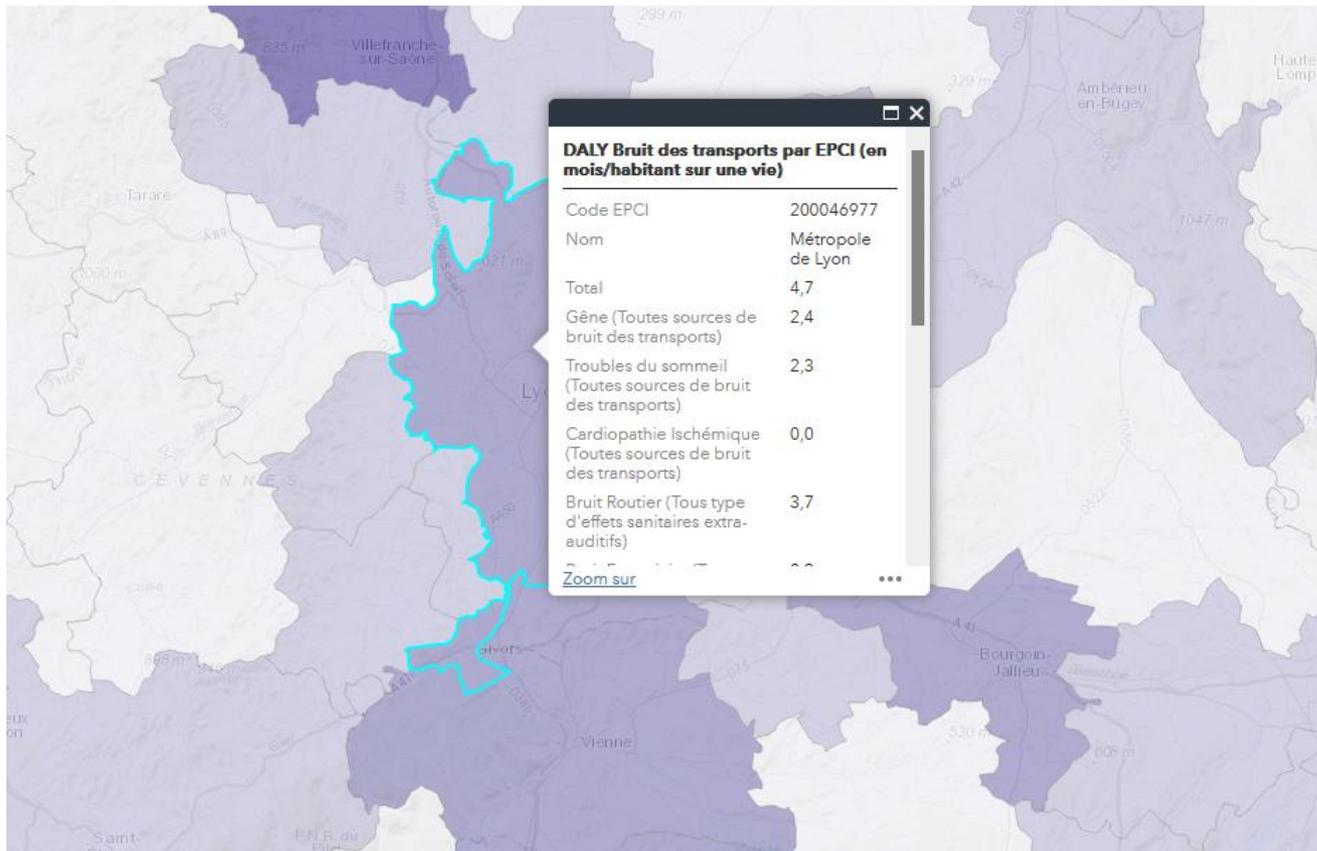
Nombre de mois en bonne santé perdus par habitant sur une vie

- > 8 - 10
- > 6 - 8
- > 4 - 6
- > 2 - 4
- 0 - 2

Représentation de l'impact sanitaire du bruit des transports

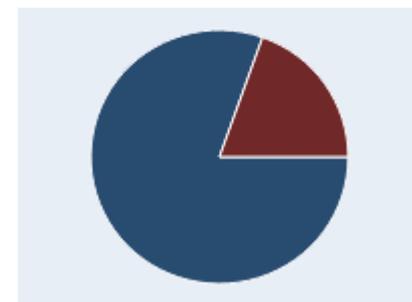


Représentation de l'impact sanitaire du bruit des transports



Détail par source de bruit des transports

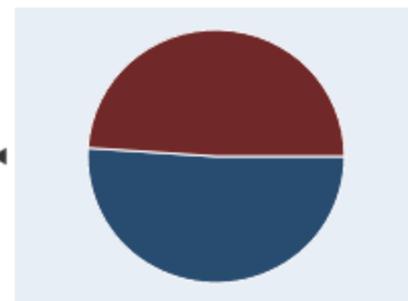
en mois/personne sur une vie



2

Détail par type d'effet sanitaire extra-auditif

en mois/personne sur une vie



2

Alimentation de la plateforme BALISE/OSE



Accueil | Accès aux données | Boîte à outils | Guides | RSS | Chat | Menu | Recherche

Ressources | Interroger la base | Métadonnées | Composition des territoires | Données disponibles

OSE - Observatoire en Santé Environnement
 Données disponibles au 01/09/2024.
 Date de dernière mise à jour de la base : 01/09/2024.

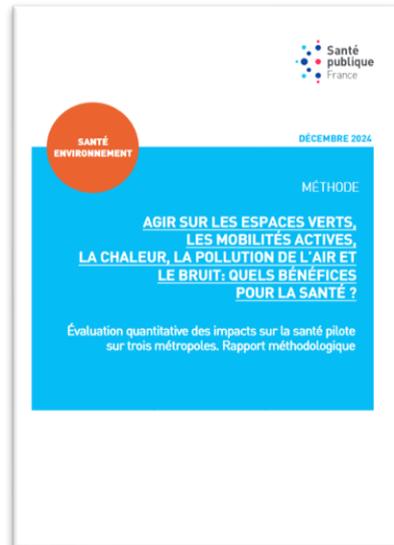
Dans le cadre du 3ème plan régional santé environnement Auvergne-Rhône-Alpes (PRSE3), certains indicateurs santé environnement ont été cartographiés à l'échelle de la région sous la forme [état de 2016](#) et d'un [état des lieux 2021](#).

Catégories et indicateurs	Métropole de Lyon [200046977]	Auvergne-Rhône-Alpes [84]
AIR - Exposition moyenne de la population aux PM2,5 (en µg/m3)	10,1	
AIR - Part de la population exposée à des niveaux de PM2,5 supérieurs à l'ancien seuil de l'OMS	36,8	
AIR - Exposition moyenne de la population au NO2 (en µg/m3)	16,5	
AIR - Part de la population exposée à des niveaux de NO2 supérieurs aux seuils de l'OMS	98,7	
AIR - Nombre de décès attribuables aux PM2,5	959	4 301
AIR - Part de décès attribuables aux PM2,5	10,9	6,7
AIR - Nombre de décès attribuables au NO2	465	1 964
AIR - Part de décès attribuables au NO2	5,3	3,1



- Différence de ORHANE par rapport aux études IdF et GLM
 - Révision à la hausse des relations dose-réponse proposées par l’OMS, notamment pour les bruits aérien et ferré
 - Données sanitaires
 - Choix des seuils d'exposition pour la gêne et les troubles du sommeil
 - Utilisation des taux d'incidence par département au lieu de national pour les cardiopathies ischémiques
- Cohérence hypothèses de modélisation Air et Bruit
 - Communes de plus de 20 000 habitants
 - Niveaux maximum en façade

- Validité des données sanitaires
 - Evolution des coefficients d'incapacité pour la gêne sévère, les perturbations du sommeil et les cardiopathies ischémiques ([OMS, mai 2024](#))
 - Evolution de la méthodologie de l'annexe 3 de la directive 2002/49/CE par l'Agence Européenne de l'Environnement ([AEE, décembre 2024](#))
- EQIS Bruit nationale





Des questions ?

33/33

- Financé par la DREAL, l'ARS et la Région Auvergne-Rhône-Alpes
- Acteurs techniques



avec l'appui de :

