

# BRUIT ET SANTÉ

CONFÉRENCE DE BRUITPARIF  
DANS LE CADRE DE LA SEMAINE DU SON

Rueil-Malmaison  
25 janvier 2020

# DÉROULÉ

Bruitparif et ses activités en quelques mots

La perception des nuisances sonores en Île-de-France

Généralités sur le bruit et l'acoustique

Les effets du bruit sur la santé

Les moyens d'actions et les politiques publiques

**BRUITPARIF  
ET SES  
ACTIVITÉS  
EN QUELQUES  
MOTS**

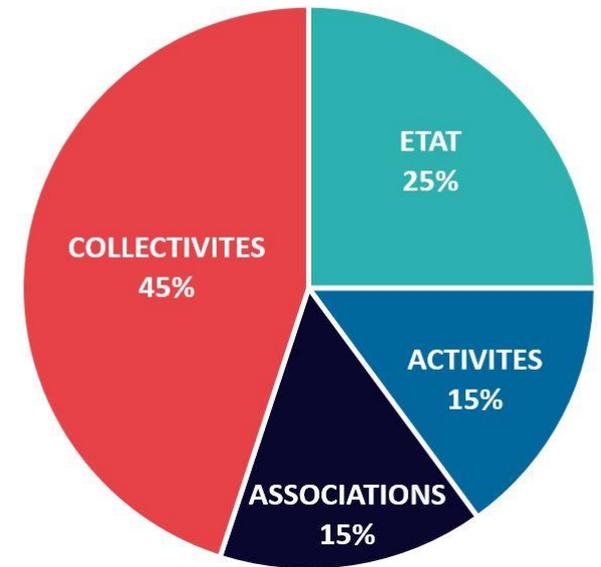


**BRUITPARIF**

# BRUITPARIF, C'EST :

- Le centre d'évaluation technique de l'environnement sonore de la région Île-de-France
- Une association créée en 2004 à l'initiative du Conseil régional
- Une gouvernance quadripartite avec 85 membres
- Une compétence régionale mais aussi une implication forte aux niveaux national et européen
- De nombreux partenariats

LES MEMBRES DE BRUITPARIF  
RÉPARTITION DES VOIX PAR COLLÈGE



# 3 MISSIONS D'INTÉRÊT GÉNÉRAL

## De la mesure à l'information



## Traitement et analyse

Le personnel analyse les données collectées, produit des études et des cartographies



## Diffusion des informations

Une fois les résultats produits, Bruitparif sensibilise le grand public et accompagne les acteurs territoriaux



1. OBSERVER et  
ÉVALUER

2. ACCOMPAGNER

3. INFORMER et  
MOBILISER

# LE DISPOSITIF D'ÉVALUATION

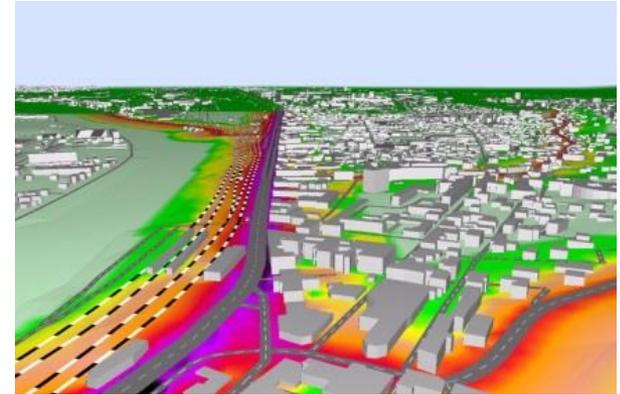
## 3 outils complémentaires



Recensement des plaintes  
Résultats d'enquête



Mesures de courte durée  
ou de long terme



Modélisation et  
cartographie

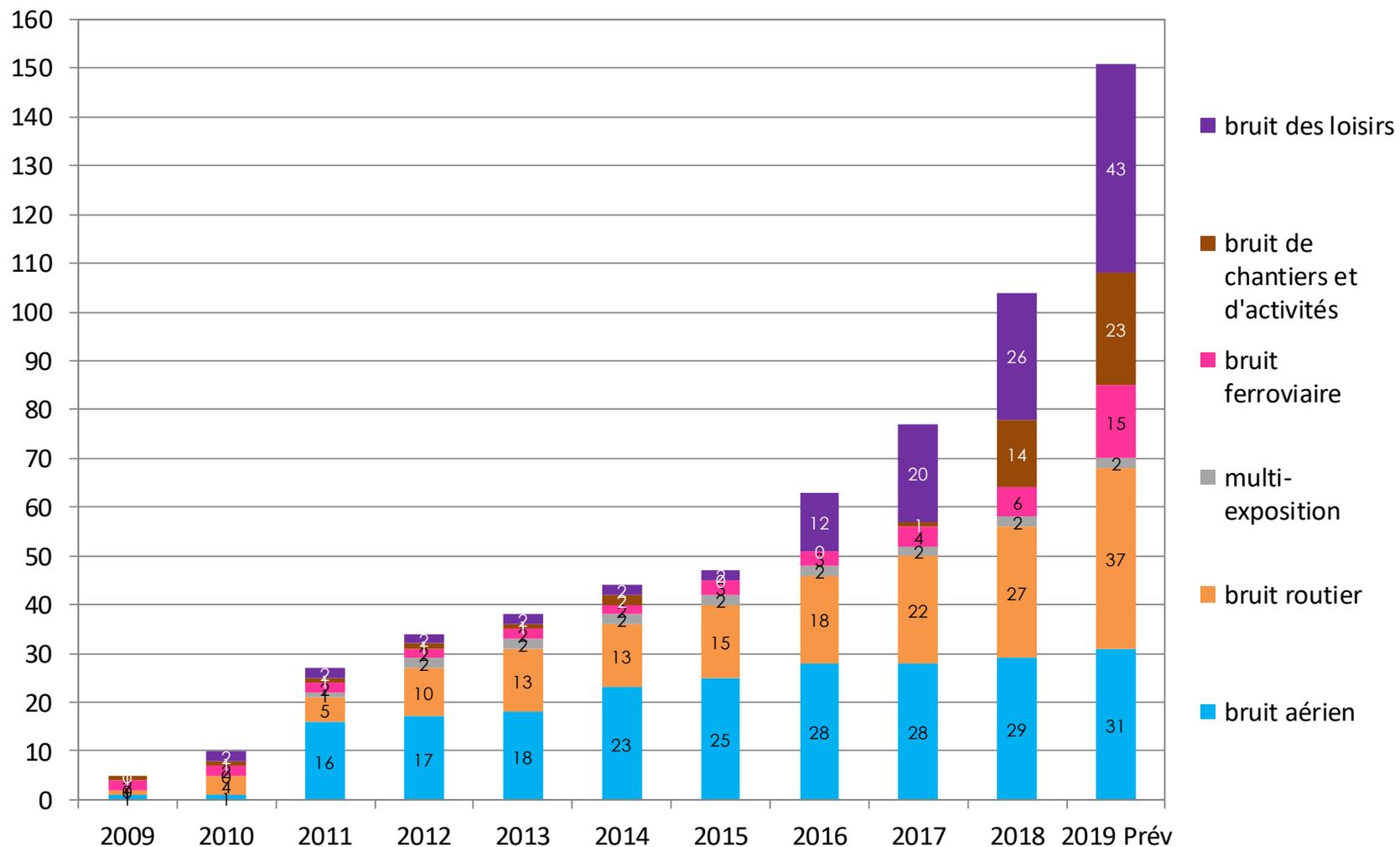


# LES MOYENS DE MESURE



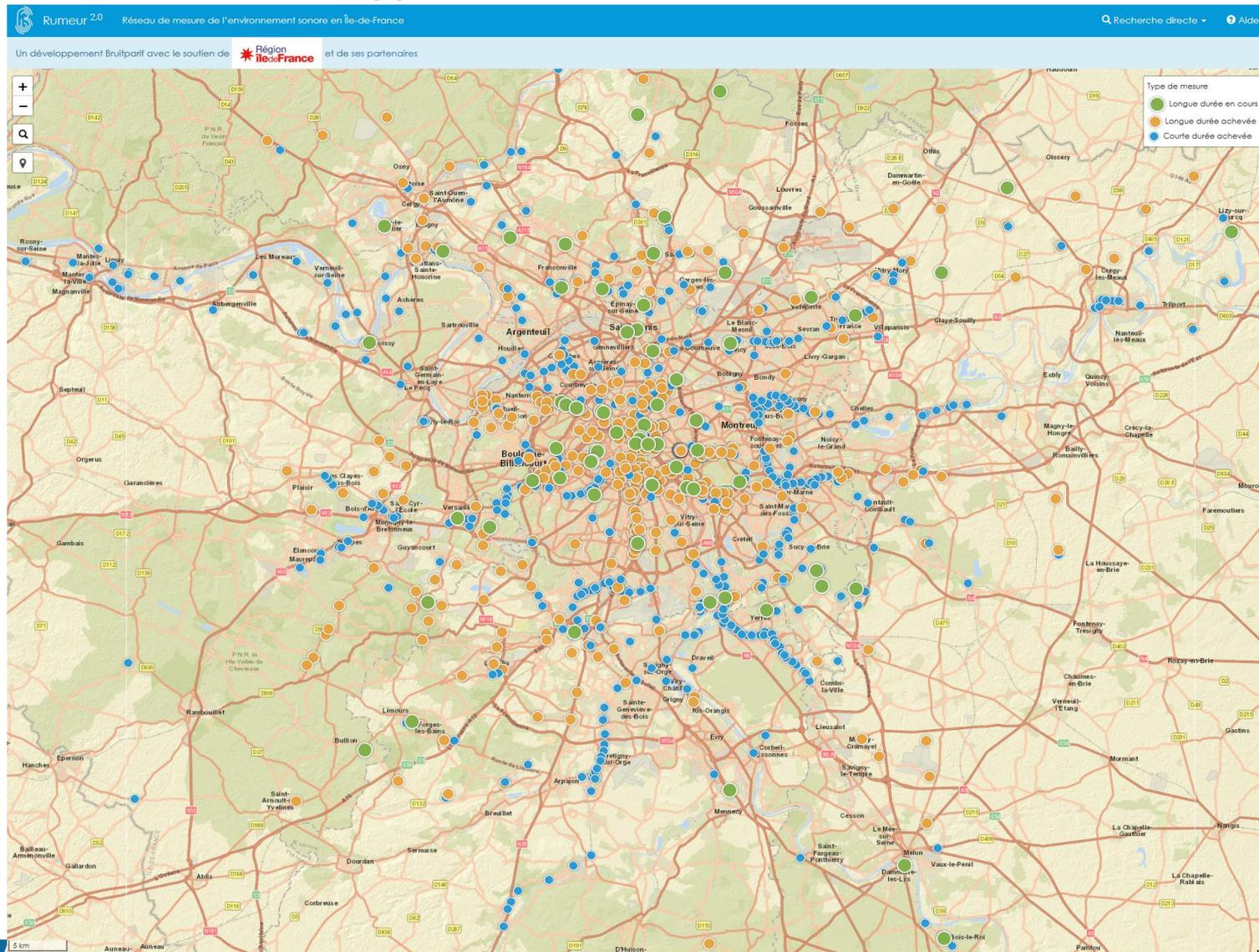
# LE RÉSEAU PERMANENT

Evolution du nombre de capteurs au sein du réseau permanent



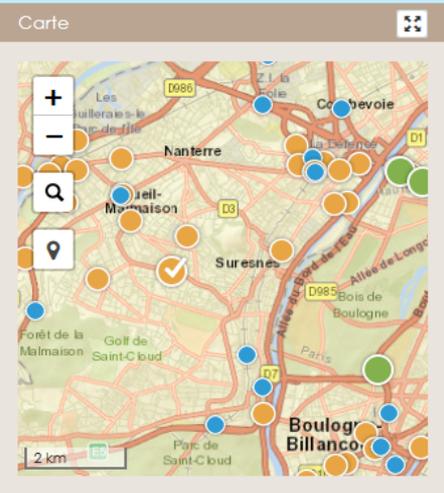
# PLATEFORME INTERNET DE CONSULTATION DES DONNÉES

## HTTP://RUMEUR.BRUITPARIF.FR



# PLATEFORME INTERNET DE CONSULTATION DES DONNÉES

## HTTP://RUMEUR.BRUITPARIF.FR



### Site de mesure

Rueil-Malmaison (92) - avenue du 18 juin 1940

Documentation du bruit du trafic routier  
Voir plus

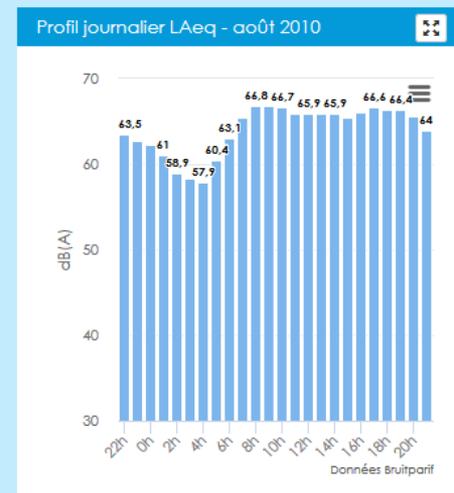
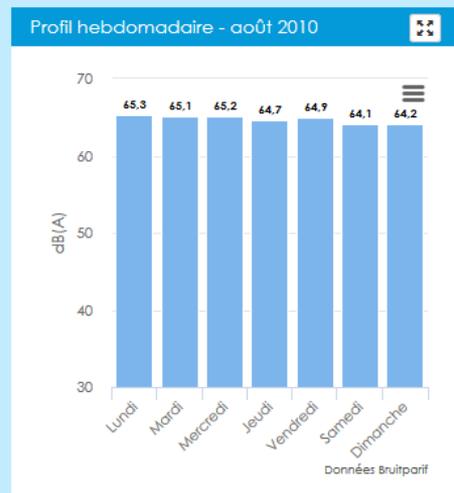
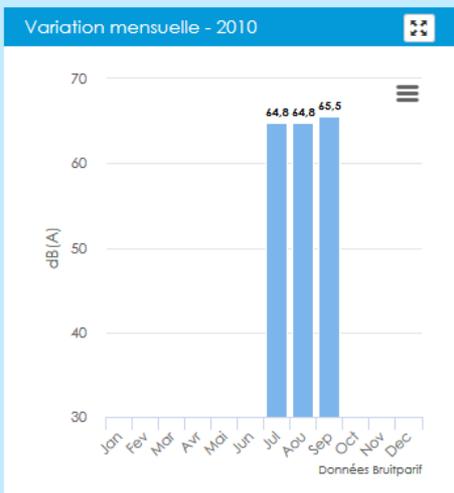
### Choix de la période

Navigateur  
 Saisie manuelle

### Choix de l'indicateur

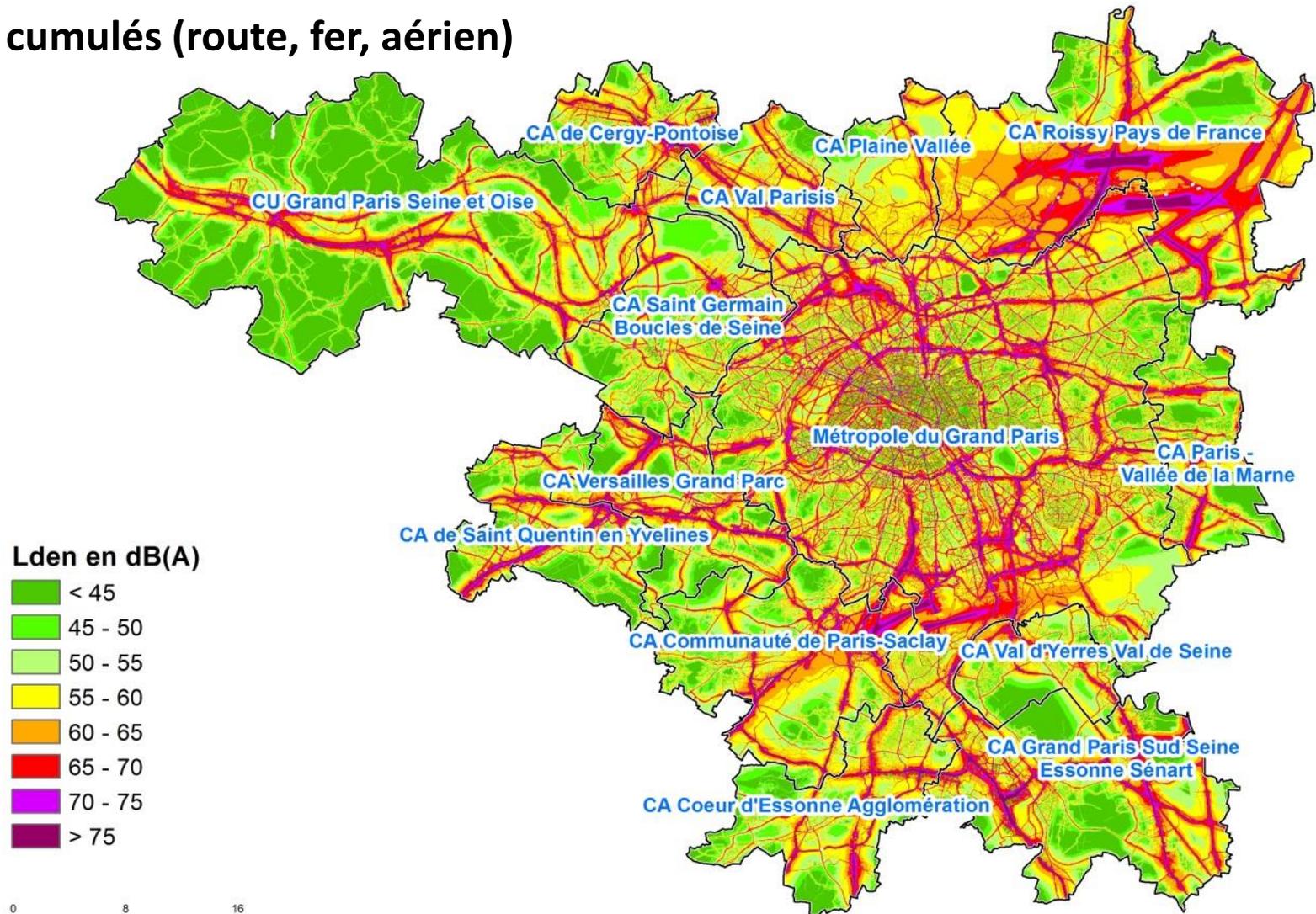
### Outils

- Données brutes
- Indicateurs de bruit ambiant
- Comparer plusieurs périodes
- Comparer plusieurs sites
- Export de données



# LES CARTES DE BRUIT DES TRANSPORTS

Bruits cumulés (route, fer, aérien)

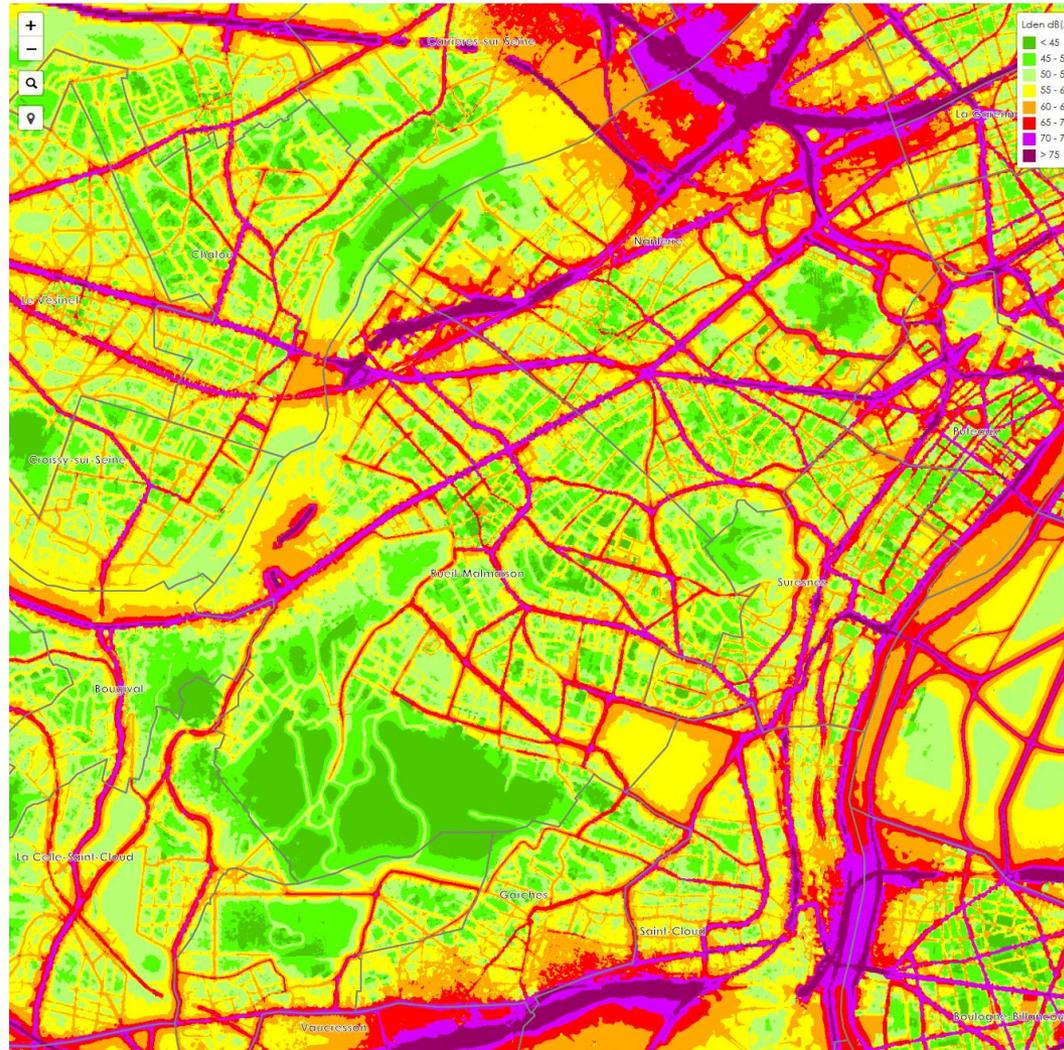


14,8 % de la pop > VL Lden et 5,1 % de la pop > VL Ln

89,6 et 86,8 % au-dessus des objectifs de qualité de l'OMS

# ZOOM SUR SECTEUR DE RUEIL-MALMAISON

## Bruits cumulés



Statistiques pour  
Rueil-Malmaison

**10,7 % de la pop > VL Lden et 2,3 % de la pop > VL Ln**

**82,6 et 77 % au-dessus des objectifs de qualité de l'OMS**

→ C'est moins que la moyenne sur la zone dense francilienne

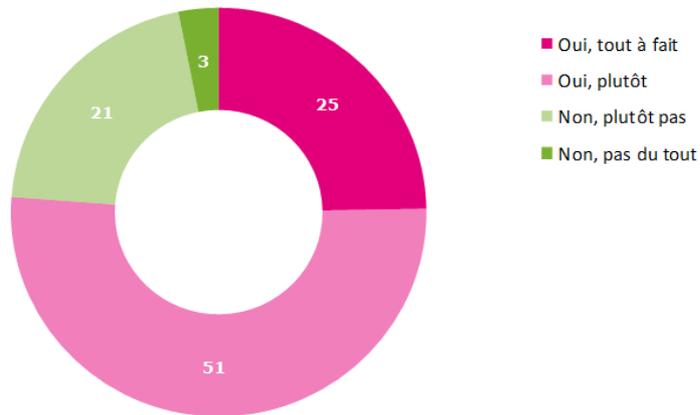
LA  
PERCEPTION  
DES  
NUISANCES  
SONORES EN  
ÎLE-DE-FRANCE



# 76 % DES FRANCILIENS PRÉOCCUPÉS PAR LES NUISANCES SONORES

D'une manière générale, êtes-vous préoccupé(e) par les questions relatives au bruit et aux nuisances sonores ?

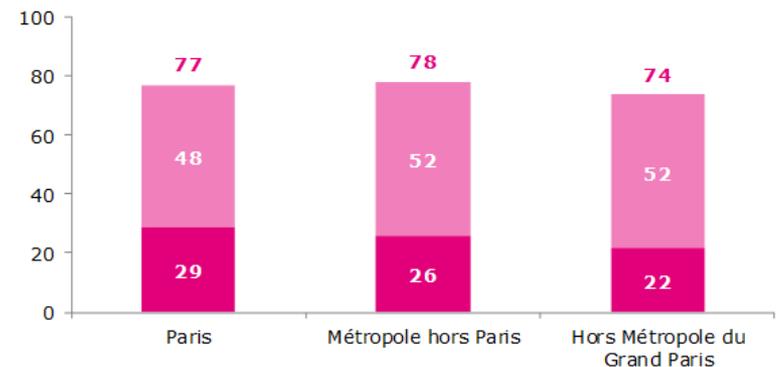
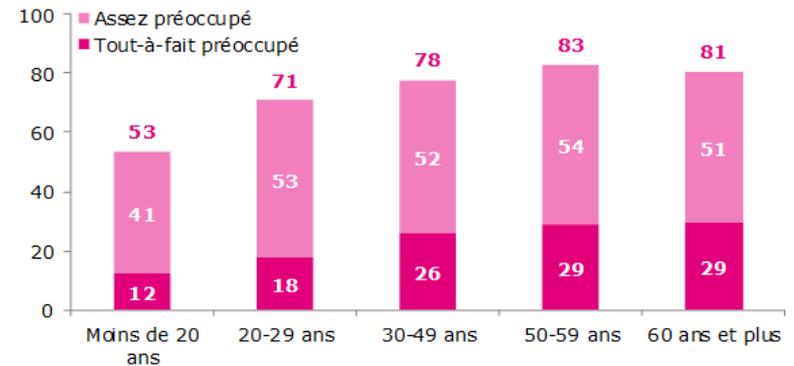
Champ : ensemble de la population, en %



Source : Etude CREDOC pour Bruitparif, 2016

Une préoccupation avec l'âge et la

Champ : ensemble de la population, en % de « tout à fait préoccupés » et « plutôt préoccupés »

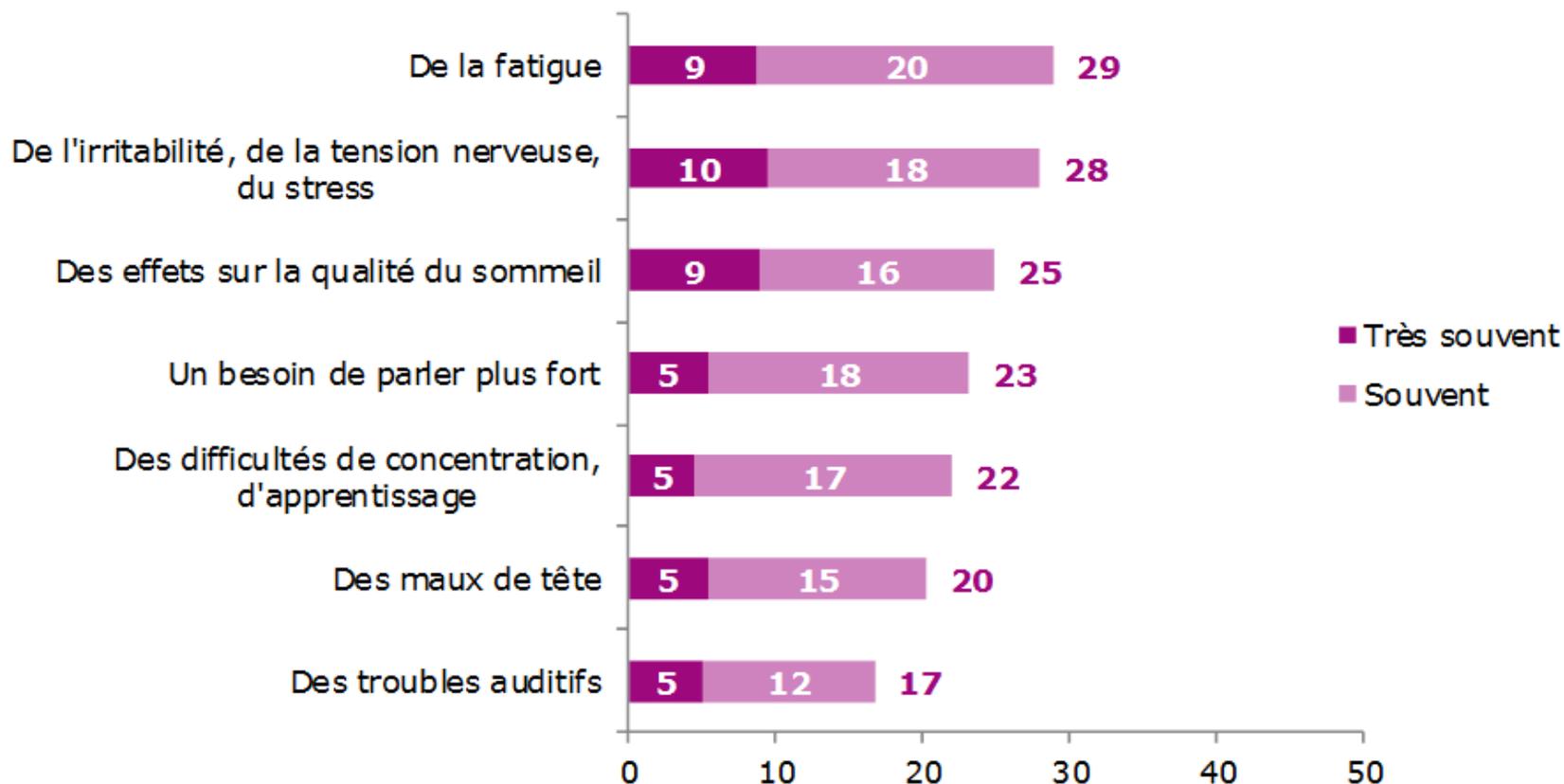


Source : Etude CREDOC pour Bruitparif, 2016

# LES EFFETS RESSENTIS DU BRUIT SUR LA SANTÉ

A quelle fréquence, avez-vous déjà ressenti les effets suivants du bruit sur votre santé ?

Champ : ensemble de la population, en %

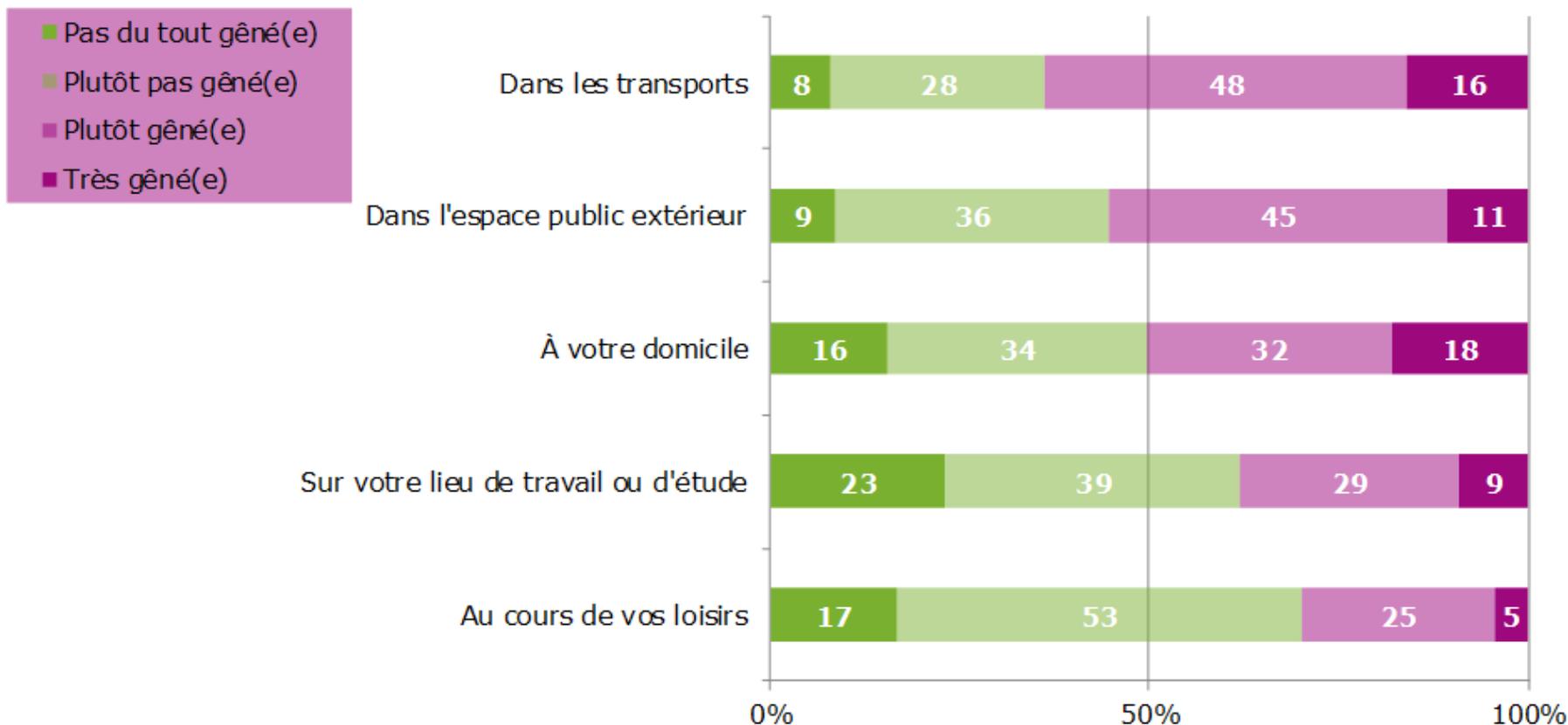


Source : Etude CREDOC pour Bruitparif, 2016

# LES CONTEXTES DE GÊNE LIÉE AU BRUIT

Dans quels contextes vous sentez-vous gêné(e) par le bruit... ?

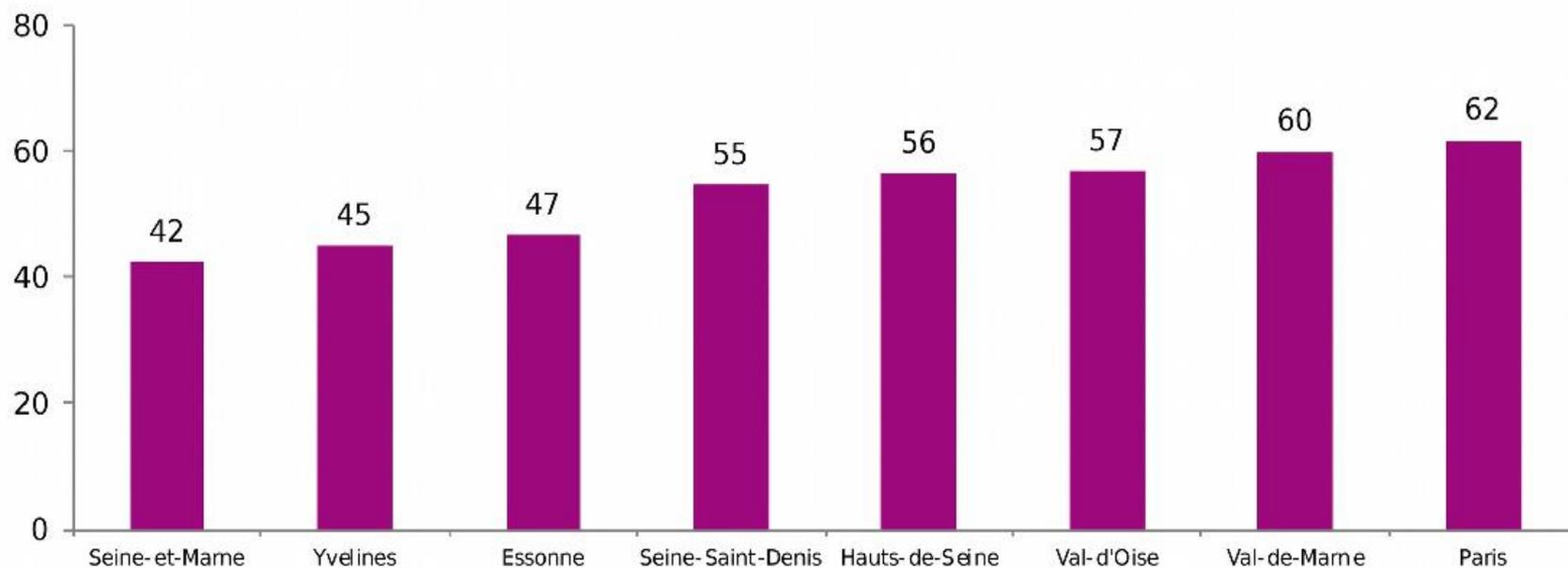
Champ : ensemble de la population, en %



Source : Etude CREDOC pour Bruitparif, 2016



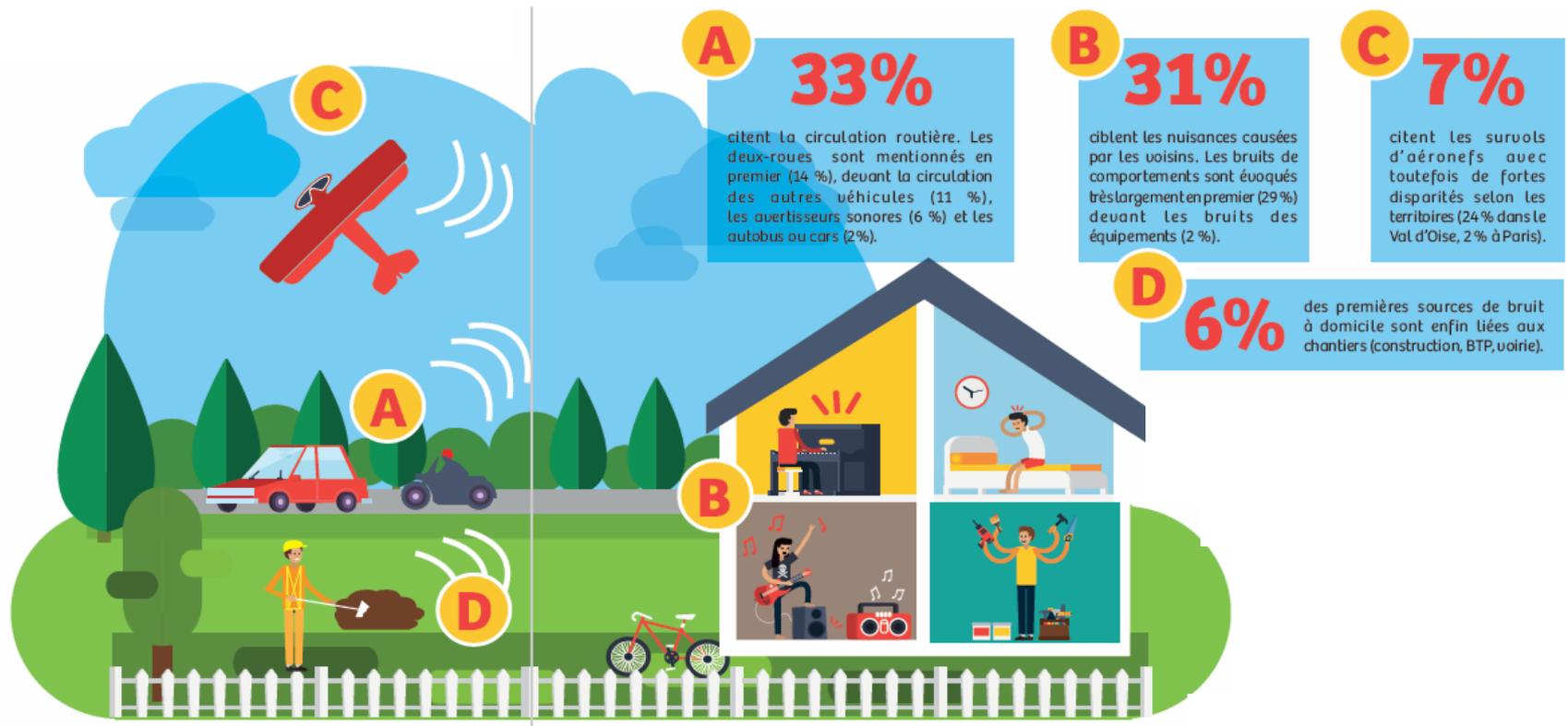
# GÊNE LIÉE AU BRUIT À DOMICILE : DE FORTS CONTRASTES SELON LES DÉPARTEMENTS



*En % de très et assez gênés*  
*Source : Étude CREDOC pour Bruitparif, 2016*

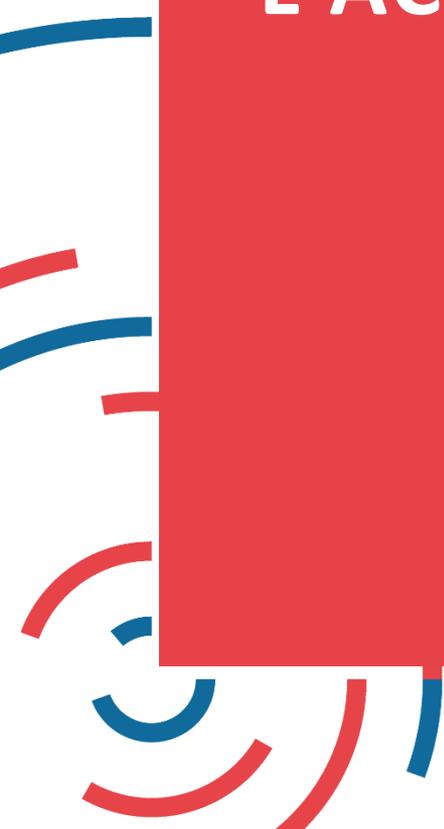


# LES PRINCIPALES SOURCES DE BRUIT À DOMICILE



Viennent ensuite :

- Les activités récréatives : 4 %
- Le ramassage des ordures : 3 %
- L'entretien des espaces verts : 3 %
- Les circulations ferroviaires : 3 %



# GÉNÉRALITÉS SUR LE BRUIT ET L'ACOUSTIQUE

# DÉFINITIONS DU BRUIT

« Son ou ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière ».

*9<sup>ème</sup> édition du dictionnaire de l'Académie française*

« Tout phénomène acoustique produisant une sensation généralement considérée comme désagréable ou gênante ».

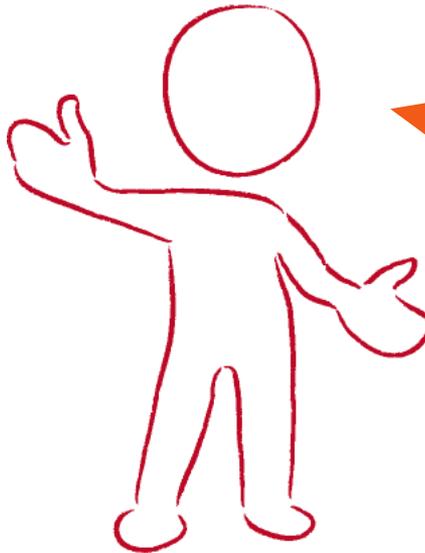
AFNOR

« Le bruit est un ensemble de sons perçus comme étant sans harmonie, par opposition à la musique »

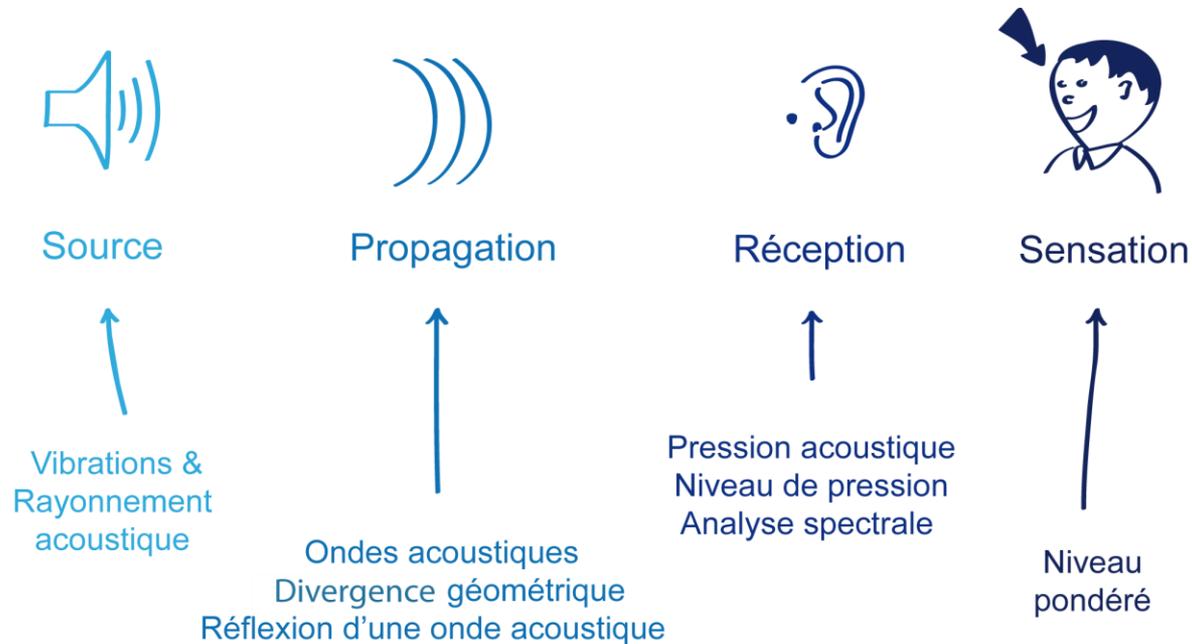
*Larousse*

Chaque individu possède sa propre perception du bruit

Le son devient un bruit lorsqu'il produit une sensation auditive considérée comme désagréable, gênante ou dangereuse pour la santé.

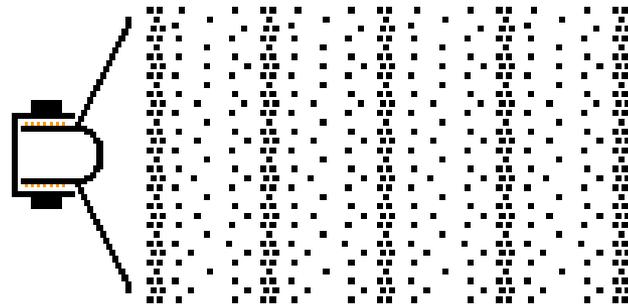


# DE L'ÉMISSION À LA PERCEPTION



## ... Mais les ondes acoustiques, qu'est-ce que c'est ?

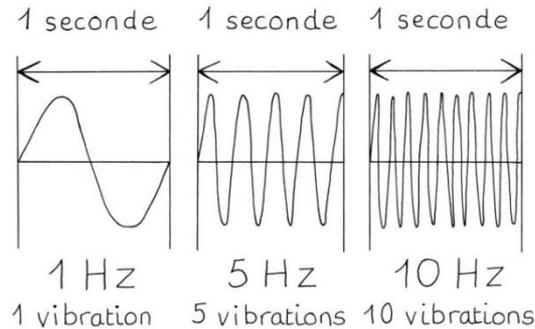
Ce sont des vibrations d'un milieu qui se transmettent de proche en proche sous forme d'ondes de pression (succession de compressions / dilatations)



# CARACTÉRISTIQUES D'UN SON

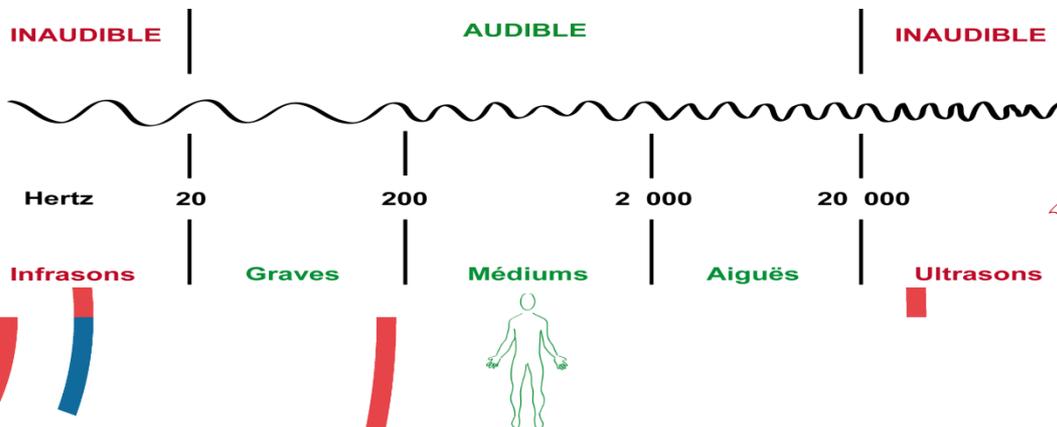
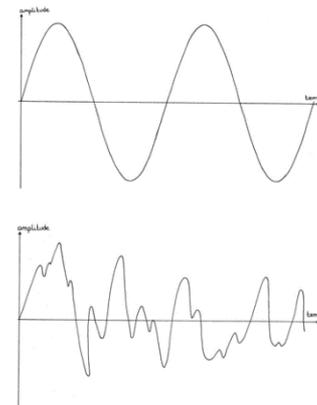
- **Intensité** (faible à fort) ou niveau sonore généralement exprimé en décibels (dB)

- **Fréquence en Hz**



Son pur :  
son composé d'une seule fréquence

Son complexe :  
superposition de sons purs de fréquences différentes



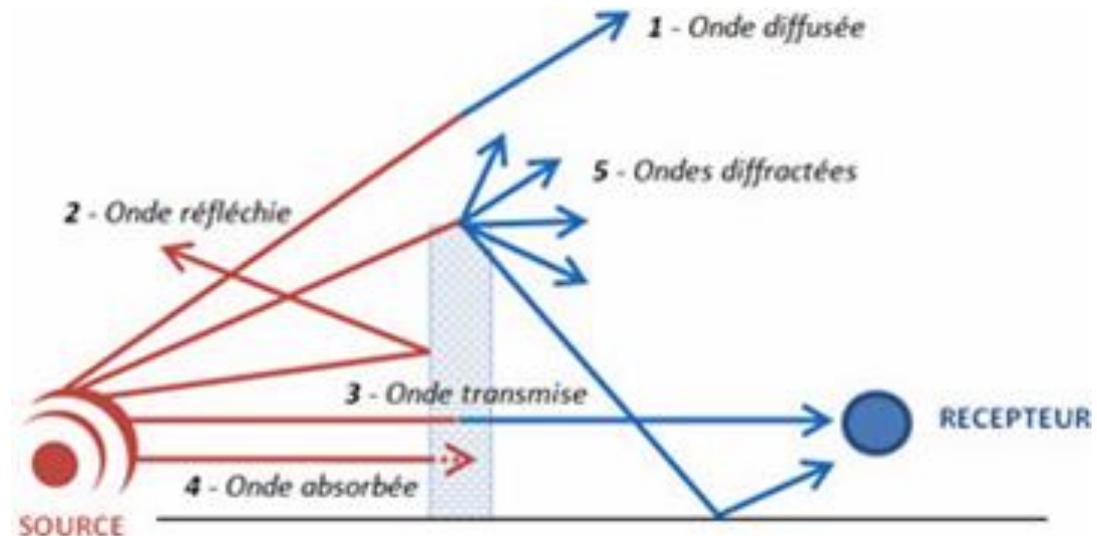
# PROPAGATION

**Vitesse de propagation d'une onde acoustique, à 20°C :**

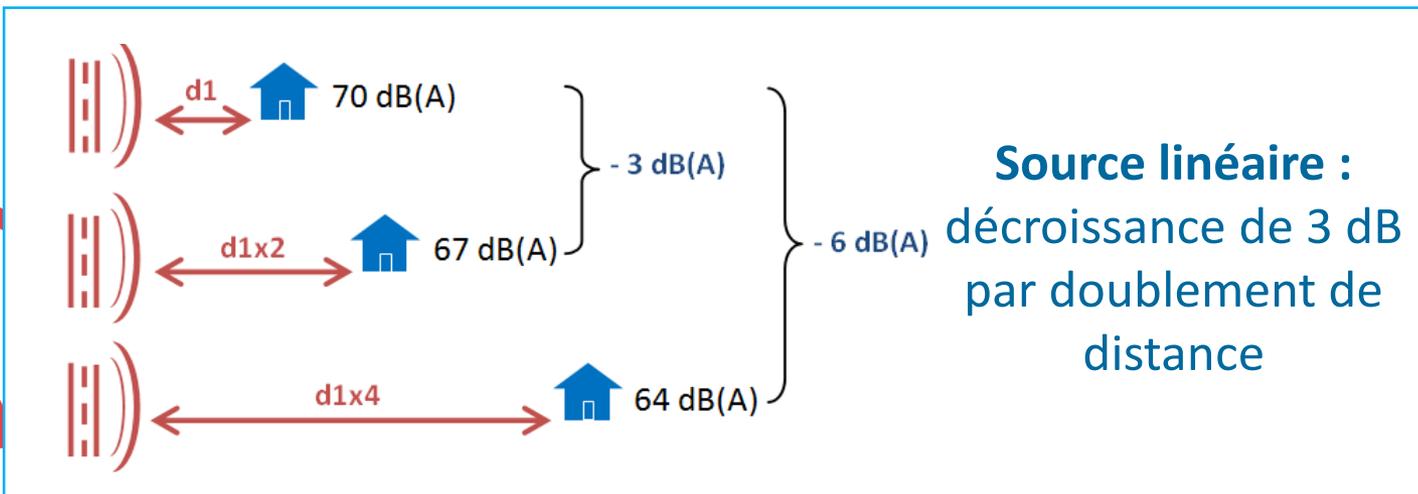
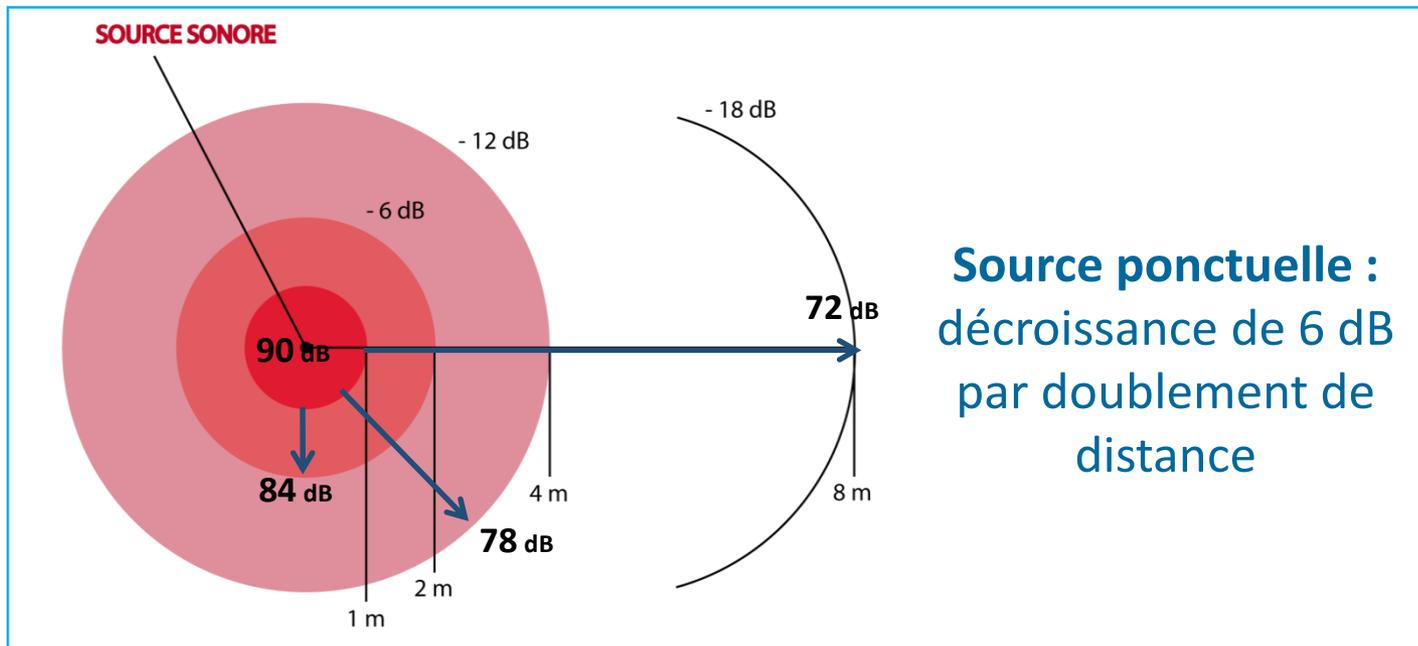
- dans l'air : 344 m/s
- dans l'eau : 1 500 m/s
- dans l'acier : 5 600 m/s

**Phénomènes intervenant dans la propagation du bruit**

- Atténuation avec la distance (divergence géométrique)
- Réflexion
- Absorption
- Diffraction



# ATTÉNUATION AVEC LA DISTANCE

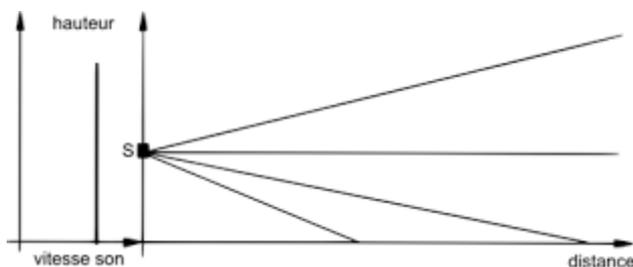


# EFFETS ATMOSPHÉRIQUES

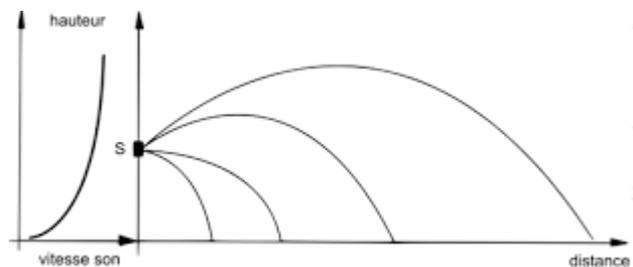
## Absorption atmosphérique

- Les sons aigus s'atténuent plus vite que les sons graves
- Plus T et H augmentent et plus l'absorption diminue
- Ordre de grandeur : 1 dB/km à 200 Hz, 40 dB/km à 5 kHz pour T=20° et Hr=50%

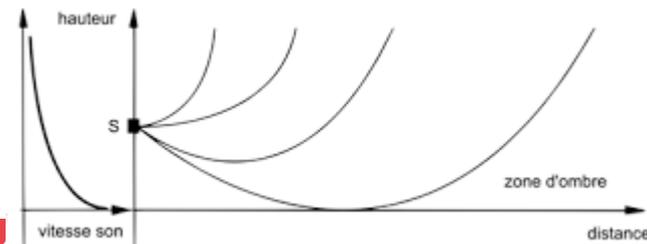
## Conditions météorologiques (direction du vent, gradient thermique)



*Conditions de propagation homogène*



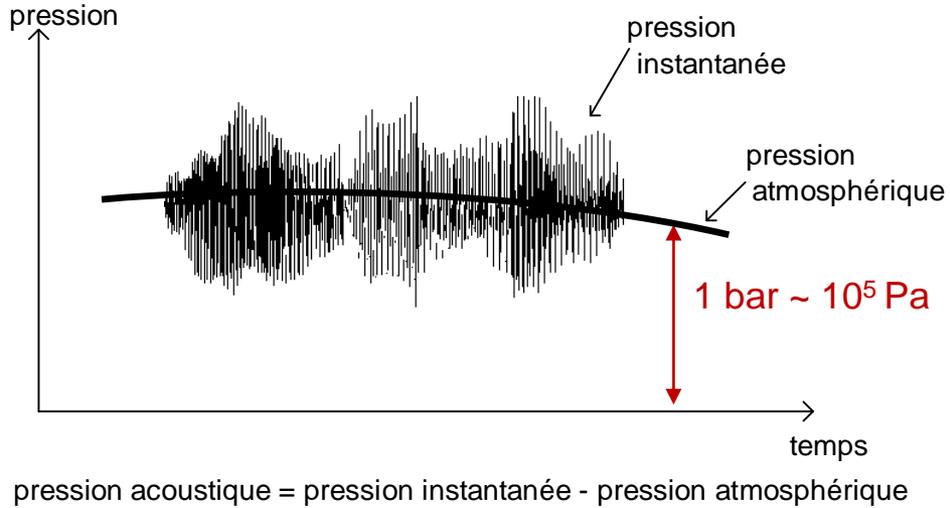
*Conditions de propagation favorable*



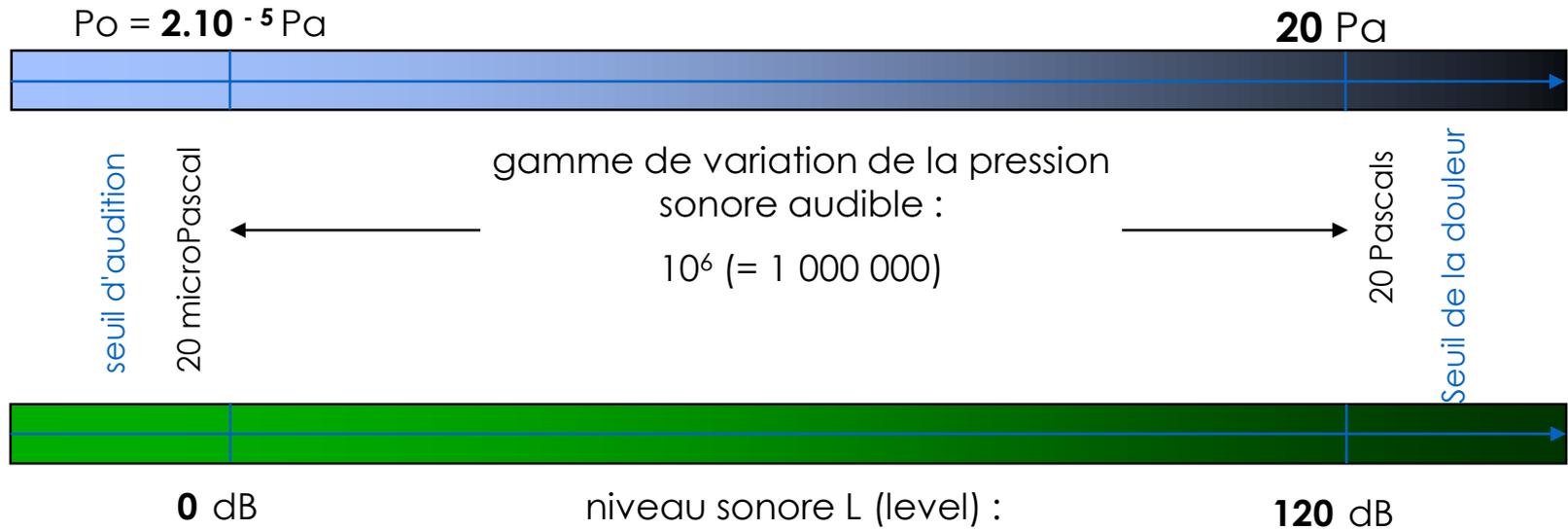
*Conditions de propagation défavorable*

# LA SENSATION SONORE DÉPEND EN PREMIER LIEU DU NIVEAU SONORE

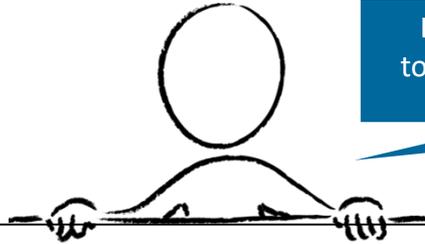
La sensation auditive est due à la fluctuation de la *pression acoustique* ( $p$ )



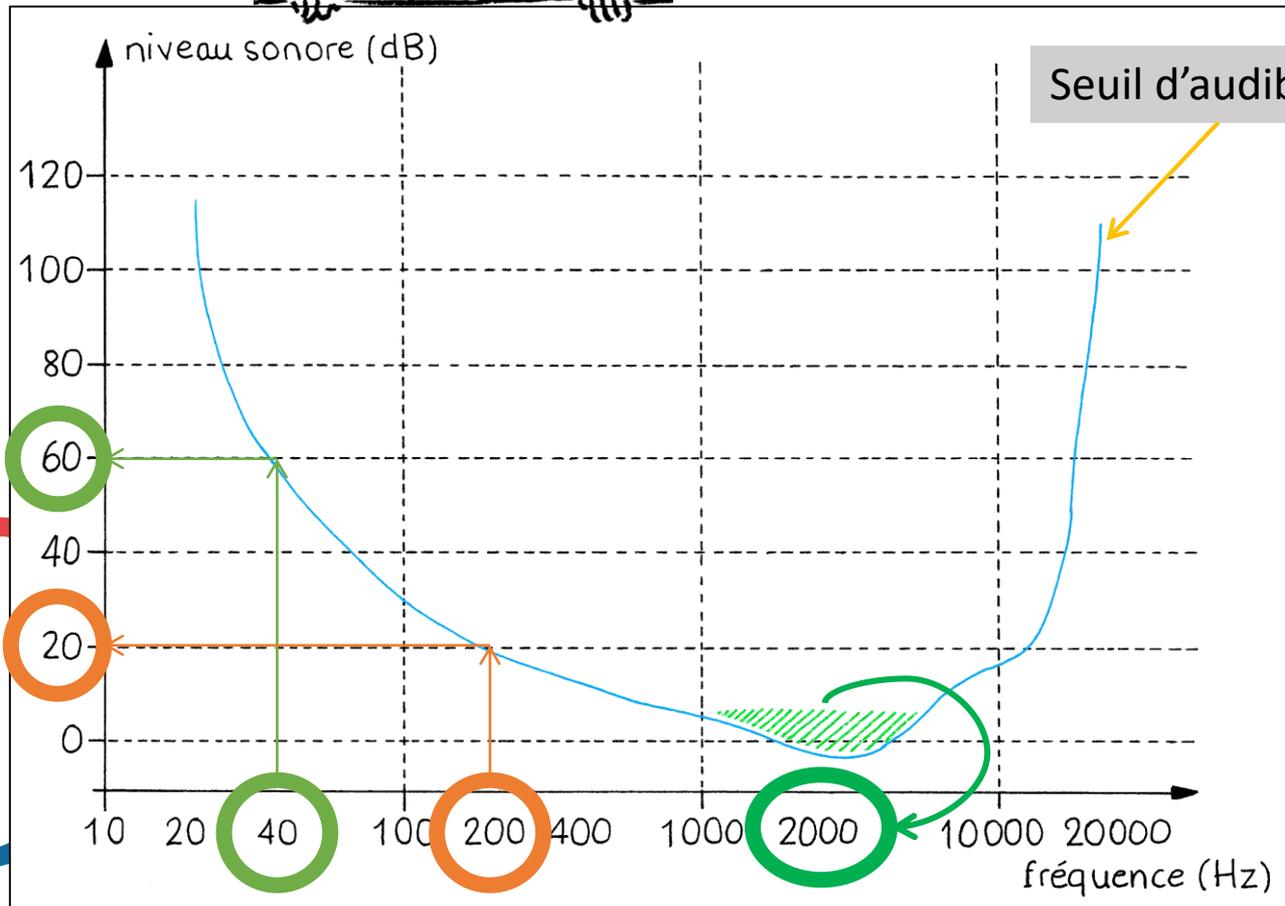
$$L_{dB} = 10 \log \frac{p^2}{p_o^2} \longrightarrow L_{dB} = 20 \log \frac{p}{p_o}$$



# SENSIBILITÉ DE L'OREILLE AUX DIFFÉRENTES FRÉQUENCES



L'oreille humaine n'est pas sensible de la même manière à toutes les fréquences. A niveau équivalent, un son grave sera perçu moins fort qu'un son medium.



Un son pur à 40 Hz sera entendu seulement s'il fait plus de 60 dB

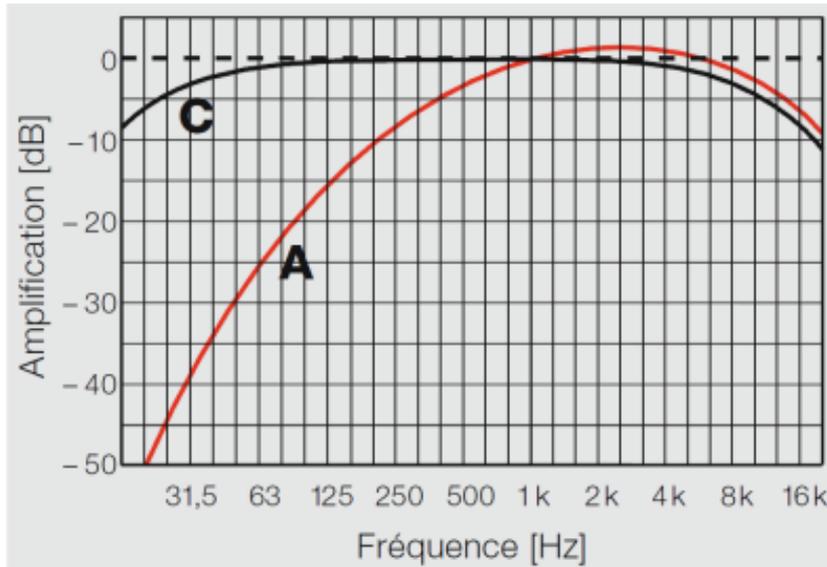
Mais à 200 Hz l'oreille humaine entendra des sons à partir de 20 dB

C'est autour de 2000 Hz, que l'oreille humaine entend le mieux les sons

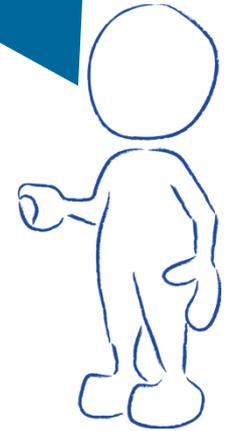
La nature est bien faite, c'est la zone de fréquences de la voix humaine

**BRUITPARIF**

# NOTION DE NIVEAU PONDÉRÉ



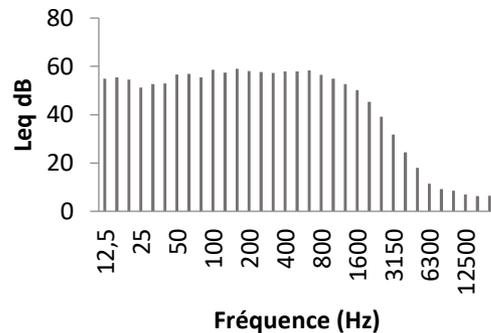
La courbe de pondération A est la plus utilisée, pour les bruits courants. On exprime ainsi le niveau d'un bruit en dB(A).



## Exemple de pondération A pour la mesure du bruit d'un avion

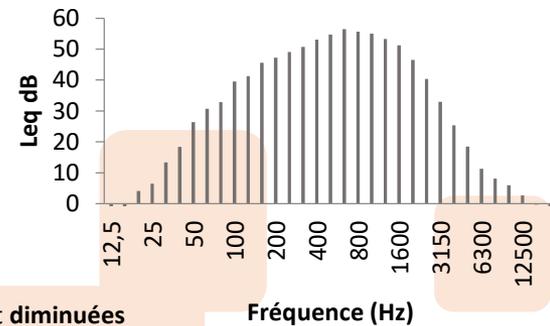
*Les avions produisent des sons avec beaucoup de basses fréquences*

Niveau moyen = 76 dB



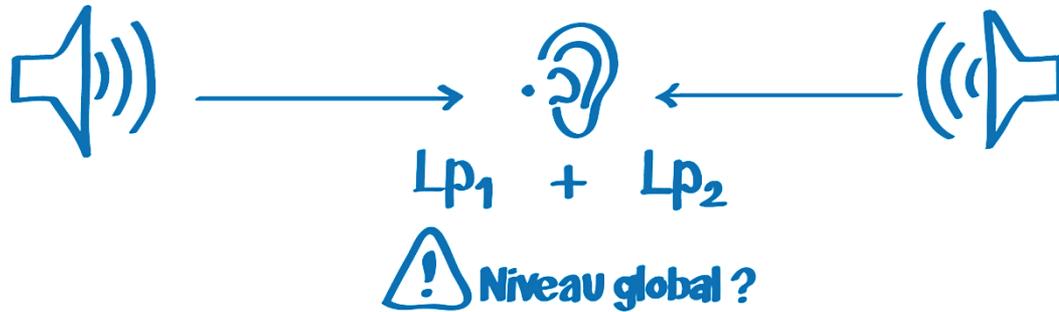
Pondération A

Niveau moyen = 64 dB(A)

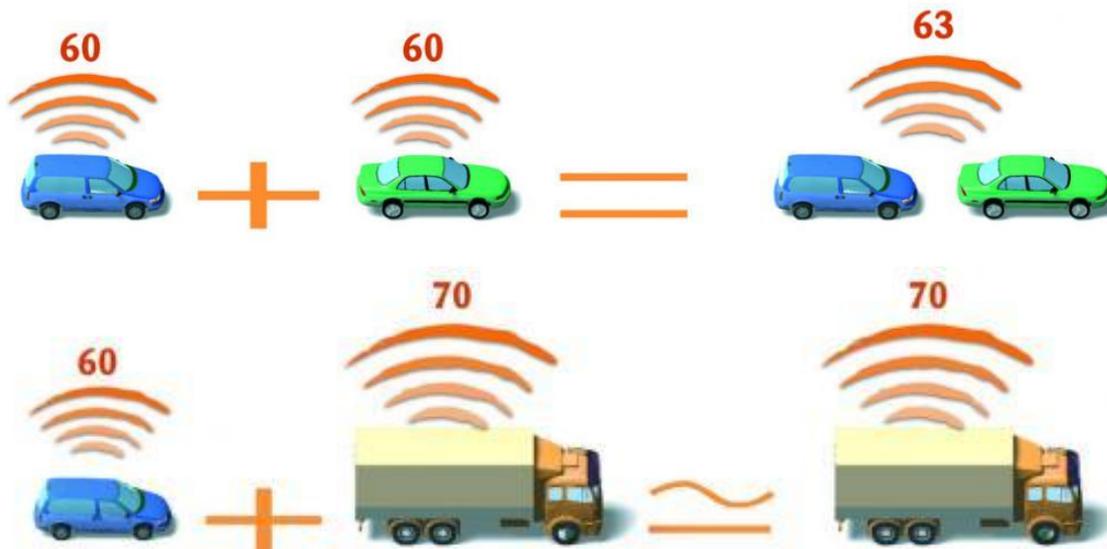


Les fréquences graves et aigues sont diminuées

# L'ADDITION DES DÉCIBELS



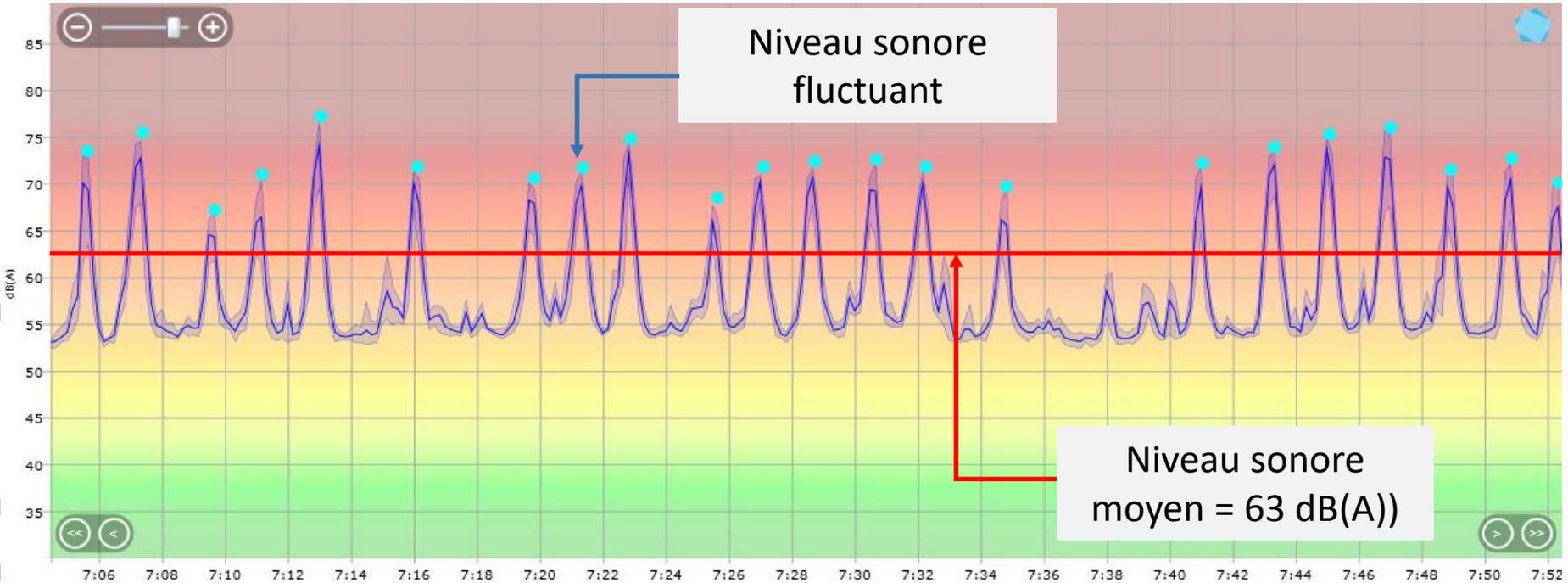
$$Lp = 10 \log (10^{Lp_1/10} + 10^{Lp_2/10})$$



# NIVEAU SONORE ET PERCEPTION AUDITIVE

Perception auditive	Niveau sonore	Nombre de sources de bruit	Energie acoustique divisée par :
Niveau de référence	Par. ex. 70 dB(A)		
A peine moins fort	- 1 dB(A)	 - 20 %	/ 1.25
	- 2 dB(A)		/ 1.6
Moins fort	- 3 dB(A)	 - 50 %	/ 2
	- 4 dB(A)		/ 2.5
	- 5 dB(A)		/ 3.15
Nettement moins fort	- 6 dB(A)	 - 75 %	/ 4
	- 7 dB(A)		/ 5
	- 8 dB(A)		/ 6.3
Deux fois moins fort	- 9 dB(A)		/ 8
	- 10 dB(A)	 - 90 %	/ 10

# LES INDICATEURS UTILISÉS DANS LA RÉGLEMENTATION BRUIT DES TRANSPORTS



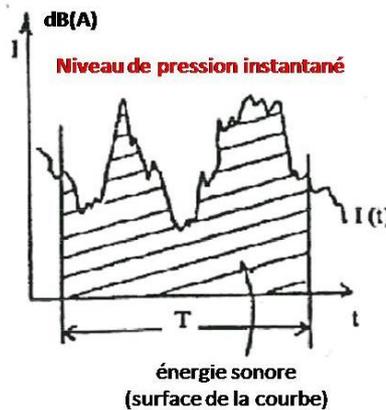
**$L_{Aeq,T}$  (Level A equivalent)**

niveau sonore équivalent

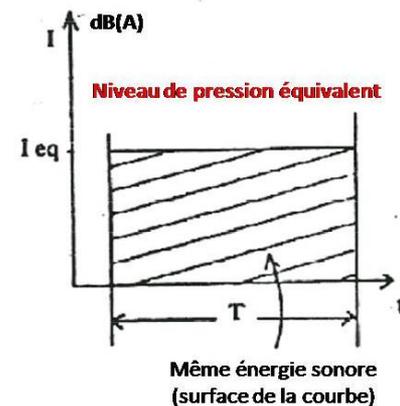
→  $L_{day} (L_d) = L_{Aeq,6-18h}$

→  $L_{evening} (L_e) = L_{Aeq,18-22h}$

→  $L_{night} (L_n) = L_{Aeq,22-6h}$

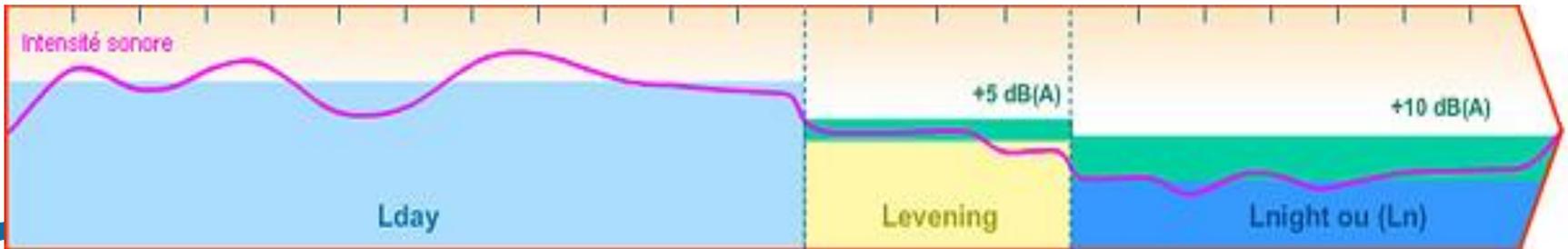
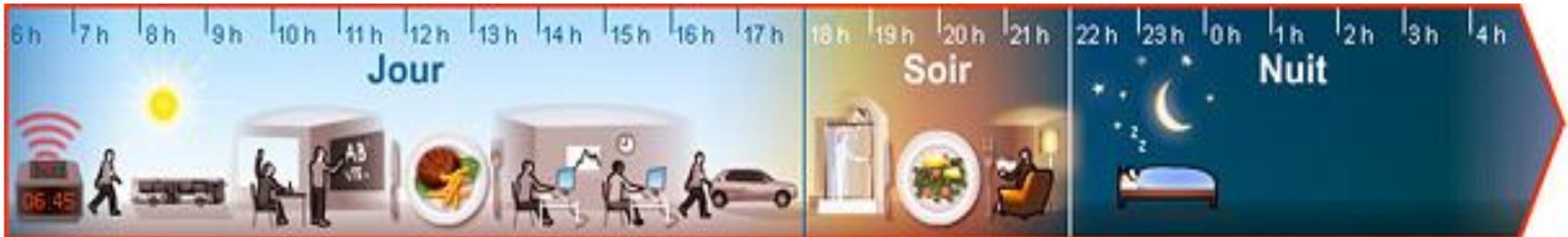


Moyenne énergétique



# LES INDICATEURS UTILISÉS DANS LA RÉGLEMENTATION BRUIT DES TRANSPORTS

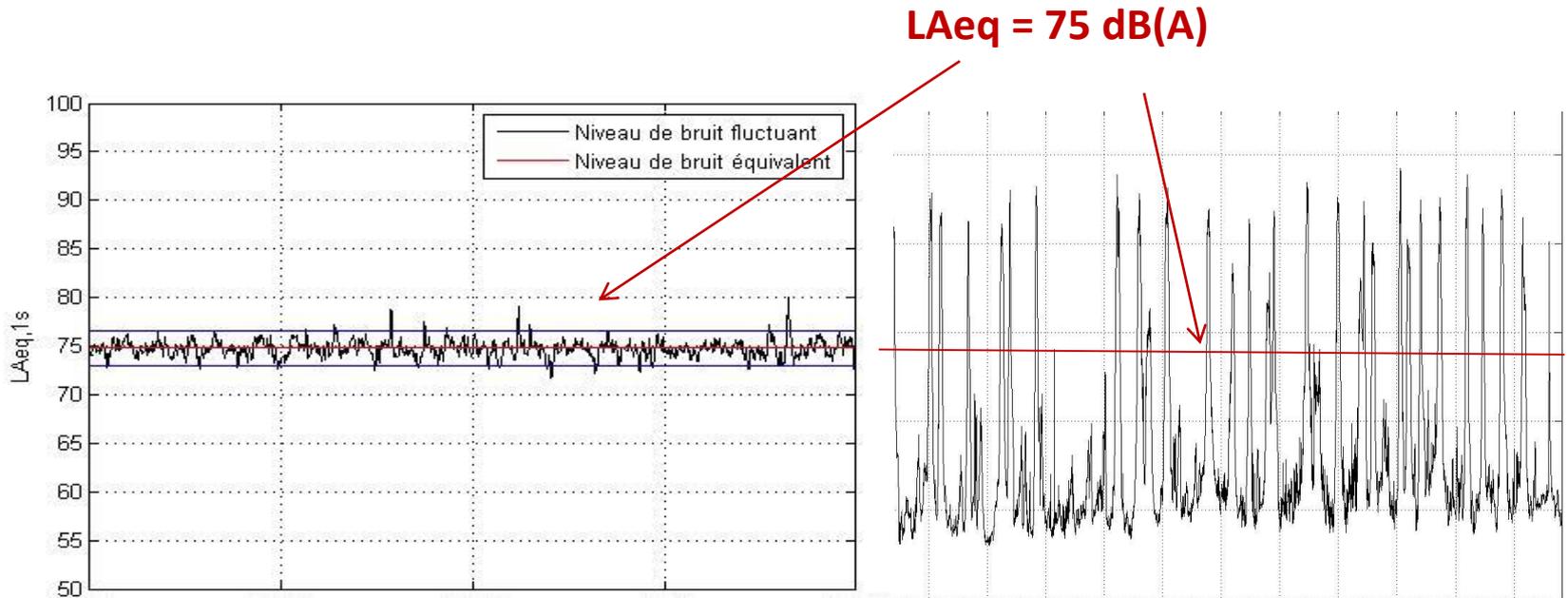
## Indicateur Lden (Level day-evening-night)



Source : <http://bruit.seine-et-maine.fr/indicateurs-Lden-et-Ln>

$$L_{den} = 10 \log \left( \frac{12 \cdot 10^{\frac{L_{day}}{10}} + 4 \cdot 10^{\frac{L_{evening} + 5}{10}} + 8 \cdot 10^{\frac{L_{night} + 10}{10}}}{24} \right)$$

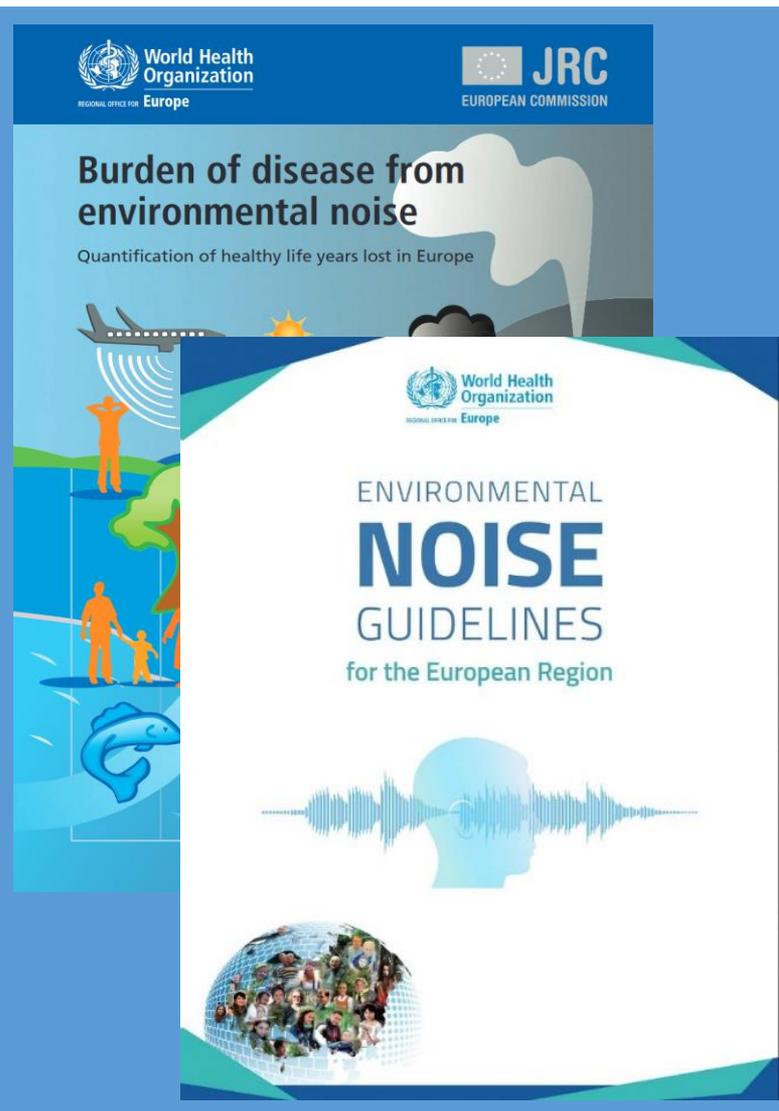
# LIMITES DES INDICATEURS ÉNERGÉTIQUES



Deux situations sonores bien différentes  
mais pourtant le même résultat en LAeq

**Nécessité d'introduire des indicateurs complémentaires événementiels**

# LES EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTÉ



# LES EFFETS DU BRUIT SUR LA SANTÉ

## Effets sur l'audition

Fatigue auditive, perte auditive, acouphènes, hyperacousie

Sommeil, fonctions végétaives, fonction immunitaire, croissance

## Effets biologiques

## Effets extra-auditifs

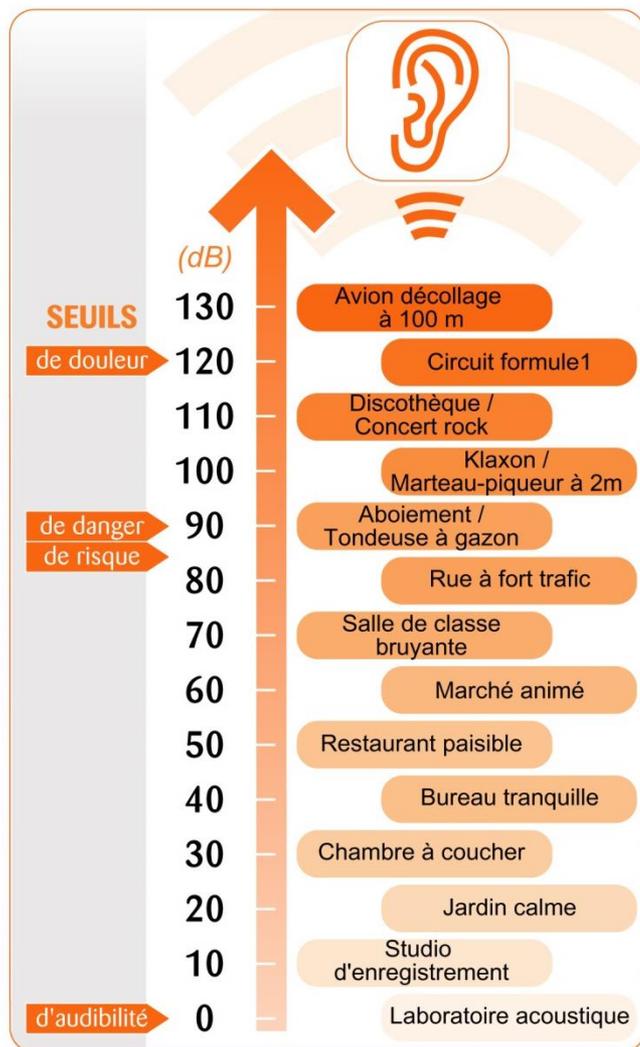
Performances  
Apprentissage  
Prise de médicaments  
Troubles psychiques

## Effets comportementaux

Gêne, irritation, manque de concentration

## Effets subjectifs

# UNE QUESTION D'ÉCHELLE... ET DE DURÉE D'EXPOSITION



> 105 dB(A) : Risques immédiats/ court terme pour l'audition : surdité, acouphènes...

80-105 dB(A) : Risques à moyen/long terme pour l'audition si exposition chronique : pertes auditives

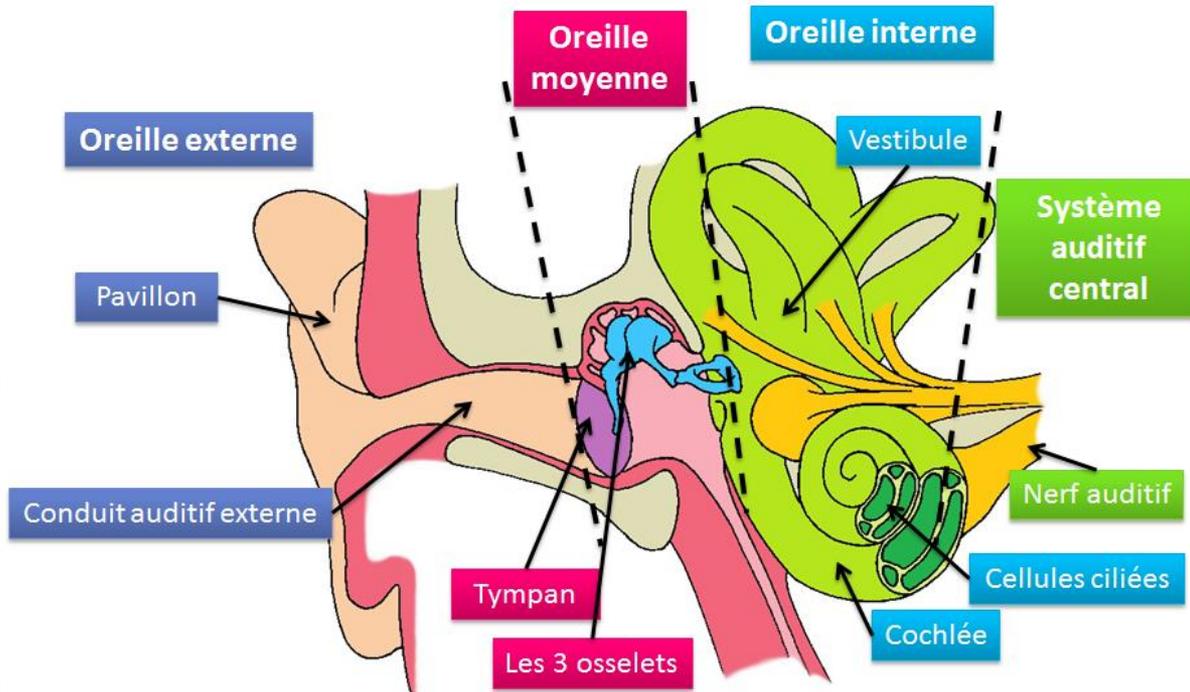
A partir de 40 dB(A) la nuit et de 55 dB(A) le jour : effets extra-auditifs du bruit

*Plusieurs facteurs entrent en considération : niveau sonore, fréquence, caractère continu ou intempestif du bruit, durée d'exposition, sensibilité individuelle...*

# LES EFFETS SUR L'AUDITION

- La **surdité** : ne signifie pas ne plus rien entendre, mais entendre moins bien, ne plus comprendre ce qui est dit, devoir faire répéter certaines phrases.
- Les **acouphènes** : sont des sifflements ou des bourdonnements dans l'oreille, alors que rien à l'extérieur ne génère ce type de son.
- L'**hyperacousie** : consiste à entendre les sons plus fort qu'ils ne le sont vraiment, ce qui provoque une intolérance au bruit. Cela entraîne une isolation des personnes atteintes, qui ne peuvent souvent plus sortir de chez elles.

# LE FONCTIONNEMENT DE L'OREILLE



- **L'oreille externe** (pavillon et conduit auditif) collecte les sons et les achemine vers le tympan.
- Les osselets de **l'oreille moyenne** transforment les vibrations acoustiques en ondes vibratoires.

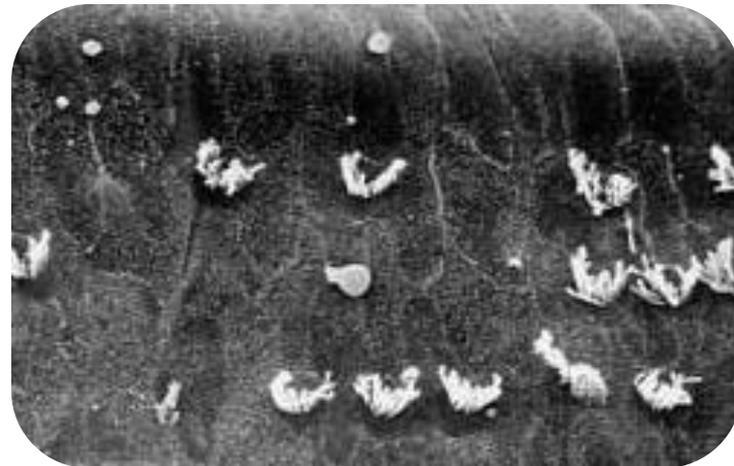
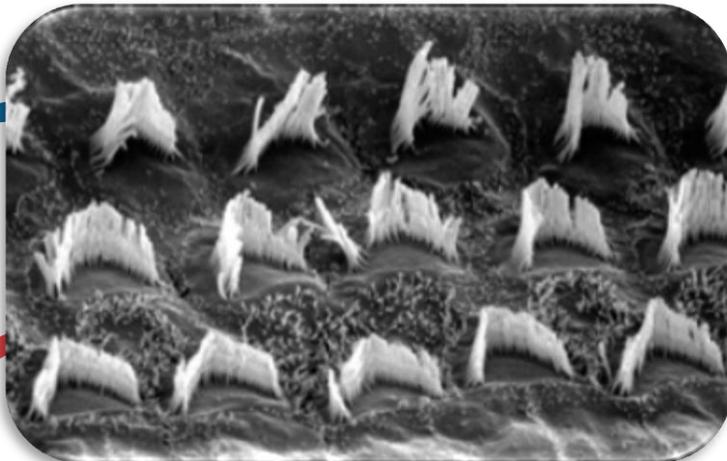
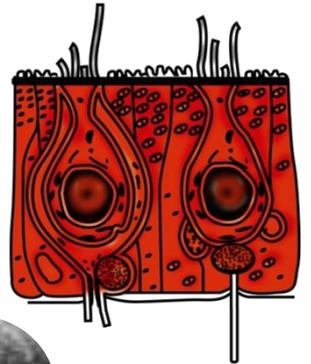
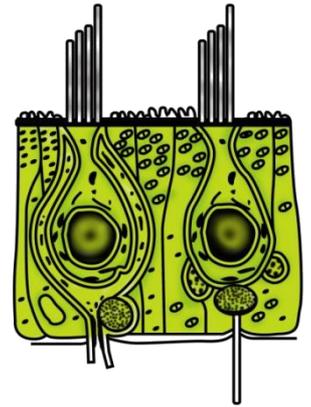
- Celles-ci sont transmises aux cellules ciliées de **l'oreille interne** qui les transforment en signaux électriques captés par le nerf auditif.
- Les fibres nerveuses acheminent ces signaux électriques jusqu'à notre cerveau. C'est lui qui va leur donner un sens.

# LES CELLULES CILIÉES

- La **cochlée** (oreille interne) est tapissée de **cellules ciliées** qui correspondent chacune à une fréquence donnée. C'est ainsi que le cerveau reconnaît si un son est aigu ou grave.

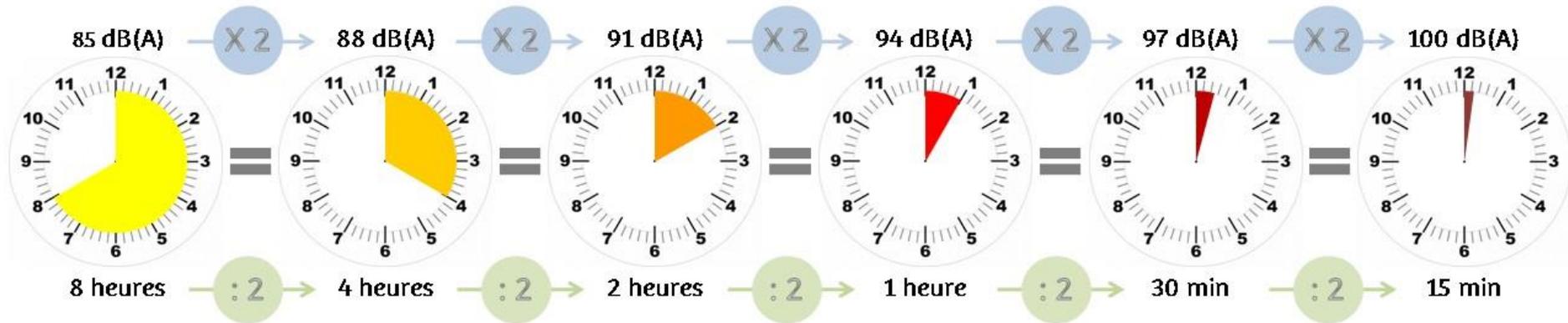
15 000 cellules ciliées par oreille

- Mais attention, les cellules ciliées sont fragiles et **ne se renouvellent jamais** ! Une exposition prolongée à un niveau sonore élevé ou une exposition brève à un niveau sonore très élevé peut entraîner leur destruction définitive !



# LES RISQUES POUR L'AUDITION... UNE QUESTION DE DOSE

La notion de « dose de bruit équivalente »

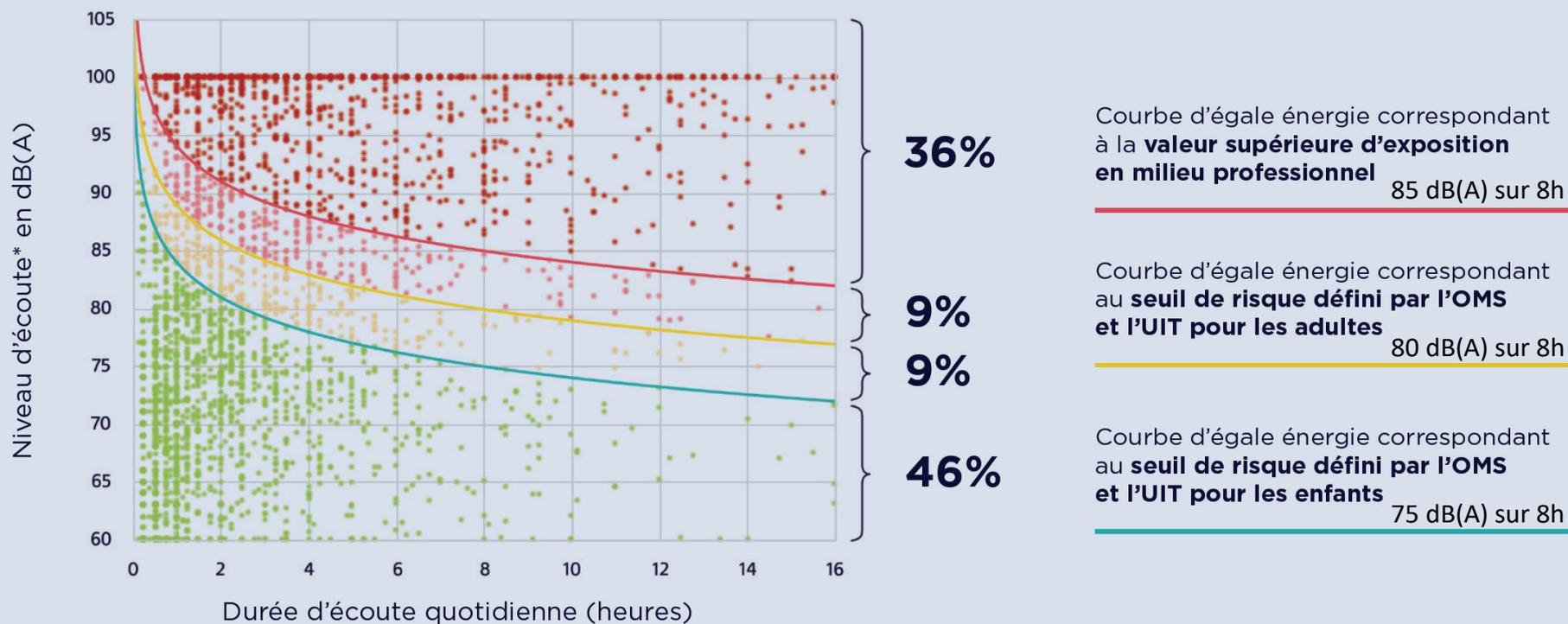


Valeurs limites pour les lieux diffusant des sons amplifiés :

102 dB(A) sur 15 minutes

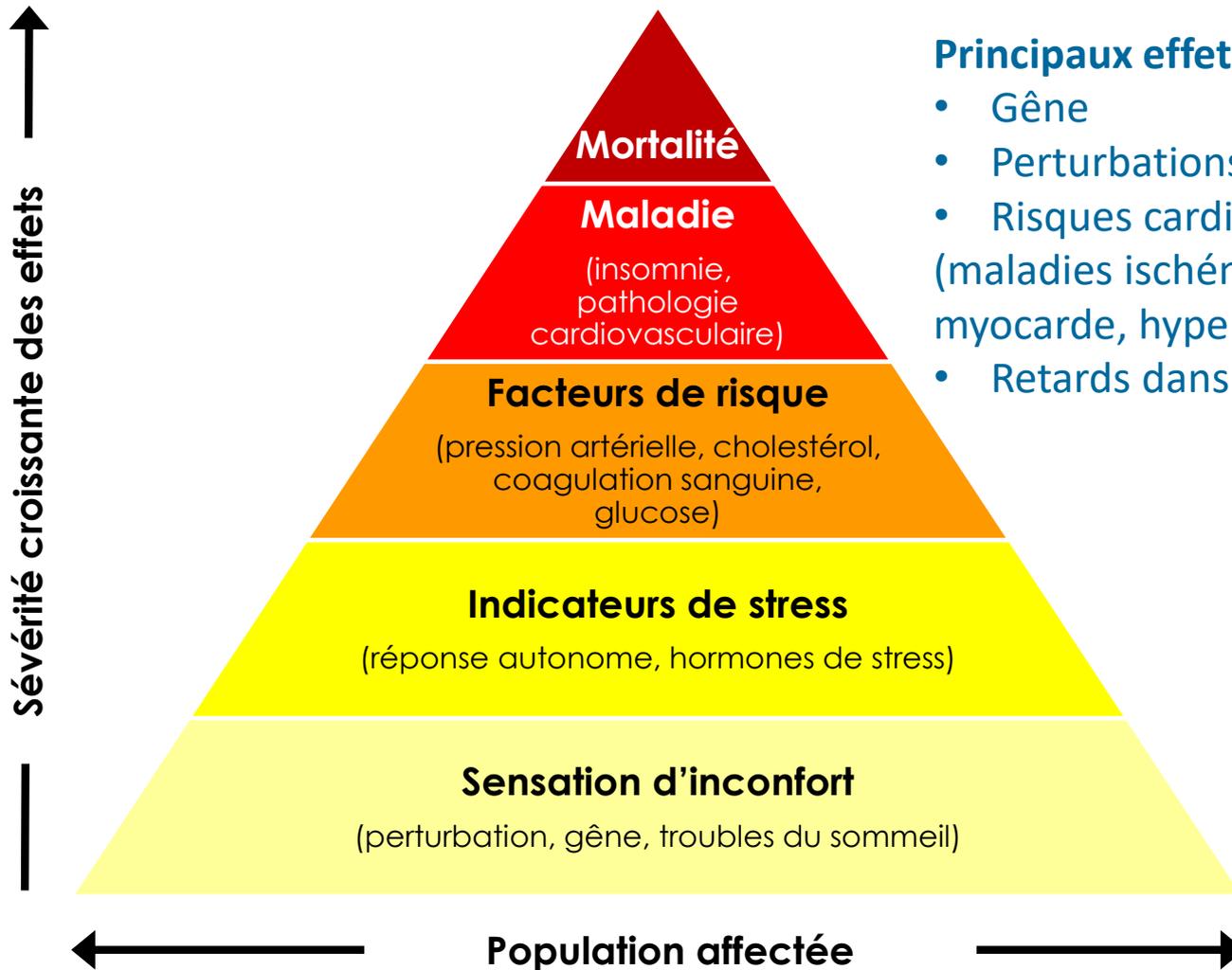
118 dB(C) sur 15 minutes

# EXPOSITION SONORE DES ÉLÈVES FRANCILIENS DU FAIT DE L'ÉCOUTE DE MUSIQUES AMPLIFIÉES AU CASQUE OU AVEC ÉCOUTEURS



\* Niveau évalué à partir des niveaux d'écoute mesurés par l'application "Kiwi ?" en environnement calme et en environnement bruyant, pondérés par les durées quotidiennes d'écoute.

# LES EFFETS EXTRA-AUDITIFS

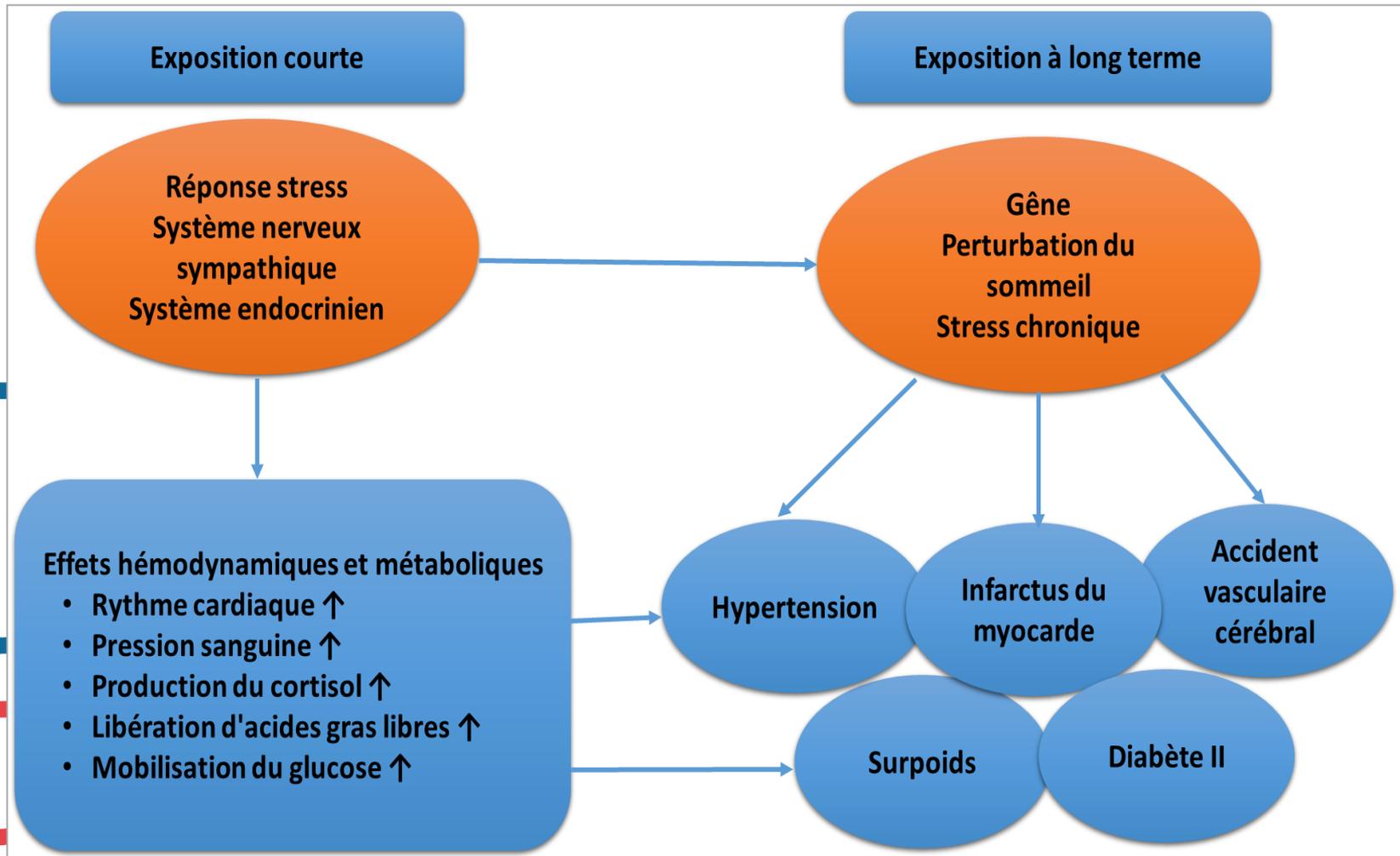


## Principaux effets reconnus par l'OMS

- Gêne
- Perturbations du sommeil
- Risques cardio-vasculaires accrus (maladies ischémiques, infarctus du myocarde, hypertension)
- Retards dans les apprentissages

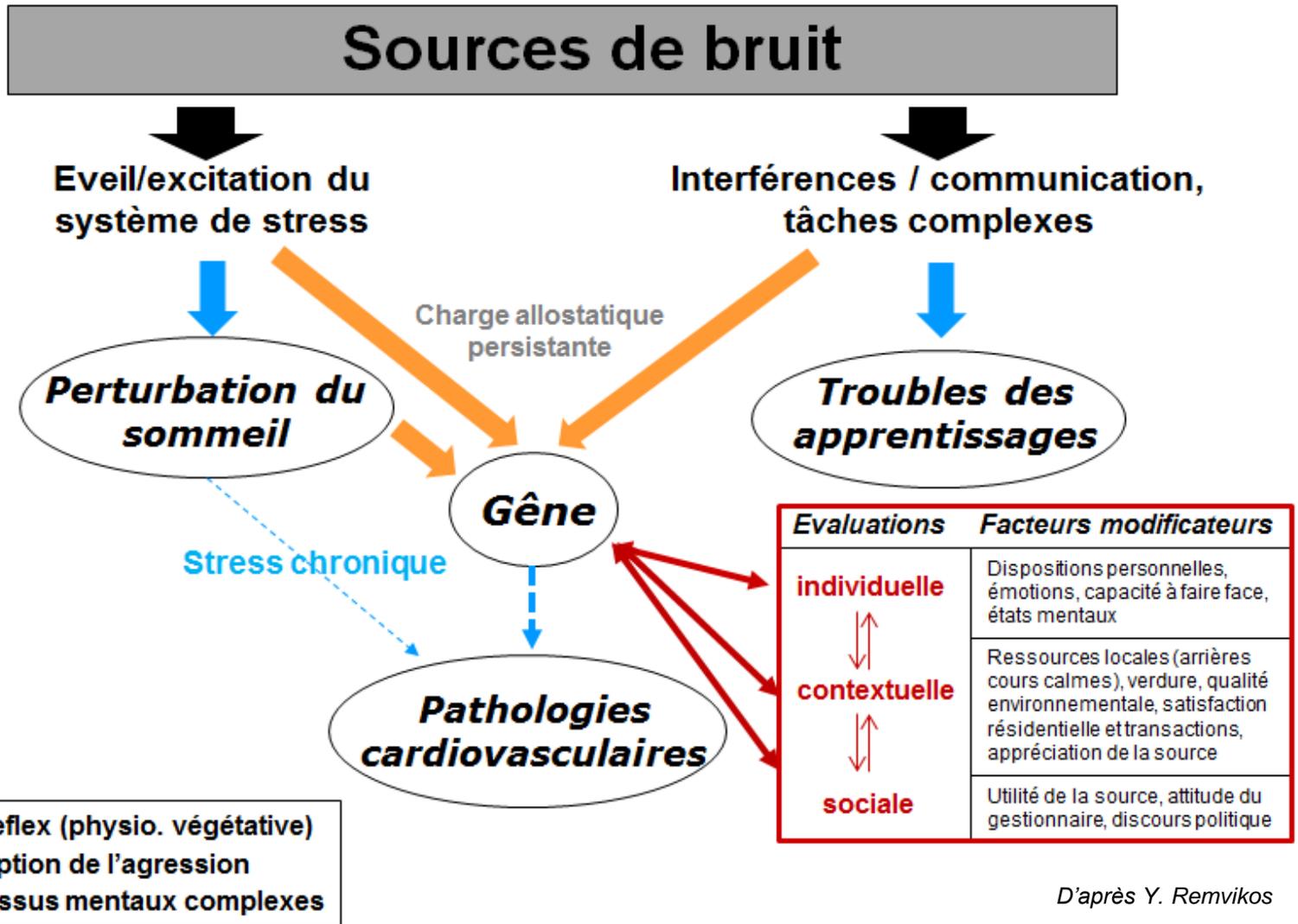
*Schéma des effets extra auditifs du bruit selon W. Babish, 2002*

# LES EFFETS À COURT ET LONG TERME



Selon OMS, 2017

# IMBRICATION DES EFFETS



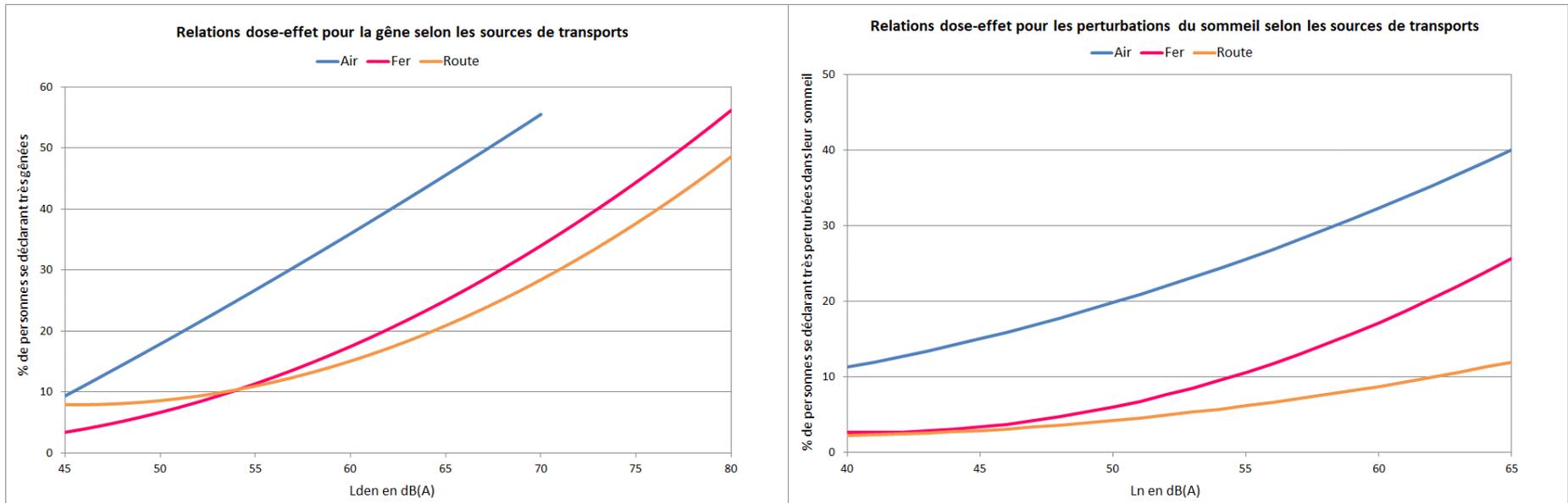
D'après Y. Remvikos

# LES VALEURS DE RÉFÉRENCE

Source de bruit	Objectifs de qualité OMS	Valeurs limites nationales	Autres valeurs de référence
ROUTE	Lden < 53 dB(A) Ln < 45 dB(A)	Lden < 68 dB(A) Ln < 62 dB(A)	
FER	Lden < 54 dB(A) Ln < 44 dB(A)	<b>Lignes conventionnelles</b> Lden < 73 dB(A) Ln < 65 dB(A) <b>Lignes LGV</b> Lden < 68 dB(A) Ln < 62 dB(A)	
AIR	Lden < 45 dB(A) Ln < 40 dB(A)	Lden < 55 dB(A)	NA62 < 200 NA65 < 100 NA70, nuit < 10

# ÉVALUATION DES IMPACTS SANITAIRES

- Etude menée par Bruitparif, d'après méthodologie OMS
- Méthode basée sur l'utilisation des relations dose-effet entre une exposition à une source de bruit (route, rail, air) et un effet sanitaire, extrapolée des résultats des études épidémiologiques



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

## 2 TYPES DE REPRÉSENTATION CARTOGRAPHIQUE

- Carte du risque sanitaire rapporté à un individu moyen statistique sur une vie entière par unité territoriale (maille de 250 m ou commune) → **potentiel de risques sanitaires individuels** (mois de vie en bonne santé perdue par habitant au cours d'une vie entière)

- Carte des pertes d'années de vie en bonne santé cumulées par unité territoriale (maille de 250 m ou commune) → **impacts sanitaires collectifs** (DALY par an)

*Tient compte de la densité de population*

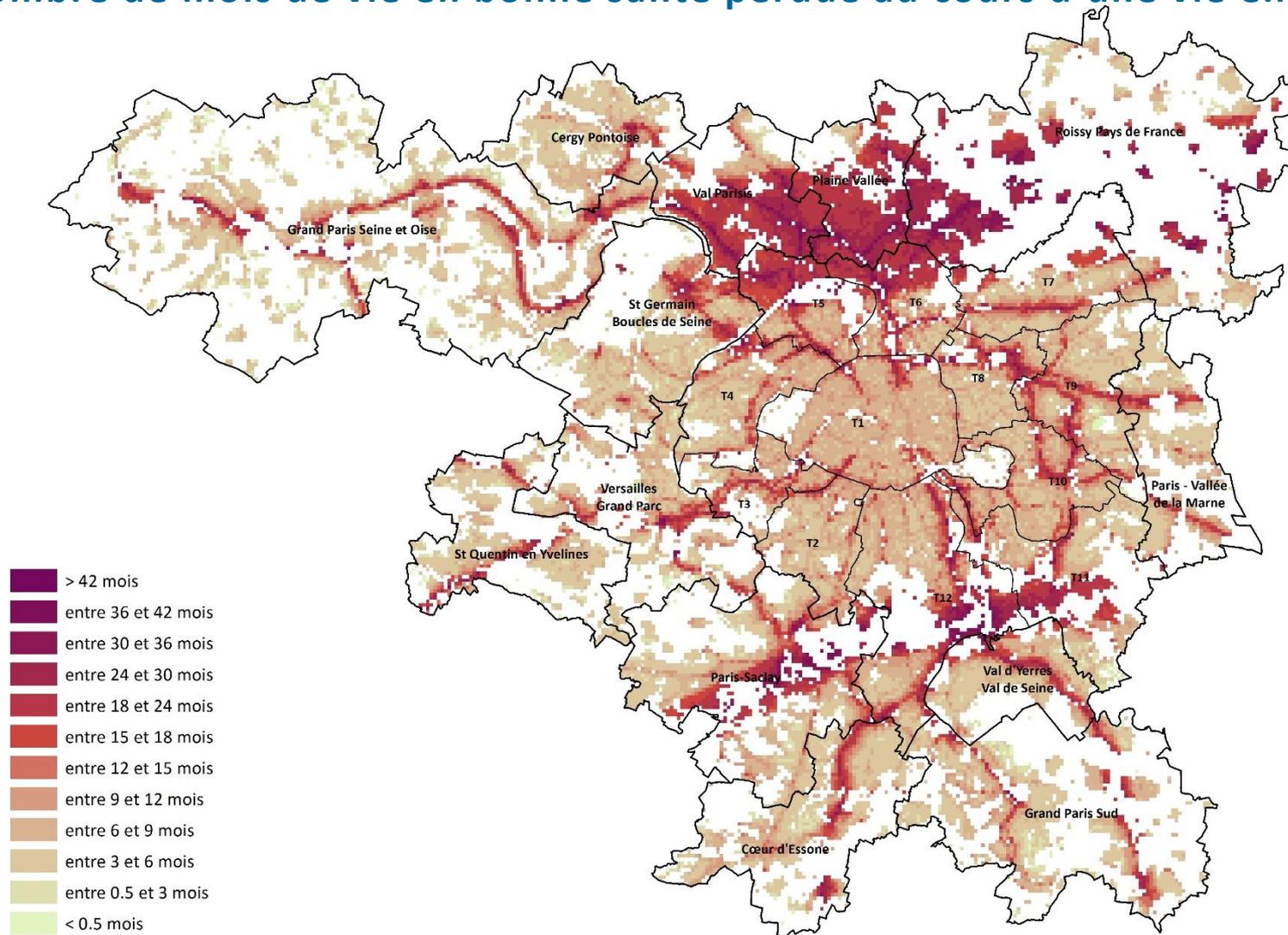
**POUR CHAQUE SOURCE DE BRUIT DES TRANSPORTS ET EN CUMULÉ**

# BRUIT CUMULÉ – RISQUES SANITAIRES INDIVIDUELS

## RISQUE PAR HABITANT

## PAR MAILLE

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

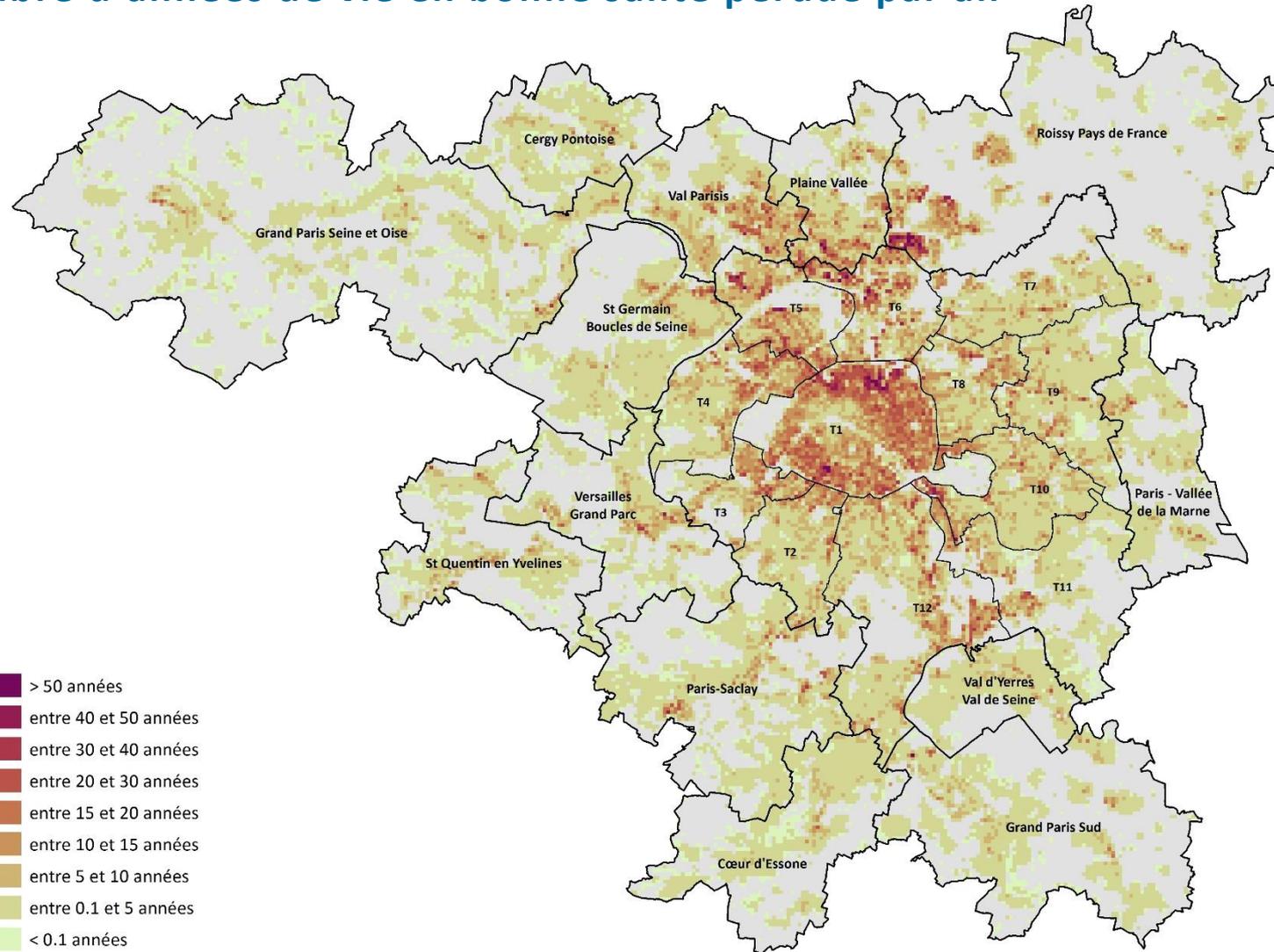


# BRUIT CUMULÉ – IMPACTS SANITAIRES COLLECTIFS

## INDICATEUR DALY PAR AN

### PAR MAILLE

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

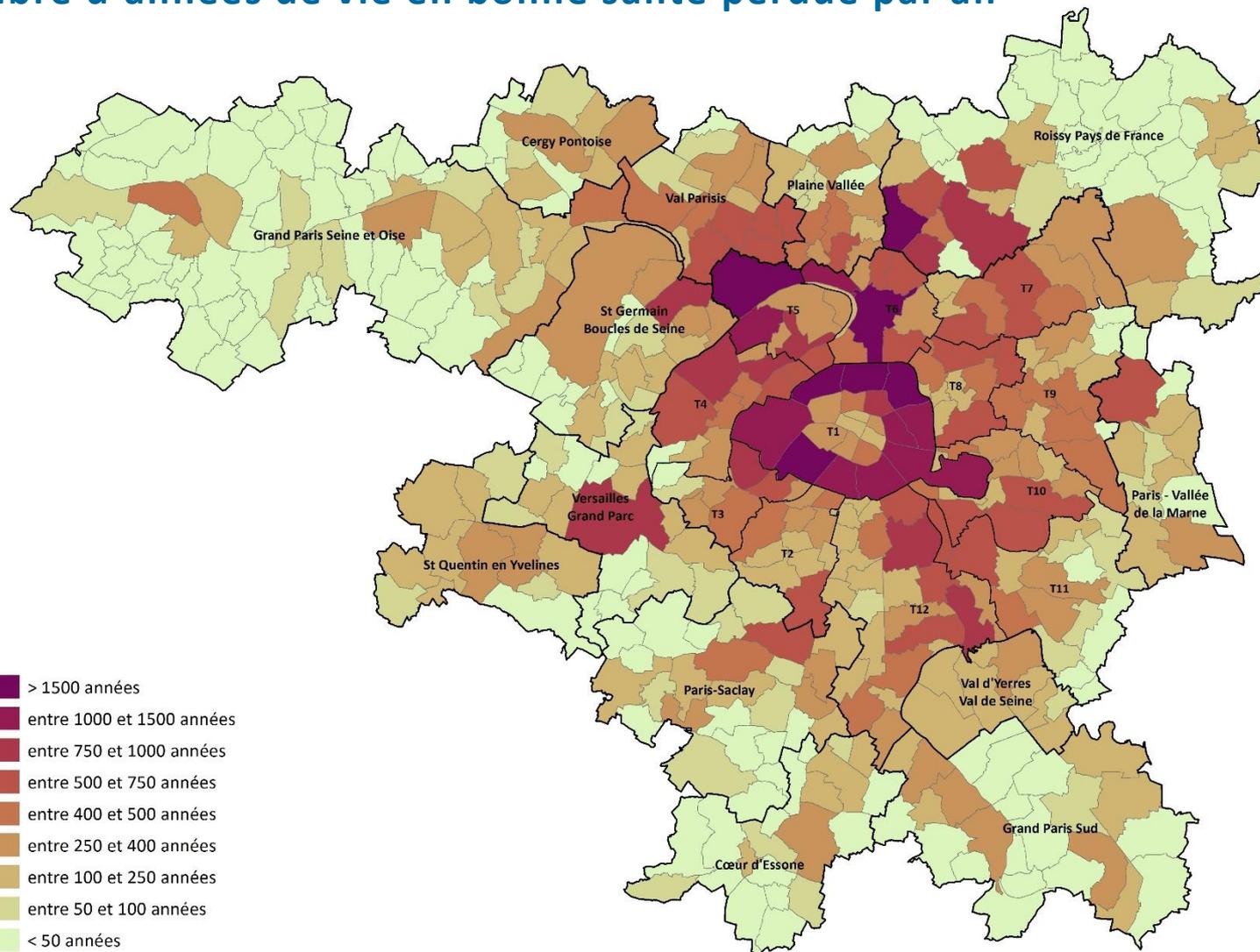


# BRUIT CUMULÉ – IMPACTS SANITAIRES COLLECTIFS

## INDICATEUR DALY PAR AN

## PAR COMMUNE

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

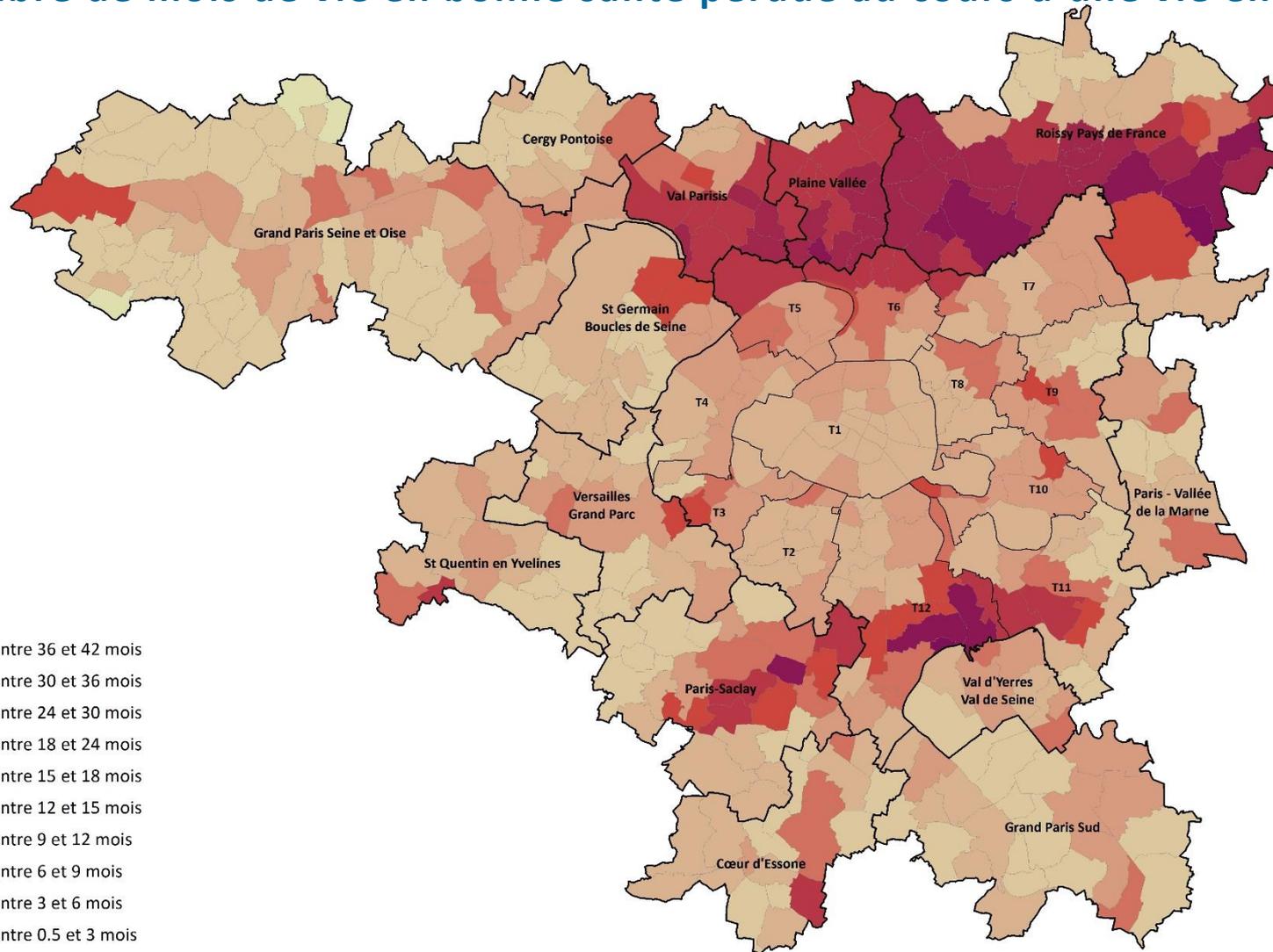


# BRUIT CUMULÉ – RISQUES SANITAIRES INDIVIDUELS

## RISQUE PAR HABITANT

## PAR COMMUNE

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



# RÉSULTATS GLOBAUX SUR LA ZONE DENSE D'ÎLE-DE-FRANCE

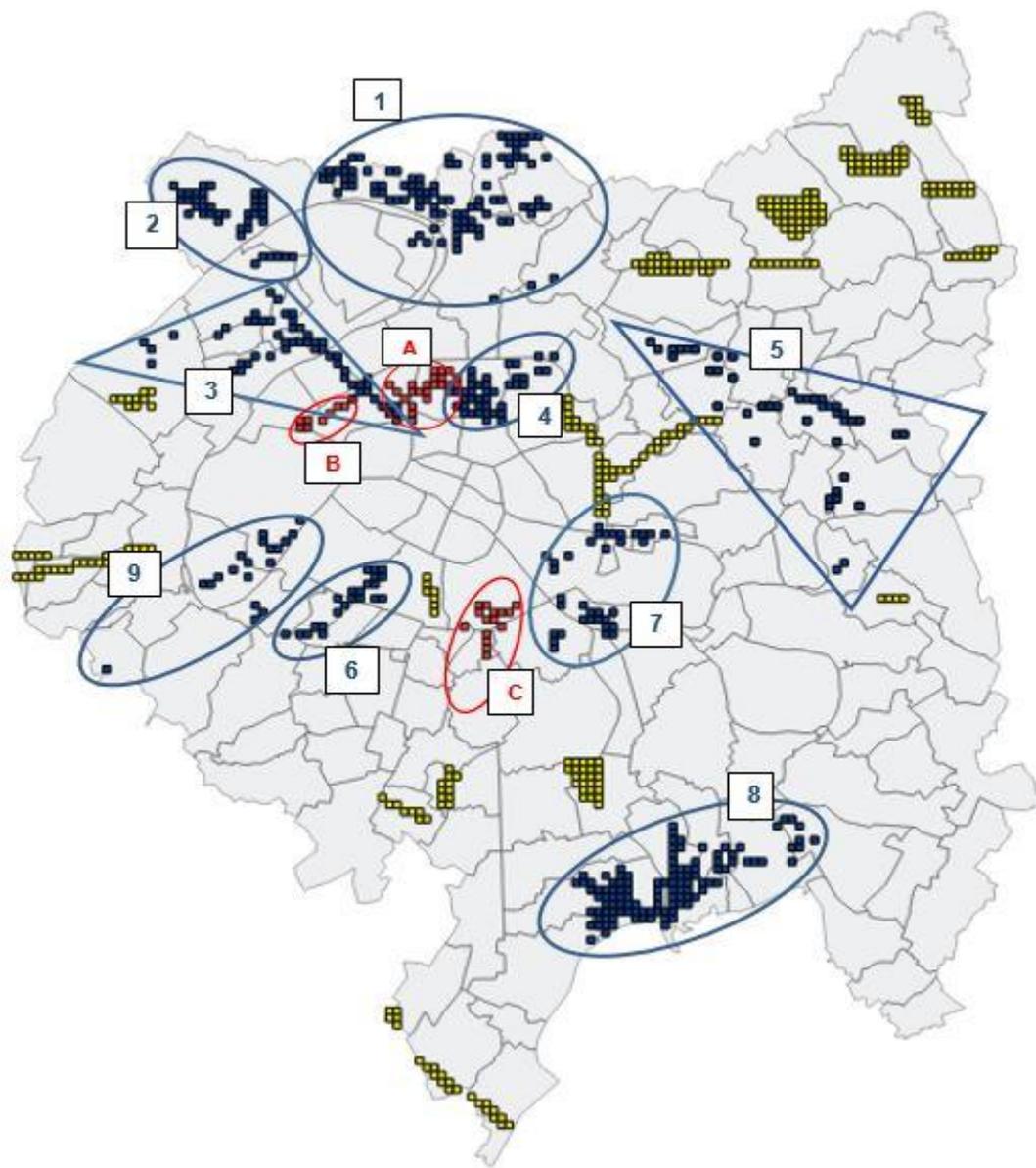
DALY	ROUTE	FER	AIR	TOTAL	
Troubles du sommeil	33 613	15 088	12 227	60 929	57%
Gêne	31 994	8 352	6 491	46 837	43%
<b>TOTAL</b>	<b>65 607</b>	<b>23 440</b>	<b>18 718</b>	<b>107 766</b>	
	61%	22%	17%		

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

# DE LA DONNÉE À L'ACTION



# LE PPBE DE LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS (2019-2024)



Carte d'ensemble des secteurs à enjeux identifiés

- en bleu : les mailles faisant partie des 500 prioritaires en bruit cumulé
- en rouge : les mailles faisant partie des 250 prioritaires en bruit routier
- en jaune : les mailles faisant partie des secteurs complémentaires signalés par les collectivités

# LE PPBE DE LA MÉTROPOLE DU GRAND PARIS (2019-2024)

## 3 axes et 13 thématiques

**Dotation de 100 M€**

### **MIEUX AGIR POUR REDUIRE L'EXPOSITION AU BRUIT**

1. Supprimer des points noirs du bruit : co-financement avec les gestionnaires d'infrastructures
2. Apaiser l'espace public : co-financement d'aménagements avec les communes via le FIM
3. Protéger les équipements accueillant des personnes sensibles : co-financement via le FIM
4. Études d'approfondissement des connaissances

### **MIEUX COORDONNER ET MOBILISER LES ACTEURS DE L'ENVIRONNEMENT SONORE**

5. Aérien : peser et plaider pour une meilleure intégration au territoire de la Métropole du Grand Paris
6. Logement : intégrer le confort acoustique dans la rénovation de l'habitat
7. Urbanisme : amplifier la prise en compte du sonore via le SCOT, les PLUi et les PCAE
8. Deux-roues motorisés : réduire le bruit des 2RM
9. Chantiers, livraisons, équipements, nettoyage urbain : généraliser les activités à moindres nuisances
10. Concertation : créer une instance métropolitaine de dialogue sur le bruit

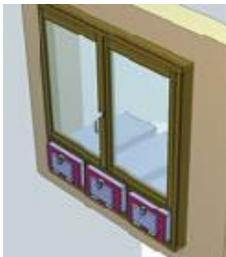
### **MIEUX PARTAGER L'INFORMATION SUR LE BRUIT AVEC LES CITOYENS**

11. Actions : communiquer sur les actions menées par tous les acteurs du bruit
12. Risques : sensibiliser sur les impacts sanitaires du bruit dans l'environnement
13. Plaintes : cartographier les plaintes pour prioriser l'action



*Réduire le bruit dans les secteurs critiques*

*Bruit et aménagement urbain*



**Quelles pistes d'actions ?**



*Protéger et valoriser les zones de qualité sonore*

*Mieux connaître, informer, sensibiliser*



**MERCI**  
**POUR VOTRE ATTENTION**

**fanny.mietlicki@bruitparif.fr**  
**www.bruitparif.fr**