

**LES EFFETS DU BRUIT ENVIRONNEMENTAL
SUR LA SANTÉ HUMAINE :
ÉTAT DES LIEUX,
APPLICATION OPÉRATIONNELLE ET
PERSPECTIVES DE RECHERCHE**

**Fanny Mietlicki, BRUITPARIF
Anne-Sophie Evrard, Univ Eiffel - Umrestte**

A young man with dark hair, wearing a grey hoodie, is shown in profile from the chest up. He is looking out over a cityscape, with his right hand pressed against his face in a contemplative or distressed pose. The background shows a multi-lane highway with cars, several tall apartment buildings, and a hazy sky. The overall tone is somber and reflective.

ÉTAT DES CONNAISSANCES

LES EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTÉ

Effets sur l'audition

Fatigue auditive, perte auditive, acouphènes, hyperacousie

Effets extra-auditifs

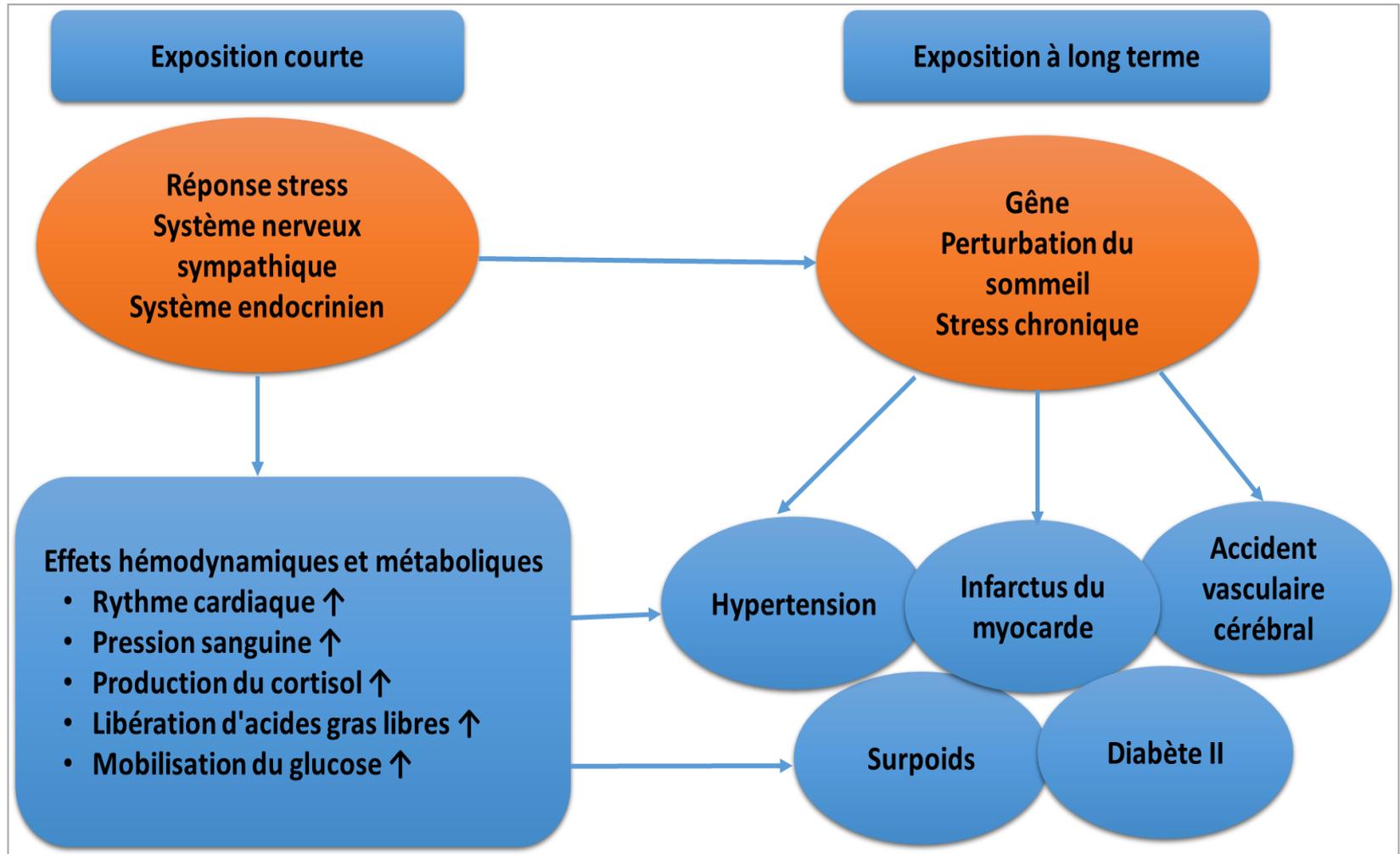
Perturbations du sommeil, effets sur les systèmes cardiovasculaire et endocrinien, effets psychologiques (anxiété, dépression)

Effets physiopathologiques

Gêne, dégradation des performances cognitives, dégradation de la qualité de vie et de l'état de santé perçu

Effets psychosociaux

LES EFFETS À COURT ET LONG TERME



LES EFFETS EXTRA-AUDITIFS

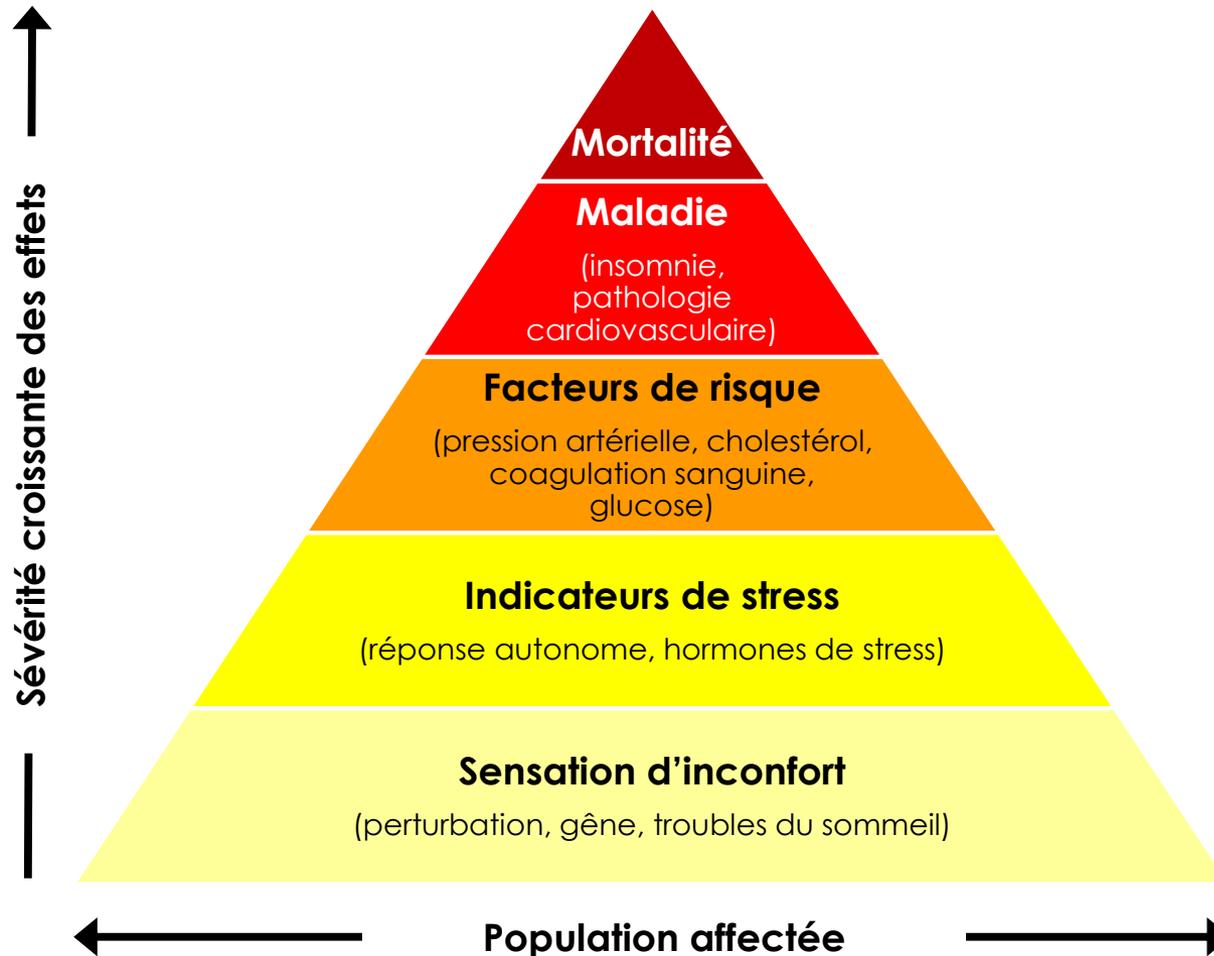


Schéma des effets extra auditifs du bruit – Adaptation d'après W. Babisch, 2002

LES FACTEURS MODIFICATEURS DES EFFETS SANITAIRES DU BRUIT

Compléments à la description de l'émission sonore

- Présence ou non d'une tonalité marquée
- Spectre de fréquence
- Type de bruit (continu, présence d'évènements sonores, etc.)
- Dynamique du signal (temps de montée et de descente)
- Rythme des émissions / prévisibilité des bruits
- Fond sonore préexistant / émergence du bruit

Compléments à la description de l'exposition sonore

- Multi-exposition (exposition à différentes sources de bruit)
- Co-exposition (exposition à d'autres facteurs de risques)
- Aménités locales (présence d'espaces verts, etc.)
- Habitat (isolation phonique, présence de façades silencieuses, etc.)
- Activité en cours lors de l'exposition

Autres facteurs de vulnérabilité

- État de santé
- Sensibilité individuelle au bruit
- Capacité à faire face, capacités d'adaptation
- Trajectoire / satisfaction résidentielle
- Attitude du gestionnaire du bruit, discours politique
- Appréciation / utilité / peur de la source

**Facteurs
acoustiques**

**Facteurs de
contexte**

**Facteurs individuels,
socio démographiques,
d'attitude**

D'après Anthony Cadene, ANSES

PRINCIPAUX EFFETS SANITAIRES RECONNUS PAR L'OMS (2018)

	Route	Fer	Aérien
Maladies cardio-vasculaires	++	Manque d'études	Manque d'études /+
Perturbations du sommeil	++	++	++
Gêne	++	++	++
Retards dans les apprentissages	Manque d'études	Manque d'études	++

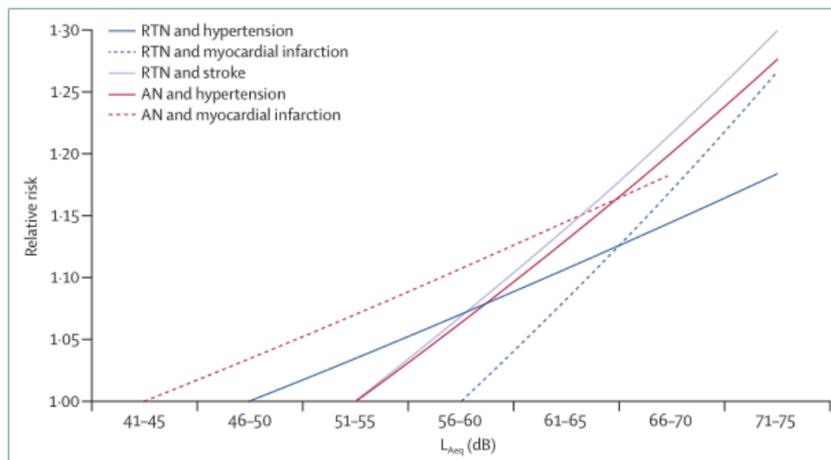
Études post-2014 confirment effets cardio-vasculaires du bruit : maladies ischémiques, infarctus du myocarde, hypertension...

LES EFFETS SUR LE SYSTÈME CARDIOVASCULAIRE



- Les nuisances sonores peuvent provoquer des réactions non spécifiques de stress physiologique qui entraînent la libération excessive d'hormones telles que le cortisol ou les catécholamines (adrénaline, dopamine) ainsi que d'acides gras libres.
- L'augmentation de ces éléments entraîne à leur tour divers effets cardiovasculaires comme l'hypertension artérielle, le risque d'infarctus du myocarde, ainsi que des modifications du métabolisme pouvant engendrer des risques accrus de diabète de type 2 et d'obésité, et à long terme un risque accru de mortalité cardiovasculaire.

Relations dose-réponse entre exposition au bruit routier (RTN) ou aérien (AN) et risque relatif de maladies cardiovasculaires



Des études épidémiologiques en population générale ont confirmé l'augmentation de risque de développer une hypertension artérielle lié à une exposition importante aux bruits du trafic routier ou du trafic aérien. Peu d'études en la matière ont été réalisées sur des populations soumises au bruit du trafic ferroviaire.

LES PERTURBATIONS DU SOMMEIL



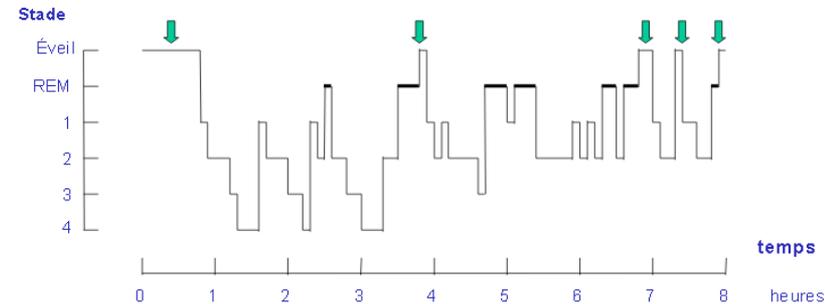
Le bruit peut altérer tant la durée que la qualité du sommeil en générant des perturbations du sommeil mesurées objectivement :

- retard à l'endormissement,
- augmentation du nombre et de la durée des éveils nocturnes conscients ou inconscients,
- modification de la durée totale du sommeil,
- modifications des différentes phases du sommeil avec une diminution du sommeil lent profond qui est le plus réparateur et des phases de sommeil paradoxal.

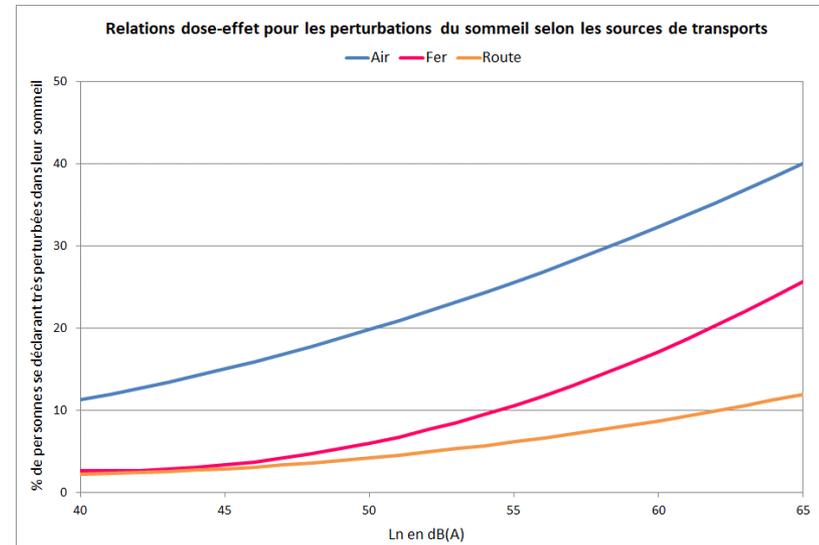
Les perturbations du sommeil peuvent également être ressenties par les personnes et être recueillies au moyen de questionnaires → Ce recueil des perturbations subjectives du sommeil est à l'origine des courbes dose-réponse retenues par l'OMS, 2018.

Attention, il est souvent constaté une habitude subjective au bruit (les gens disent s'être habitués au bruit la nuit et bien dormir) mais les paramètres objectifs du sommeil restent perturbés.

Effets du bruit nocturne sur la structure du sommeil

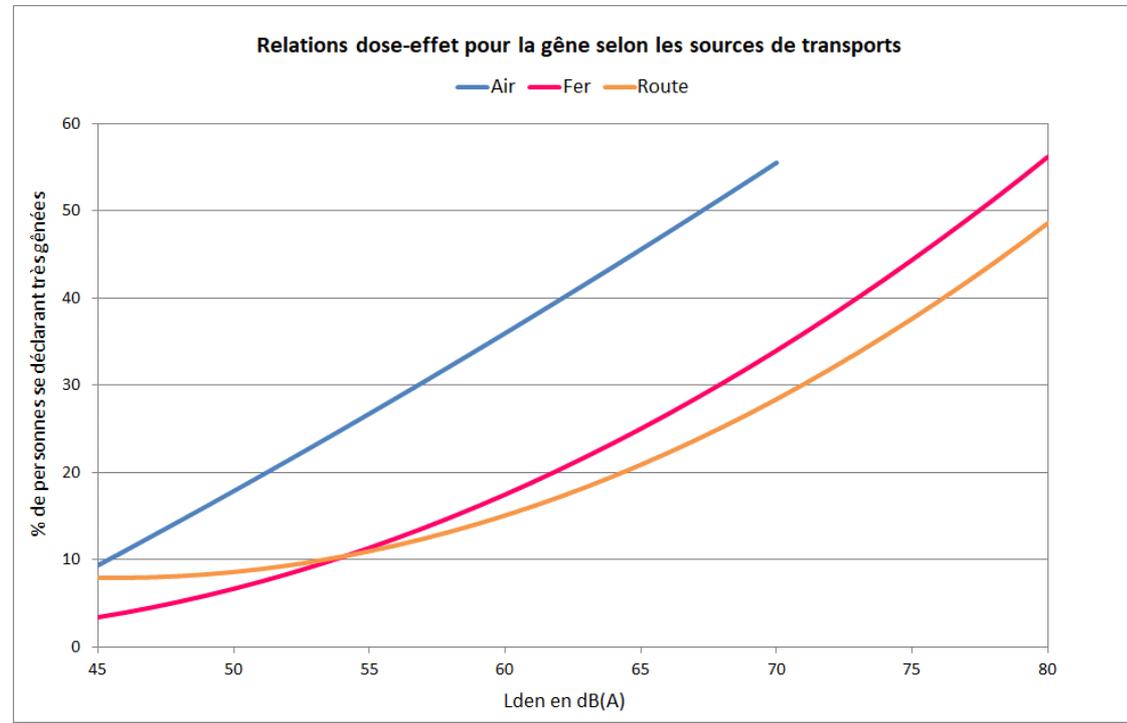


Hypnogramme d'un jeune adulte lors d'une nuit perturbée par le bruit
REM (rapid eye movements) : sommeil avec mouvements oculaires rapides ou « sommeil paradoxal »
1 à 4 : stades 1 à 4 de sommeil lent



LA GÊNE LIÉE AU BRUIT

- Définition OMS : « une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement dont l'individu (ou le groupe) reconnaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé. »
- Résultat de facteurs intrinsèques au bruit (intensité, émergence, répétitivité, durée, spectre) et de facteurs contextuels et individuels (caractère subi ou choisi, période de la journée, facteurs socioculturels...)
- Conséquences : irritation, fatigue puis épuisement et souffrances psychophysiologiques pouvant à leur tour susciter des réponses négatives telles que la colère, l'agressivité.



LES EFFETS SUR LES APPRENTISSAGES ET LES PERFORMANCES SCOLAIRES

Dans les écoles autour des aéroports, les enfants exposés au bruit aérien montrent les problèmes suivants :

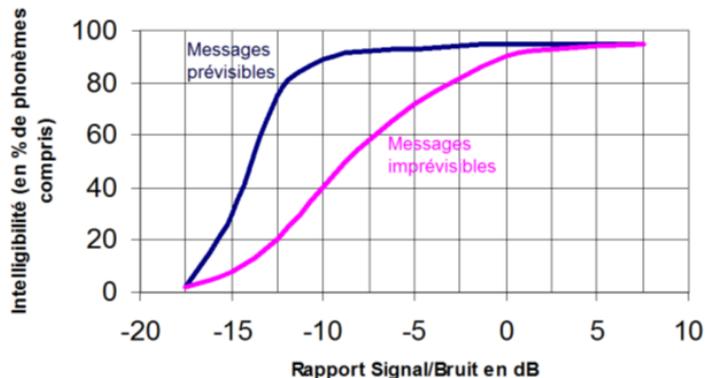
- Déficit d'attention soutenue et d'attention visuelle
- Difficultés de concentration (en comparaison avec les enfants d'écoles avec environnement sonore plus calme)
- Moins bonne discrimination auditive et perception de la parole (intelligibilité)
- Moins bonne mémoire
- Moins bonne habileté à lire (retards de lecture)
- Moins bonne habileté à performer lors des tests standardisés
- Résultats scolaires diminués
- Somnolence diurne



Etude de Mauny et al. 2010

- Enquête sur les élèves de CE2 scolarisés à Besançon (cartographie du bruit dans la ville et mesures en façades des écoles et des logements)
- Les acquis des élèves ont été évalués à l'aide des évaluations diagnostiques de l'éducation nationale (français et mathématiques) et mis en relation avec les niveaux d'exposition au bruit à l'école et au domicile.

➡ relation linéaire significative entre les évaluations scolaires et les niveaux sonores en façade des écoles

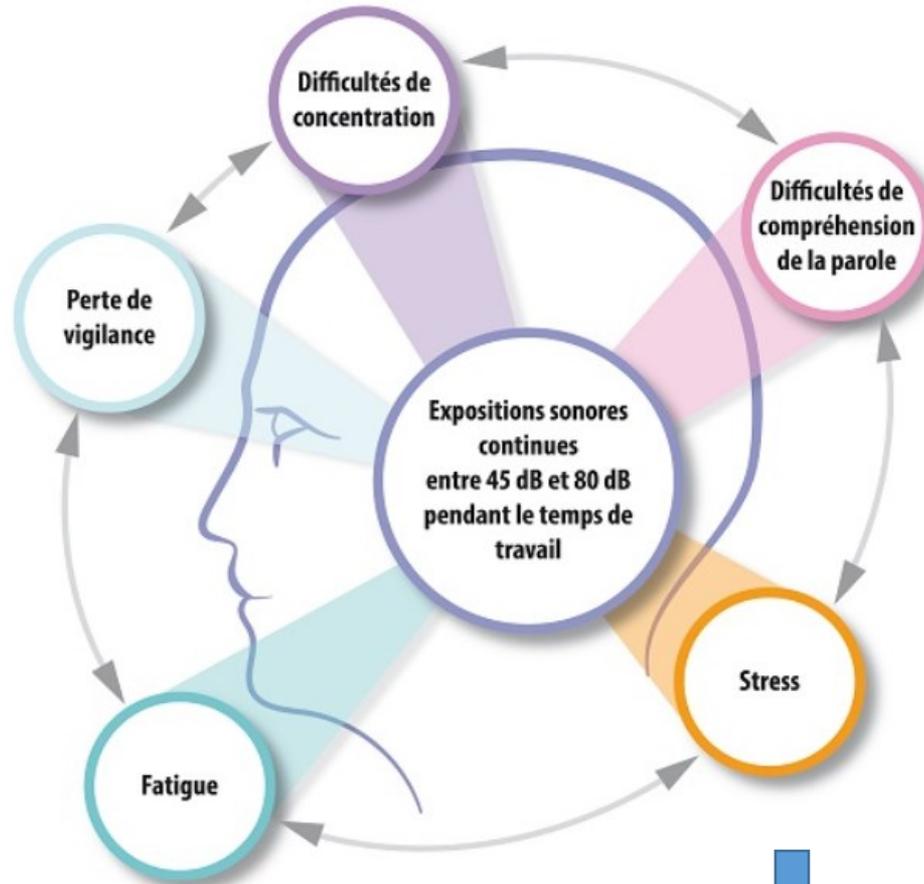


Compréhension d'un message parlé en fonction du rapport Signal/Bruit et de la prévisibilité du message (d'après R. Gamba)

LES EFFETS DU BRUIT AU TRAVAIL

DES EFFETS SUR L'AUDITION...

MAIS AUSSI DES EFFETS EXTRA-AUDITIFS



Source : JNA

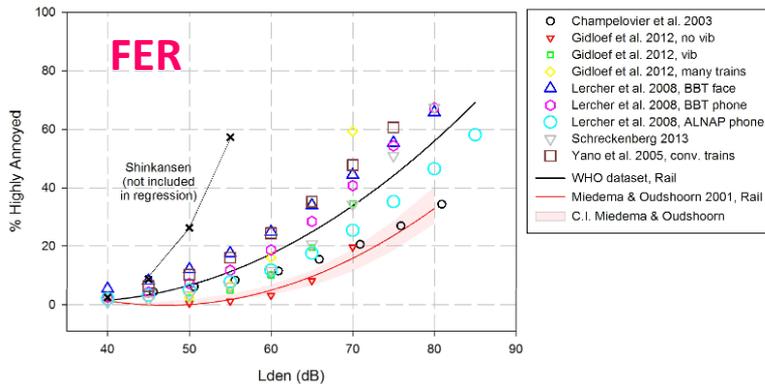
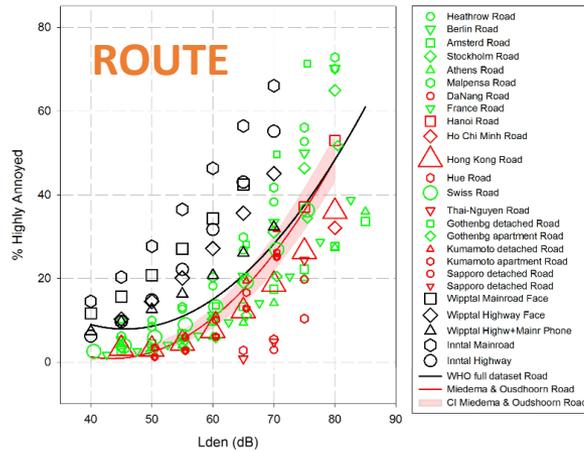
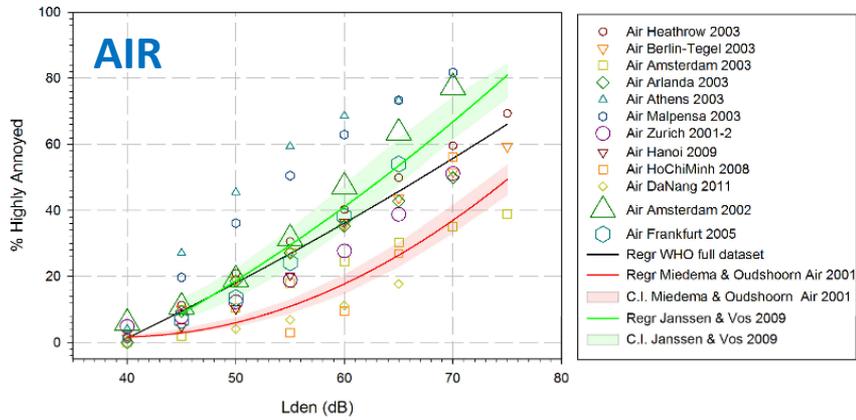


Pertes de productivité

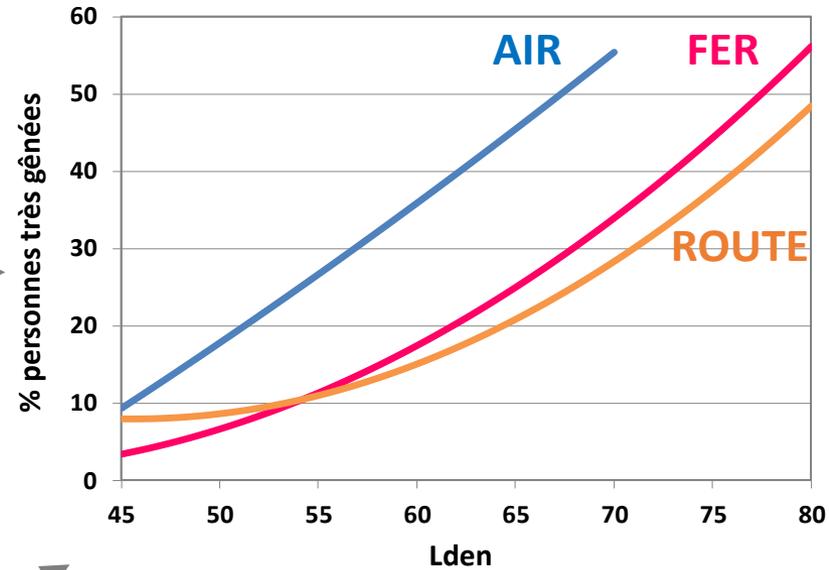
BRUIT ET SANTÉ MENTALE

- L'exposition au bruit a une influence sur la réponse au stress et le bien-être psychologique.
- Aucune étude n'a vraiment montré d'association claire entre exposition au bruit et troubles psychologiques mais la gêne liée au bruit pourrait agir comme un médiateur dans l'apparition de troubles psychologiques.
- Études menées autour de l'aéroport de Schiphol au Pays-Bas : le bruit influencerait sur le développement ou la révélation de troubles mentaux.
- Augmentation des consultations et des hospitalisations psychiatriques et de la consommation de médicaments à visée neuropsychiatrique (et à visée anti-hypertensive) parmi les riverains d'aéroports.
- Difficultés méthodologiques : peu d'études portant sur relations entre bruit et santé mentale sont basées sur un diagnostic clinique.

PRINCIPE D'ÉTABLISSEMENT DES COURBES DOSE-RÉPONSE PUBLIÉES PAR L'OMS, 2018

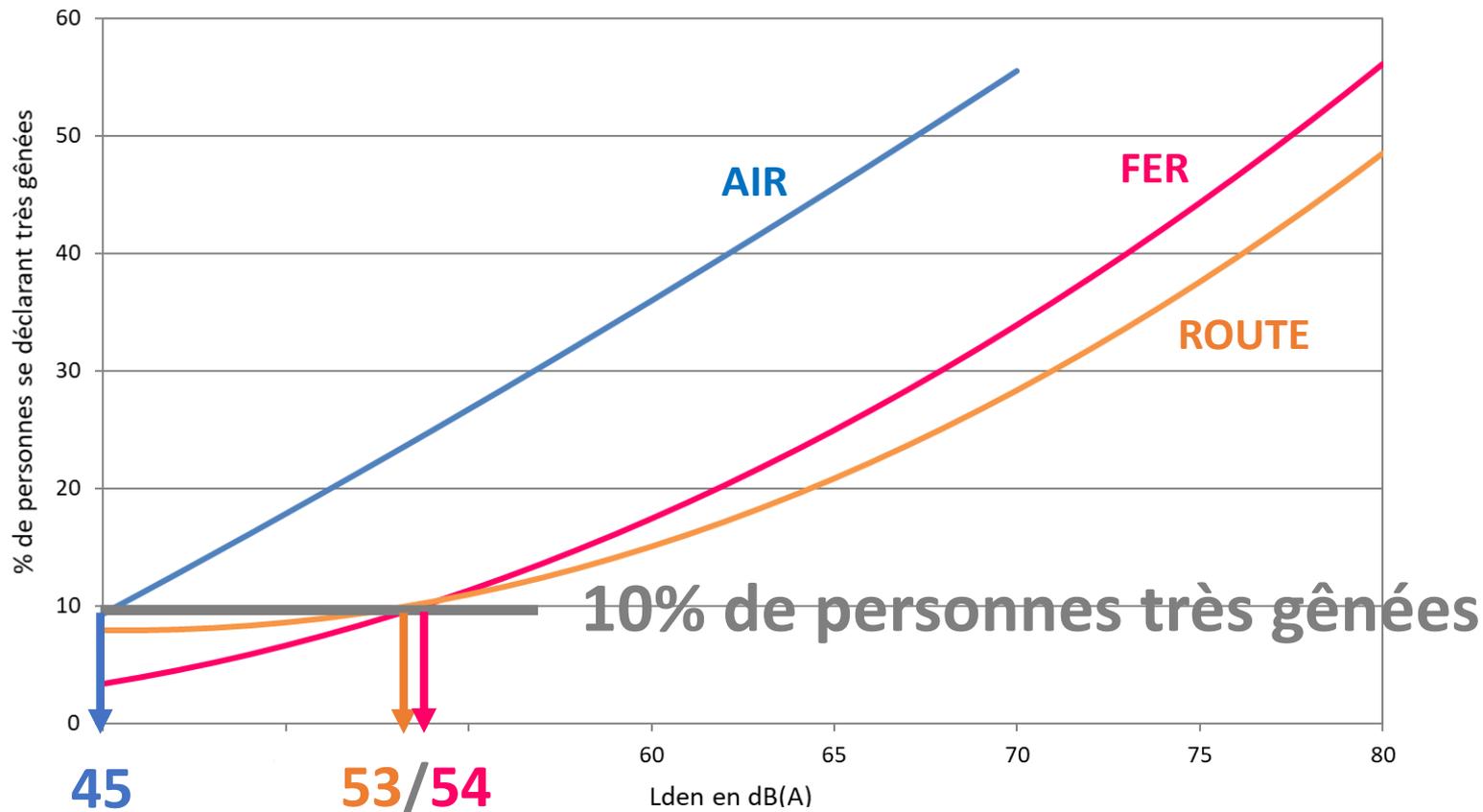


PUBLIÉES PAR L'OMS, 2018



DES COURBES DOSE-RÉPONSE AUX RECOMMANDATIONS DE L'OMS, 2018

GÊNE → LDEN



LIGNES DIRECTRICES DE L'OMS, 2018

VALEURS DE RECOMMANDATION

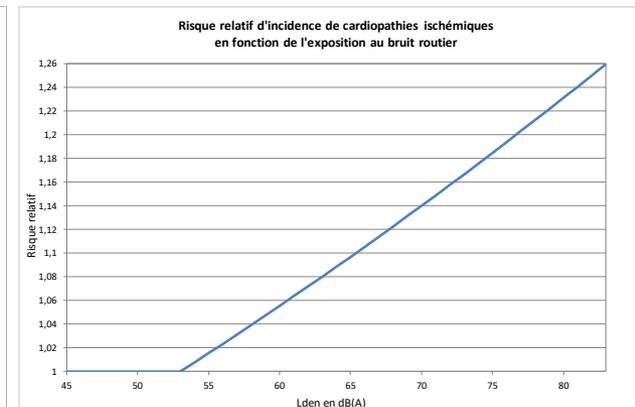
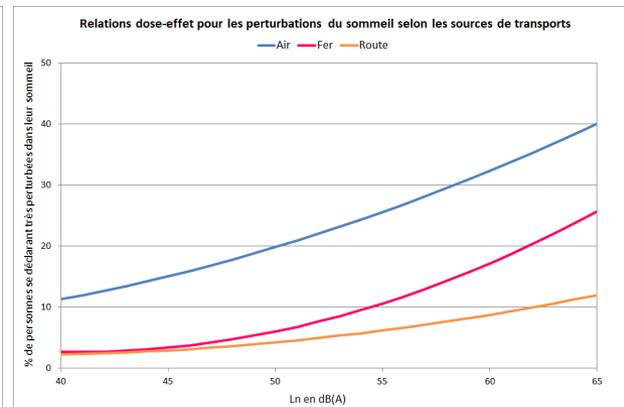
Valeur guide en dB(A)	Route	Fer	Aérien
Lden	53	54	45
Ln	45	44	40

EXEMPLE D'APPLICATION OPÉRATIONNELLE EN ÉVALUATION DES IMPACTS SANITAIRES



ÉVALUATION DES IMPACTS SANITAIRES

- Méthode basée sur l'utilisation des relations dose-effet entre une exposition à une source de bruit (route, rail, air) et un risque sanitaire (RA ou RR), extrapolée des résultats des études épidémiologiques



- Utilisation de l'indicateur quantitatif des années de vie en bonne santé perdues DALYs – disability-adjusted life years

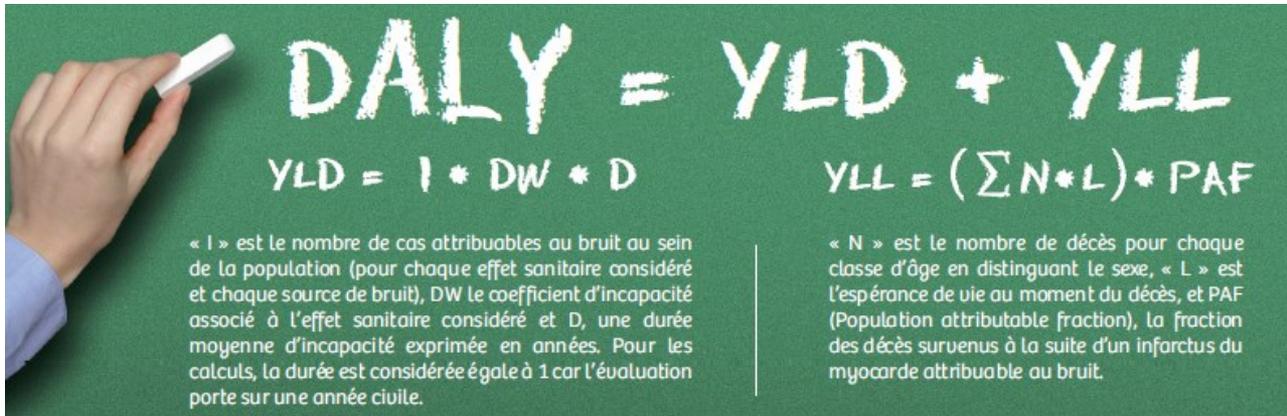
MÉTHODE DE CALCUL DES DALYS

- Méthode générale de calcul des DALYs (Disability adjusted life years) :

DALY = YLD (Years lost to disability) + YLL (Years of life lost)

Avec : YLD : Années perdues du fait d'une incapacité ou de la maladie

YLL : Années perdues par mortalité prématurée



DALY = YLD + YLL

YLD = I * DW * D **YLL = (∑ N * L) * PAF**

« I » est le nombre de cas attribuables au bruit au sein de la population (pour chaque effet sanitaire considéré et chaque source de bruit), DW le coefficient d'incapacité associé à l'effet sanitaire considéré et D, une durée moyenne d'incapacité exprimée en années. Pour les calculs, la durée est considérée égale à 1 car l'évaluation porte sur une année civile.

« N » est le nombre de décès pour chaque classe d'âge en distinguant le sexe, « L » est l'espérance de vie au moment du décès, et PAF (Population attributable fraction), la fraction des décès survenus à la suite d'un infarctus du myocarde attribuable au bruit.

- DW : Coefficients d'incapacité (disability weight) varie de 0: état de santé non dégradé à 1: décès

Coefficients d'incapacité	<i>DW_{inf}</i>	<i>DW</i>	<i>DW_{sup}</i>
Gêne	0,01	0,02	0,12
Troubles du sommeil	0,04	0,07	0,10
Infarctus du myocarde		0,405	
Cardiopathie ischémique et l'hypertension		0,350	
Acouphène léger		0,01	
Acouphène modéré à sévère		0,11	

ZONE DENSE DE L'ÎLE-DE-FRANCE (10,5 M HAB)

870 000 personnes fortement perturbées dans leur sommeil

2,3 millions de personnes fortement gênées

DALY	ROUTE	FER	AIR	TOTAL	
Troubles du sommeil	33 613	15 088	12 227	60 929	57%
Gêne	31 994	8 352	6 491	46 837	43%
TOTAL	65 607	23 440	18 718	107 766	
	61%	22%	17%		

En moyenne 10,7 mois de vie en bonne santé perdue par habitant

Pouvant aller jusqu'à 3 ans pour les personnes les plus exposées

Source :

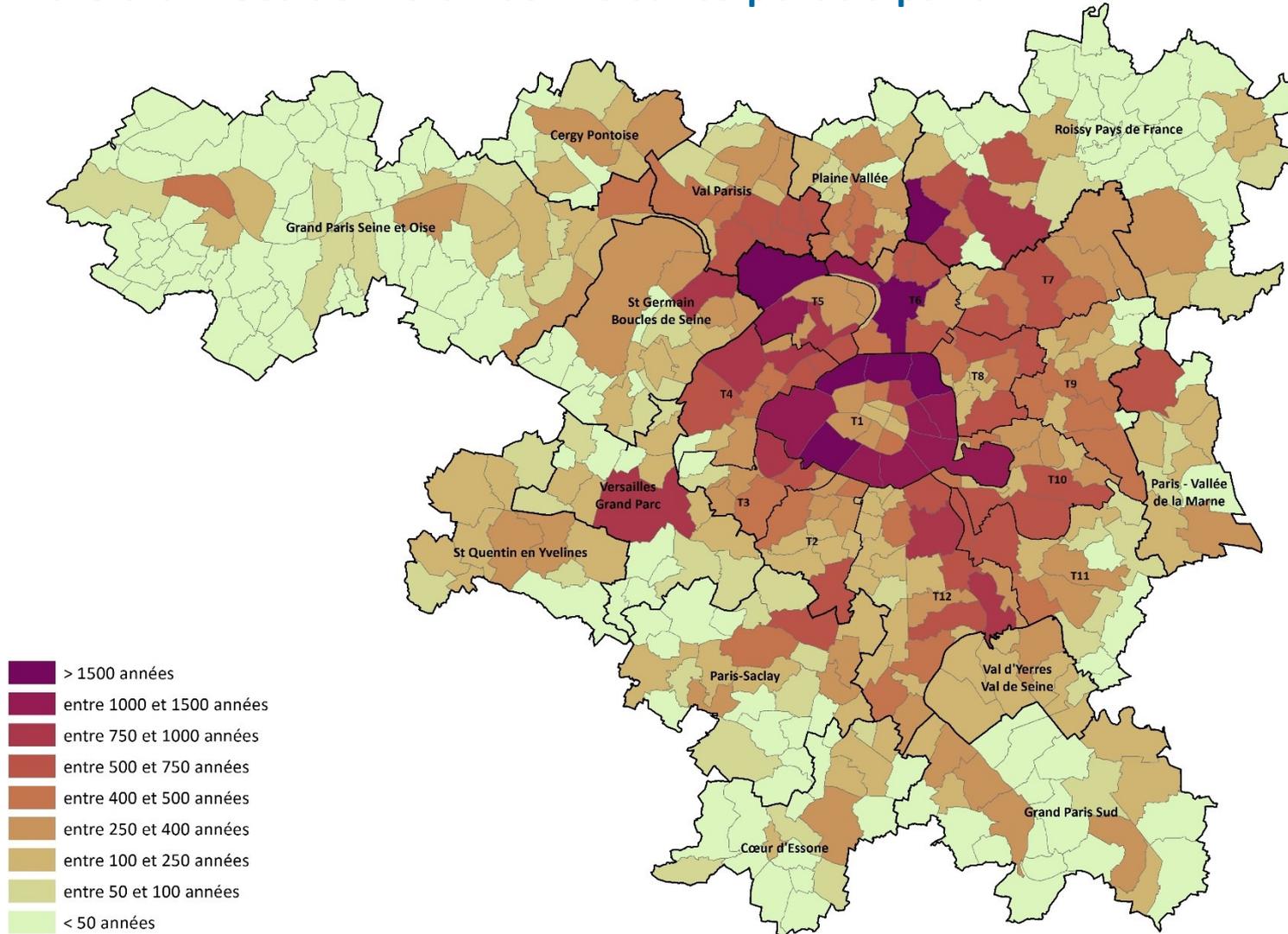
Étude Bruitparif, février 2019

BRUIT CUMULÉ – IMPACTS SANITAIRES COLLECTIFS

INDICATEUR DALY PAR AN

PAR COMMUNE

Nombre d'années de vie en bonne santé perdue par an

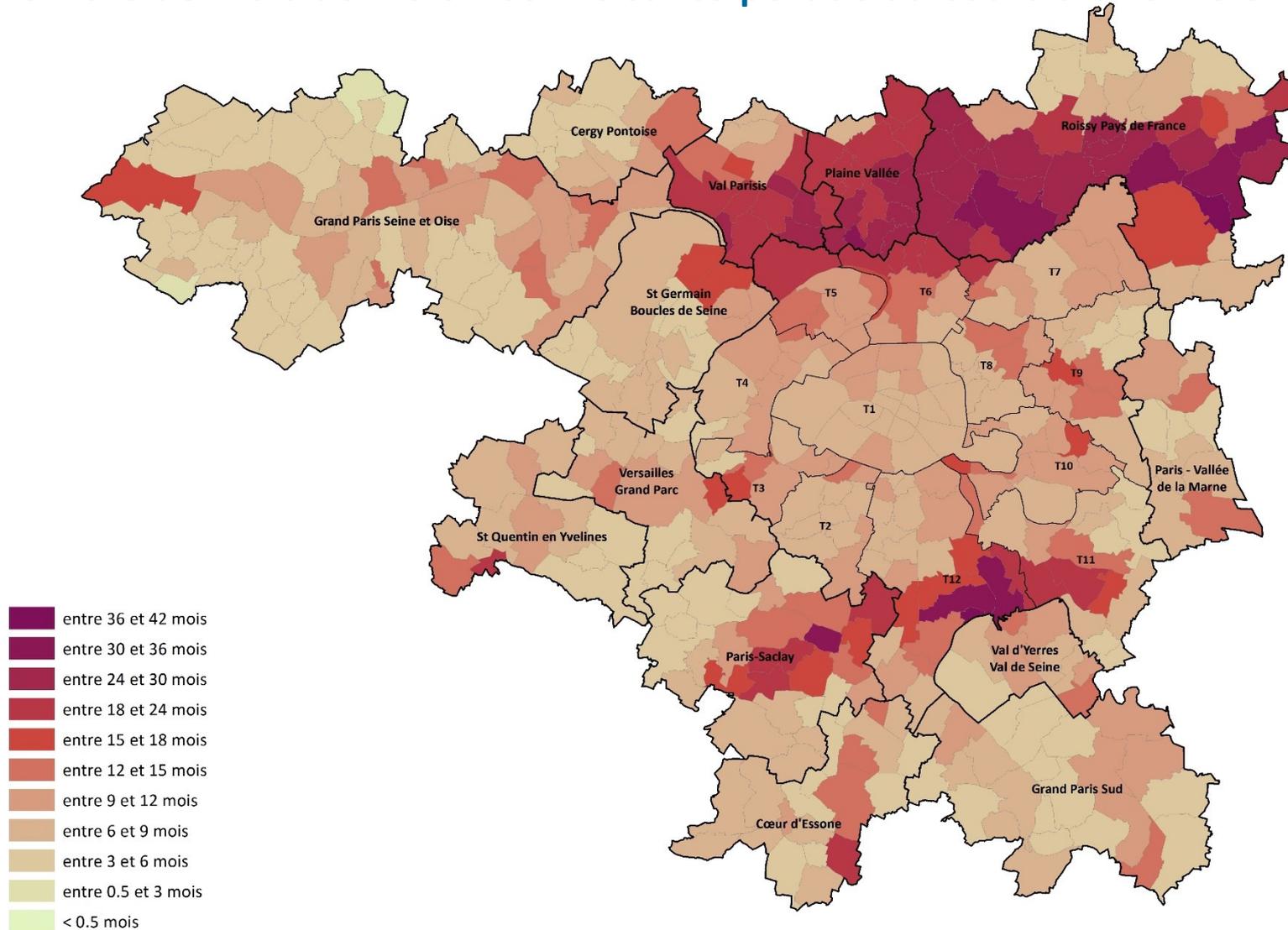


BRUIT CUMULÉ – RISQUES SANITAIRES INDIVIDUELS

RISQUE PAR HABITANT

PAR COMMUNE

Nombre de mois de vie en bonne santé perdue au cours d'une vie entière



FACTEURS D'INCERTITUDES

DONNÉES D'EXPOSITION AU BRUIT

Bruit estimé à 4 m du sol et à 2 m en avant de la façade la plus exposée

Ecart modélisation/mesure dans gamme +/- 3 dB(A)

→ Erreurs dans les DALY pouvant aller jusqu'à +/- 25%

EFFETS SANITAIRES PRIS EN COMPTE

Uniquement certains effets sont pris en compte par la méthode d'évaluation : gêne et troubles du sommeil pour route, fer, air et cardiopathies ischémiques pour route

Mais il existe d'autres effets/sources

→ sous-estimation actuelle des DALY

ÉVALUATION À CE JOUR LIMITÉE AUX SOURCES DE TRANSPORT

RELATIONS DOSE-EFFET OMS

Utilisation de régressions mais grande variabilité des résultats issus des études épidémiologiques

FACTEURS D'INCAPACITÉ OMS

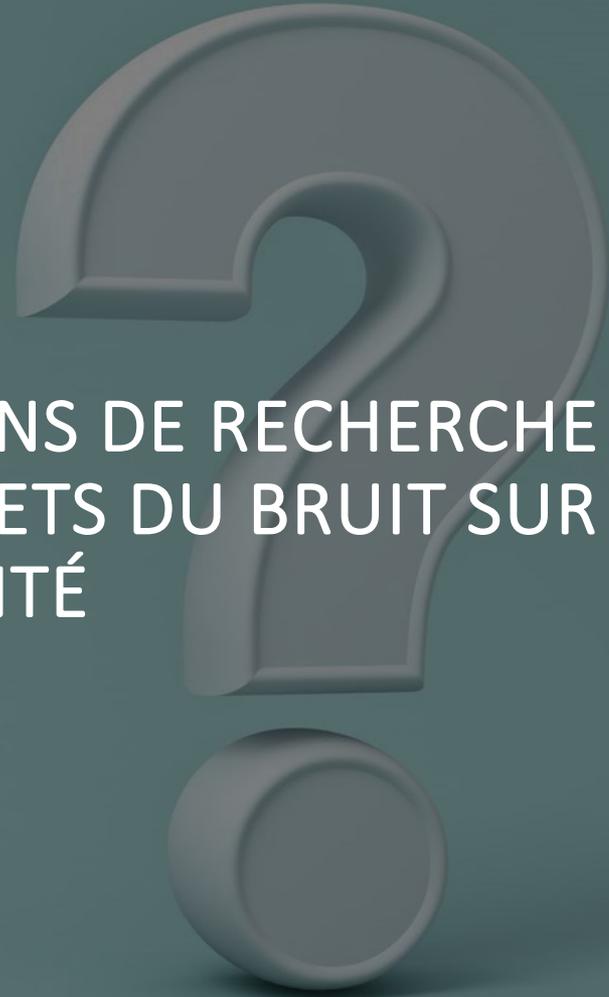
Gêne : 0,01 → 0,12 valeur retenue OMS : 0,02 → sous-estimation plutôt

Troubles du sommeil : 0,04 → 0,10 valeur retenue OMS : 0,07

MULTI-EXPOSITION : MANQUE DE CONNAISSANCES

**EQIS EN COURS DE RÉALISATION À
L'ÉCHELLE NATIONALE PAR SANTÉ
PUBLIQUE FRANCE**

PRINCIPALES QUESTIONS DE RECHERCHE
CONCERNANT LES EFFETS DU BRUIT SUR
LA SANTÉ



MANQUE D'ÉTUDES CONCERNANT

- La pertinence des indicateurs d'exposition au bruit utilisés dans les études épidémiologiques
- Les effets sanitaires d'autres sources de bruit que les transports :
 - Vie récréative
 - Chantiers
 - Éoliennes (→ Projets RIBEOLH et EOLSOMNIE <https://ribeolh.univ-gustave-eiffel.fr/>)
 - ...
- Les effets sanitaires des multi-expositions aux bruits
- Les effets sanitaires des co-expositions au bruit et à la pollution atmosphérique
- Certains effets sanitaires potentiels du bruit :
 - Effets sur le système endocrinien (cortisol et catécholamines)
 - Diabète de type 2 (→ Projet BROUHAHA)
 - Obésité
 - Santé mentale
 - Effets à long terme des troubles du sommeil liés au bruit
 - Issues défavorables de la grossesse, développement fœtal, coirssance
 - Cancers (sein, prostate, lymphomes)
 - Maladies neurodégénératives (Alzheimer...)

MERCI POUR VOTRE ATTENTION

Quelques références :

[Fiche de synthèse sur les effets du bruit sur la santé, Conseil national du bruit \(CNB\), 2019](#)

[Lignes directrices relatives au bruit dans l'environnement dans la région européenne, OMS, 2018](#)

[Burden of disease from environmental noise, OMS, 2011](#)

[Rapport d'expertise collective « Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental », ANSES, 2013](#)

[Publications scientifiques du projet DEBATS](#)

[Environmental Noise in Europe, EEA, 2020](#)

[Impacts sanitaires du bruit des transports dans la zone dense de la région Île-de-France, Bruitparif, 2019](#)