

## Le bruit des transports et la santé publique

### Edito

Traffics routier, ferroviaire et aérien : les sources de bruit sont multiples, en particulier dans les zones fortement urbanisées de l'agglomération parisienne.

De nombreuses études scientifiques ont pu démontrer que les expositions au bruit de l'environnement sont associées à des effets extra-auditifs au premier rang desquels figurent les perturbations du sommeil, la gêne, les maladies cardio-vasculaires et les difficultés d'apprentissage.

Pourtant, malgré une connaissance qui ne cesse de progresser, la prise en compte du bruit et de ses effets reste encore sous-estimée tant par les autorités que par la population.

Aussi, afin de guider l'action publique en la matière, Bruitparif, en partenariat avec l'Observatoire régional de santé Île-de-France (ORS ÎdF), a, pour la première fois à cette échelle, pu quantifier les impacts sanitaires du bruit des transports au sein de la population de l'agglomération parisienne.

Les équipes ont, pour cela, exploité les données sur l'exposition au bruit de la population fournies par les cartes stratégiques de bruit établies dans le cadre de la première échéance de la directive européenne 2002/49/CE et appliqué la méthode de quantification des DALY (Disability adjusted life years), proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Cette méthode permet d'évaluer la charge de morbidité au moyen de l'indicateur quantitatif des « années de vie en bonne santé perdues ».

Ce numéro du Francilophone est entièrement dédié à la présentation des résultats forts instructifs de ces travaux, obtenus grâce à une collaboration particulièrement enrichissante entre les équipes de Bruitparif et de l'ORS Île-de-France.

Je vous en souhaite une excellente lecture.

**Julie Nouvion**  
Présidente

#### Dans ce numéro

- 1) Un véritable enjeu de santé publique
- 2) Méthode de quantification
- 3) Exposition par sources
- 4) Impacts sanitaires
- 5) Questions à ...



**Bruitparif**

Observatoire du bruit

**îledeFrance**

# Le bruit environnemental, un véritable enjeu de santé publique

**Le bruit dans l'environnement constitue un problème sanitaire majeur. Parmi les facteurs de risque environnemental en Europe, le bruit apparaît ainsi comme la seconde cause de morbidité derrière la pollution atmosphérique.**

Selon la publication de mars 2011 de l'OMS [1], le bruit causé par les transports pourrait coûter chaque année dans l'Europe occidentale plus d'un million d'années de vie en bonne santé, ce qui place le bruit à la deuxième place des causes environnementales de morbidité, derrière la pollution atmosphérique. L'exposition au bruit dans l'environnement a essentiellement des effets sur la santé que l'on qualifie d'effets extra-auditifs car

n'impactant pas directement le système auditif (les effets sur l'audition étant généralement le fait d'expositions, en milieu professionnel ou lors des loisirs, à des niveaux de bruit qui dépassent 85 dB(A), considéré comme le seuil de risque pour l'audition). Au cours des deux dernières décennies, de nombreuses publications ont établi un lien entre exposition au bruit dans l'environnement et les problèmes suivants de santé :

## Perturbations du sommeil

Un des principaux effets extra-auditifs du bruit concerne les perturbations du sommeil, qui peuvent apparaître dès 40 dB(A) en niveau moyen la nuit. Les troubles du sommeil peuvent se manifester par un retard à l'endormissement, une augmentation du nombre et de la durée des éveils nocturnes, la réduction de la durée totale du sommeil, des modifications des différentes phases du sommeil avec une diminution du sommeil profond et des phases de sommeil paradoxal.

Le bruit entraîne ainsi une fragmentation du sommeil qui diminue considérablement sa qualité et donc son pouvoir récupérateur. Un sommeil de mauvaise qualité a de graves répercussions sur la vie quotidienne en entraînant somnolence, baisse de l'attention et des performances et exposant ainsi les personnes à des risques plus importants d'avoir un accident de la route ou du travail. D'après le rapport de l'OMS de 2011, une personne sur 5 en Europe aurait ainsi un sommeil de mauvaise qualité dû au bruit des transports.



## Gêne

Selon la définition de l'OMS, la gêne est « une sensation de désagrément, de déplaisir provoquée par un facteur de l'environnement (le bruit, par exemple) dont l'individu ou le groupe connaît ou imagine le pouvoir d'affecter sa santé ».



Chaque individu a sa propre perception du bruit. La gêne qu'il ressent est donc le résultat de facteurs liés au bruit (intensité sonore, émergence par rapport au bruit de fond, répétitivité du bruit, signature fréquentielle) mais également de facteurs contextuels et individuels tels que la période de la journée pendant laquelle le bruit survient, le caractère subi ou choisi du bruit, l'image positive ou non que la personne a de la source sonore, son histoire personnelle, ses habitudes socio-culturelles, son âge, son mode de vie... D'après le rapport de l'OMS de 2011, une personne sur 3 en Europe se déclarerait ainsi gênée par le bruit des transports.

## Risques cardio-vasculaires

Les nuisances sonores peuvent provoquer des réactions non spécifiques de stress physiologique et être à l'origine de problèmes cardio-vasculaires chez les sujets exposés au bruit de manière chronique. Le stress peut augmenter la sécrétion de certaines hormones (adrénaline, catécholamines, cortisol...) pouvant entraîner divers effets intermédiaires comme l'hypertension artérielle. Sur une période d'exposition prolongée, ces effets peuvent à leur tour accroître le risque de maladie cardio-vasculaire.



[1] Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO 2011 / Charge de morbidité imputable au bruit environnemental : quantification du nombre d'années de vie en bonne santé perdues en Europe, publié le 30 mars 2011.

## Retard dans les apprentissages

L'exposition des enfants au bruit entraîne des difficultés de concentration et affecte les fonctions cognitives des écoliers, entraînant ainsi retard dans l'apprentissage et problèmes de comportement.



## Acouphènes

L'acouphène est un bruit subjectif, entendu « dans l'oreille » ou « dans la tête », sans aucun stimulus sonore extérieur. L'acouphène peut être le symptôme d'une pathologie du système auditif ou bien la séquelle d'un accident traumatique. Il est très souvent présent simultanément à une perte auditive. La déficience auditive pouvant se produire pour des niveaux d'exposition au bruit supérieurs à 75 dB(A) en moyenne sur 8 heures ou supérieurs à 70 dB(A) en moyenne sur 24 heures, le bruit environnemental, lorsqu'il est élevé et permanent comme dans le cas de certaines expositions au bruit routier, peut de ce fait avoir une incidence potentielle non négligeable sur l'apparition d'acouphènes. Du fait d'un nombre restreint d'études disponibles, la part relative des acouphènes liée au bruit environnemental a été estimée par un consensus d'experts à 3%.



## Zoom sur le sommeil

Les nuisances sonores constituent une véritable menace pour le sommeil, et donc, pour la santé. Parmi les facteurs environnementaux impactant le sommeil, le bruit est en effet considéré aujourd'hui comme le déterminant majeur. Le bruit entraîne une dégradation de la qualité du sommeil (fragmentation et raccourcissement de certains de ses stades). En conséquence, l'effet récupérateur attendu est amoindri et il s'en suit de la fatigue, une diminution de la vigilance, une perte d'efficacité au travail ou des difficultés d'apprentissage. A long terme, on devient plus nerveux, plus irritable, sans parler du risque de maladies cardio-vasculaires et métaboliques qui augmente.

Au moment de l'endormissement, 52% des français sont gênés par le bruit et 60% d'entre eux le considèrent comme le premier facteur de réveil au cours de la nuit (enquête INSV-MGEN 2013). En semaine ou le week-end, 31% sont gênés dans leur sommeil par le bruit, et 76% des personnes gênées le sont toute la nuit. Dans la grande majorité des cas, soit 92%, le bruit qui dérange le plus provient de l'extérieur, émis pour l'essentiel par les transports (61%), les voitures en premier lieu, suivies des bruits du voisinage et des avions.

Il faut savoir que, sur le plan biologique, on ne s'accoutume pas au bruit. Le corps réagit toujours et le sommeil se détériore. En effet, les oreilles n'ont pas de paupières !

Même en plein sommeil, l'oreille continue d'écouter, le cerveau analyse en permanence le bruit perçu pour en apprécier la nature et le corps réagit au moindre son, de façon consciente ou inconsciente. De façon consciente, le bruit peut, selon la sensibilité de chacun et la nature des sons, provoquer des réveils. Même légers, les pleurs d'un bébé éveillent sa maman, par exemple. De façon inconsciente, les sons réveillent le cerveau pendant quelques secondes (les micro-éveils) et bousculent le système neurovégétatif. Ils entraînent, sans qu'on le ressente, la sécrétion d'adrénaline, de noradrénaline et de cortisol. Sur le plan cardio-vasculaire, le rythme cardiaque s'accélère et la tension artérielle s'élève discrètement. Et parallèlement, le sommeil en prend un coup.

**Selon les stades de sommeil, les impacts du bruit diffèrent :**

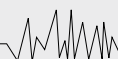
- **Au stade du sommeil léger**, une stimulation sonore, même peu importante, provoque un micro-éveil (inconscient), voire un éveil véritable (conscient). Il faut se rendormir et, selon les particularités et l'environnement de sommeil de chacun, ce réendormissement se fait plus ou moins rapidement. A l'extrême, après un réveil au petit matin, il arrive qu'on ne se rendorme pas et que la nuit soit franchement écourtée.
- **Au stade du sommeil profond**, il faut un bruit plus fort pour que l'on se réveille. Mais même

## Le point de vue du Pr. Damien LEGER

APHP, Centre du Sommeil et de la Vigilance de l'Hôtel Dieu, membre d'honneur de l'Institut National du Sommeil et de la Vigilance (INSV)

en l'absence de réveil, le bruit entraîne des altérations du sommeil qui se traduisent par un retour vers le sommeil léger ou par un micro-éveil.

- **Au stade du sommeil paradoxal** (qui correspond classiquement au rêve), le niveau du bruit qui réveille le dormeur est très variable, d'autant plus que les sons peuvent être intégrés dans les rêves. Mais cette incorporation n'est possible qu'après une interprétation personnelle du bruit par le cerveau, lequel continue de traiter l'information et d'analyser la nature et l'origine du son entendu. L'appel d'un enfant malade est ainsi vite différencié du ronronnement habituel du trafic routier... Qu'il s'agisse d'éveils francs, de micro-éveils ou de passages à des stades de sommeil léger, la durée du sommeil le plus restaurateur est réduite sous l'effet du bruit. Il est donc essentiel que tous les acteurs, pouvoirs publics comme citoyens, se mobilisent pour diminuer les nuisances sonores la nuit. Nous devons respecter cette période de couvre-feu naturel pour préserver notre sommeil comme celui des autres.



# 2 Méthode de quantification

L'OMS s'est appuyée sur le corpus d'études épidémiologiques qui ont été menées par diverses équipes de recherche pour évaluer les risques sanitaires du bruit environnemental afin de proposer une méthode [1] permettant d'en quantifier les principaux impacts au travers de l'estimation du nombre d'années de vie en bonne santé perdues.

Cette estimation, réalisée pour les effets sanitaires du bruit scientifiquement reconnus (voir pages 2 et 3), peut être décomposée en 3 étapes.

## ÉTAPE 1

### Estimation des expositions au bruit

Cette étape est effectuée à partir des statistiques d'exposition au bruit de la population fournies par classe de 5 en 5 dB(A) issues des cartes stratégiques de bruit pour les indicateurs **Lden [2] (Level day-evening-night**, indicateur moyen pondéré de bruit sur la journée) et **Ln (Level night**, niveau de bruit moyen sur la période nocturne 22h-6h), pour chacune des principales sources de bruit des transports : trafic routier, trafic ferroviaire et trafic aérien.

## ÉTAPE 2

### Estimation du nombre de cas attribuables pour chaque effet sanitaire et pour chaque source de bruit

Les relations dose-effet issues des résultats des études épidémiologiques et préconisées par l'OMS permettent, pour les troubles du sommeil et pour la gêne, d'estimer le pourcentage de personnes affectées en fonction de la répartition des niveaux d'exposition à chacune des sources de bruit des transports au sein de la population.

Concernant les infarctus du myocarde, la part attribuable au bruit est estimée à partir d'un risque relatif associé à une classe d'exposition au bruit.

Pour les acouphènes, il n'existe pas de relation dose-effet, toutefois une estimation de la part des acouphènes attribuable globalement au bruit environnemental est proposée.

## ÉTAPE 3

### Estimation du fardeau lié au bruit

Le fardeau global de la maladie liée au bruit peut être exprimé au travers de l'indicateur synthétique des DALY (Disability adjusted life years), en d'autres termes, les années de vie ajustées sur l'incapacité, ou années de vie en bonne santé perdues.

La notion d'incapacité traduit une dégradation de l'état de santé plus ou moins importante, quantifiée par le **coefficient d'incapacité DW** (disability weight). Ce coefficient DW est associé à chaque impact sanitaire et peut varier sur une échelle allant de 0 (état de santé non dégradé) à 1 (décès). Il est issu généralement d'avis d'experts recueillis par l'OMS.

Les **DALY** représentent, pour une année civile donnée, le nombre d'années de vie en bonne santé perdues par une population sur un territoire donné. Ils constituent la somme des années de vie en bonne santé perdues en raison d'une incapacité ou de la maladie **YLD** (Years lost due to disability) et des années de vie perdues par mortalité prématurée **YLL** (Years of life lost). La mortalité prématurée n'est estimée que pour les infarctus.

## La formule mathématique de calcul des années de vie en bonne santé perdues

$$DALY = YLD + YLL$$

$$YLD = I * DW * D$$

$$YLL = (\sum N * L) * PAF$$

« 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.

[1] - Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO 2011 / Charge de morbidité imputable au bruit environnemental : quantification du nombre d'années de vie en bonne santé perdues en Europe, publié le 30 mars 2011.  
- T. Hellmuth, T. Classen, R. Kim, S. Kephelopoulos, « Methodological guidance for estimating the burden of disease from environmental noise », WHO Regional Office for Europe (2012).

[2] L'indicateur Lden (Level day-evening-night) correspond au niveau sonore moyen pondéré pour une journée divisée en 12 heures de jour (day), en 4 heures de soirée (evening) et 8 heures de nuit (night). Les niveaux moyens sur les périodes de soirée et de nuit se voient attribuer des majorations respectives de 5 dB(A) et de 10 dB(A) pour tenir compte de la sensibilité plus importante des populations au bruit au cours de ces deux périodes.



# Exposition aux différents bruits des transports

Bruitparif a compilé les cartes de bruit publiées par les quelque 209 communes ou intercommunalités en charge de la mise en œuvre de la directive 2002/49/CE à l'échelle de l'agglomération parisienne [1]. Cette première consolidation, achevée en 2014 [2], a permis de quantifier les enjeux d'exposition au bruit. 22% de la population de l'agglomération parisienne, soit environ 2,2 millions d'habitants, seraient ainsi exposés potentiellement à des niveaux de bruit en façade de leur habitation jugés excessifs au regard des valeurs limites réglementaires, toutes sources de bruit des transports confondues.



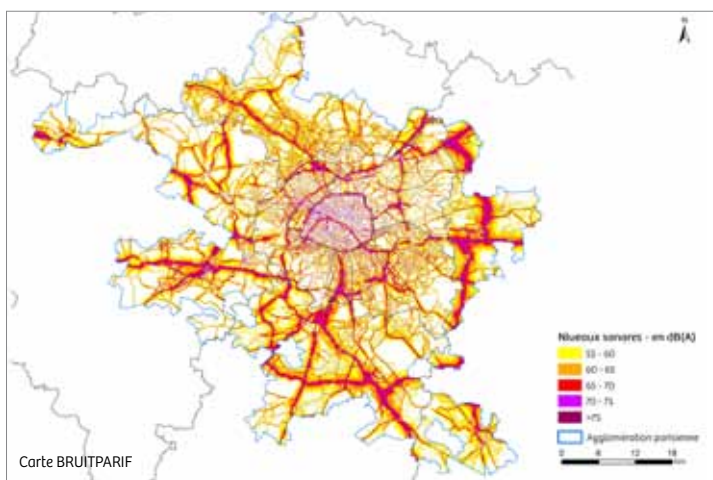
## Exposition au bruit routier

La principale source de la pollution sonore dans l'environnement extérieur au sein de l'agglomération parisienne est la circulation routière :

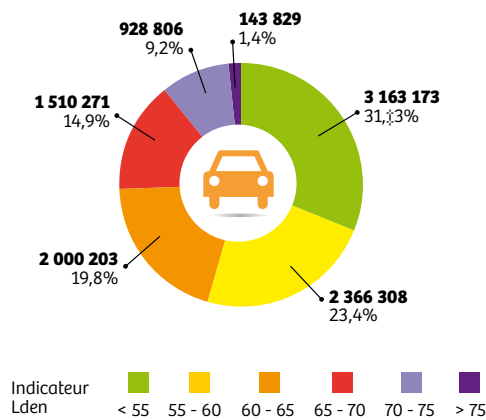
- **25,5%** des habitants de l'agglomération parisienne subiraient des nuisances liées au bruit routier supérieures ou égales à 65 dB(A) selon l'indicateur journalier Lden.
- **28,1%** seraient exposés à des niveaux supérieurs ou égaux à 55 dB(A) sur la période de nuit.
- Au total, **17,1%** de la population de l'agglomération parisienne, soit 1 724 422 personnes, seraient exposées potentiellement au-dessus de la valeur limite réglementaire (voir encart page 6) de 68 dB(A) selon l'indicateur Lden et 8,5%, soit 862 701 personnes, seraient au-dessus du seuil de 62 dB(A) la nuit.



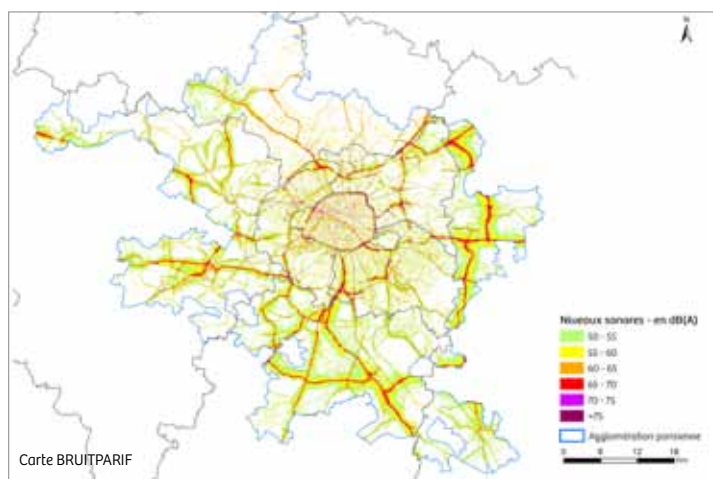
### Indicateur Lden



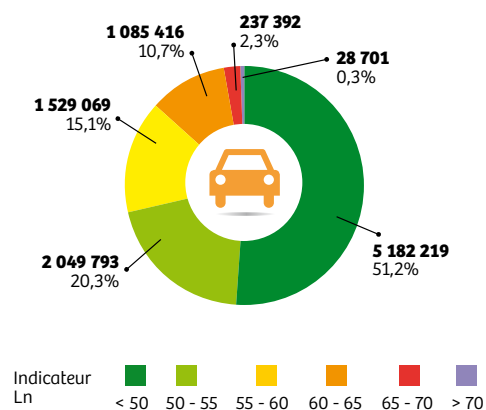
Population exposée en nombre et en %



### Indicateur Ln



Population exposée en nombre et en %



[1] L'agglomération parisienne considérée dans le cadre de cette étude correspond à l'unité urbaine de Paris définie par l'INSEE en 1999. Il s'agit d'un ensemble de 396 communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 2 000 mètres entre deux constructions).

[2] Bilan de la consolidation des cartes stratégiques de bruit de première échéance en Île-de-France, Bruitparif, juin 2015.





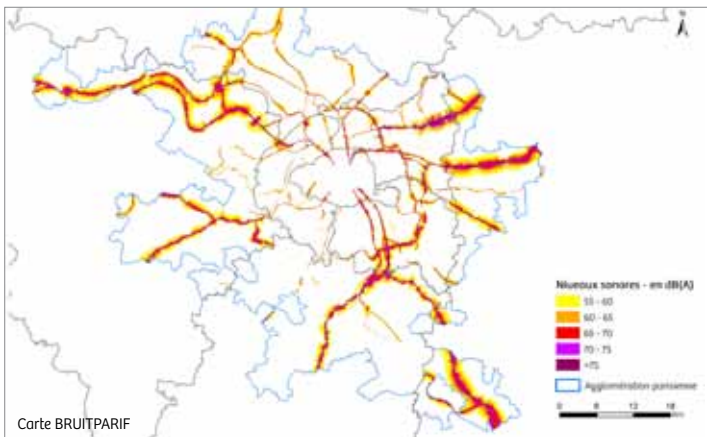
## Exposition au bruit ferré

Concernant le trafic ferroviaire :

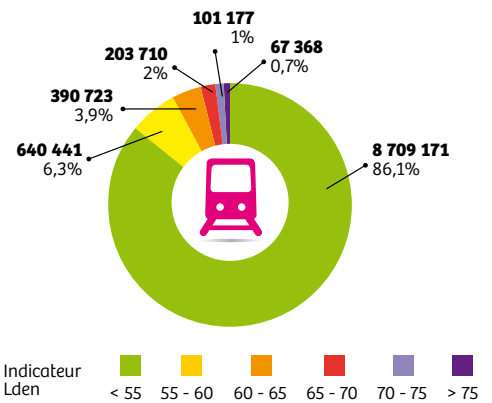
- **3,7%** de la population de l'agglomération parisienne serait potentiellement exposée à des nuisances liées au trafic ferroviaire supérieures ou égales à 65 dB(A) selon l'indicateur journalier Lden.
- **5,6%** des habitants seraient exposés à des niveaux supérieurs ou égaux à 55 dB(A) sur la période de nuit.
- **1%** des habitants seraient exposés à des niveaux supérieurs à la valeur limite réglementaire (voir encart ci-dessous) de 73 dB(A) selon l'indicateur Lden, correspondant à 100 467 personnes et 1,1% des habitants, soit 114 378 personnes, seraient exposés à des niveaux nocturnes qui dépassent le seuil de 65 dB(A) selon l'indicateur Ln.



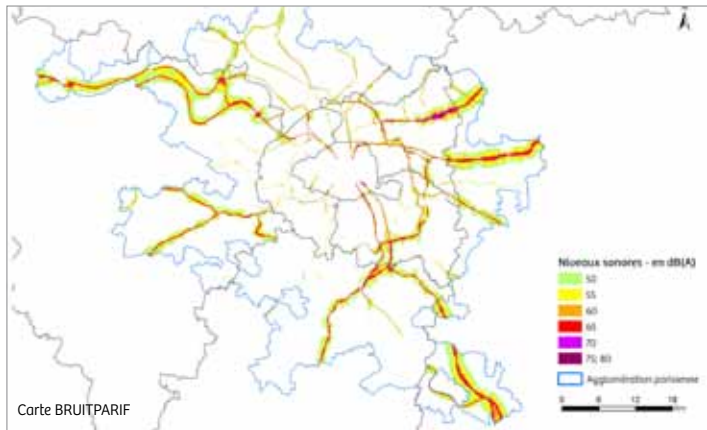
### Indicateur Lden



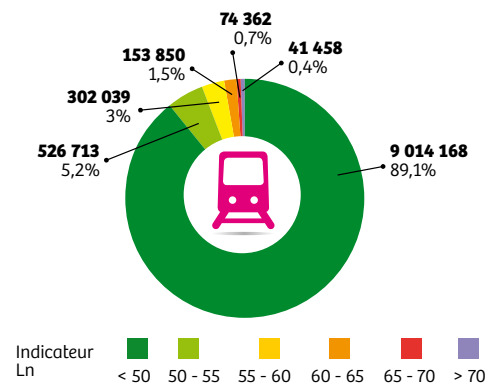
Population exposée en nombre et en %



### Indicateur Ln



Population exposée en nombre et en %



### Les valeurs limites au sens de la directive européenne

Les valeurs limites sont définies dans la directive européenne 2002/49/CE, comme « une valeur de Lden ou Lnight et, le cas échéant, de Lday et de Levening, déterminée par l'État membre, dont le dépassement amène les autorités compétentes à envisager ou à faire appliquer des mesures de réduction du bruit ; les valeurs limites peuvent varier en fonction du type de bruit (bruit du trafic routier, ferroviaire ou aérien, bruit industriel, etc.), de l'environnement, et de la sensibilité au bruit des populations ; elles peuvent aussi différer pour les situations existantes et pour les situations nouvelles (changement de situation dû à un élément nouveau concernant la source de bruit ou l'utilisation de l'environnement) ».

Les valeurs limites fixées par la France en application de la directive européenne sont mentionnées dans le décret du 24 mars 2006 et

l'arrêté du 4 avril 2006, relatifs à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement. Pour les sources de transport, elles sont définies comme suit :

Valeurs limites en dB(A)

Indicateurs de bruit	🚗	🚆	✈️
Lden	68	73	55
Ln	62	65	(absence de valeur limite définie)

Source : Arrêté du 4 avril 2006 relatif à l'établissement des cartes de bruit et des plans de prévention du bruit dans l'environnement.



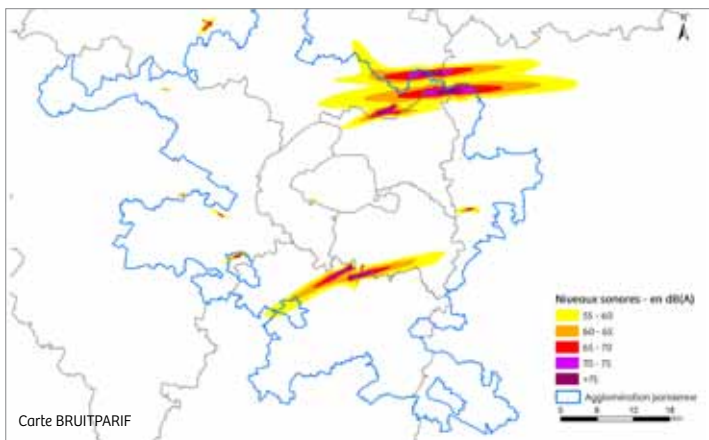


## Exposition au bruit aérien

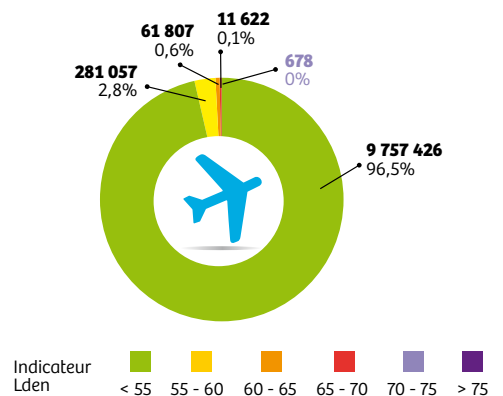
D'après les cartes de bruit aérien de 1<sup>ère</sup> échéance [1], 354 588 personnes au sein de l'agglomération parisienne seraient exposées à des niveaux sonores à l'extérieur de leur habitation qui dépassent la valeur limite réglementaire (cf. encart page 6) de 55 dB(A) selon l'indicateur Lden, ce qui représente 3,5% de la population. A l'échelle de l'Île-de-France, cela représente 382 251 habitants, soit 3,3% de la population. Avec les mises à jour des plans de gêne sonore (PGS) des aéroports de Paris-Orly et de Paris-CDG en 2013, et l'élaboration de celui de Paris-Le Bourget en 2011, ces chiffres ont été réévalués et ce sont aujourd'hui 420 200 Franciliens [2] qui vivent à l'intérieur des zones définies par les plans de gêne sonore, et dont les niveaux sonores excèdent 55 dB(A) selon l'indicateur réglementaire Lden.



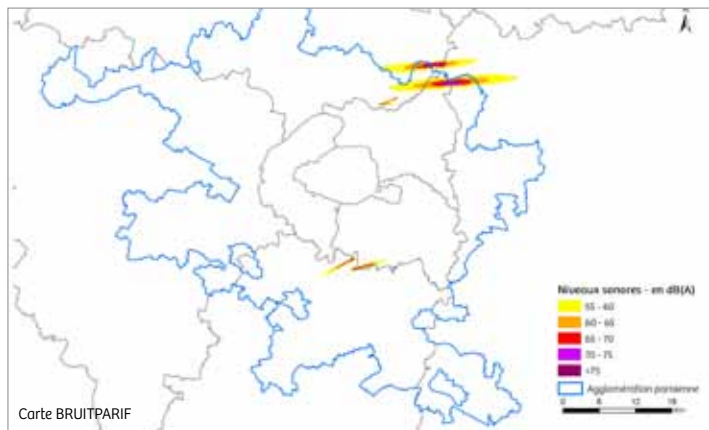
### Indicateur Lden



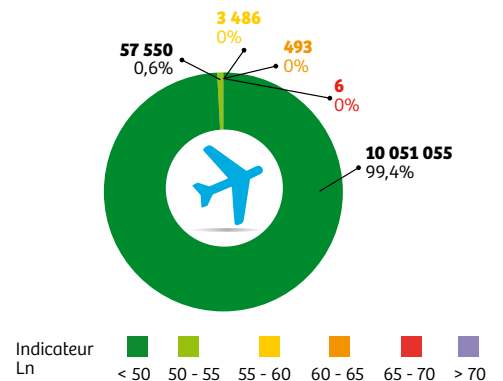
Population exposée en nombre et en %



### Indicateur Ln



Population exposée en nombre et en %



### Limite des indicateurs énergétiques pour l'estimation du bruit à caractère événementiel

Si les indicateurs énergétiques tels que Lden et Ln s'avèrent bien adaptés aux sources de bruit à caractère continu tel que le bruit du trafic routier par exemple, ils ne suffisent pas en revanche à caractériser à eux seuls l'exposition de la population à des sources de bruit présentant un caractère événementiel tel que le trafic aérien ou le trafic ferroviaire.

Dans le cas du bruit aérien notamment, la prise en compte exclusive de ces indicateurs dans la méthode d'estimation des DALY

proposée par l'OMS conduit vraisemblablement à minimiser le territoire impacté par le bruit aérien et les impacts induits pour les populations riveraines. En tenant compte des zones survolées à moins de 1000 mètres dans au moins une configuration (vent d'est ou vent d'ouest) ou à moins de 2000 mètres tout le temps, le nombre de Franciliens potentiellement impactés par les nuisances du trafic aérien avait ainsi été évalué par Bruitparif dans le cadre de l'étude SURVOL [3] à plus de 1,7 millions d'habitants.

[1] Dans le cas du bruit aérien, les cartes ont été réalisées à l'échelle de la région Île-de-France. Les statistiques d'exposition au bruit aérien sont donc disponibles pour le territoire de l'agglomération parisienne comme au niveau régional.

[2] Nombre d'habitants estimés dans Les PGS franciliens : Paris-CDG (256 176 personnes), Paris-Orly (123 902 personnes), Paris-Le Bourget (40 123 personnes)

[3] Etude SURVOL (SURveillance sanitaire et enVironnementale des plate-formes aéroportuaires de rOissy, orLy, le bourget) - Volet bruit, Rapport d'étape, Bruitparif, janvier 2011.



# Impacts sanitaires du bruit des transports

En utilisant les données disponibles à la commune (tant pour l'exposition au bruit que pour les indicateurs sanitaires), les équipes de Bruitparif et de l'ORS Île-de-France ont obtenu une première estimation des impacts sanitaires du bruit environnemental lié aux transports au sein de l'agglomération parisienne. Voici les principaux résultats :

## Troubles du sommeil

Le nombre de personnes susceptibles d'avoir des troubles significatifs du sommeil (%HSD Highly sleep-disturbed) en fonction de leur niveau d'exposition nocturne au bruit des transports peut être déterminé à partir des courbes ci-dessous basées sur les travaux de Miedema & al. [1].

Au sein de l'agglomération parisienne, ce nombre s'élève à 630 953 personnes (557 519 du fait du bruit routier, 65 178 du fait du bruit ferré et 8 156 du fait du bruit aérien), soit 6,2% de la population.

Le coefficient d'incapacité préconisé par l'OMS pour les troubles du sommeil étant de 0,07, le nombre d'années de vie en bonne santé perdues du fait des troubles du sommeil liés au bruit environnemental des transports s'élève à 44 166 par an au sein de l'agglomération parisienne (39 033 du fait du bruit routier, 4 562 du fait du bruit ferroviaire et 571 du fait du bruit aérien).

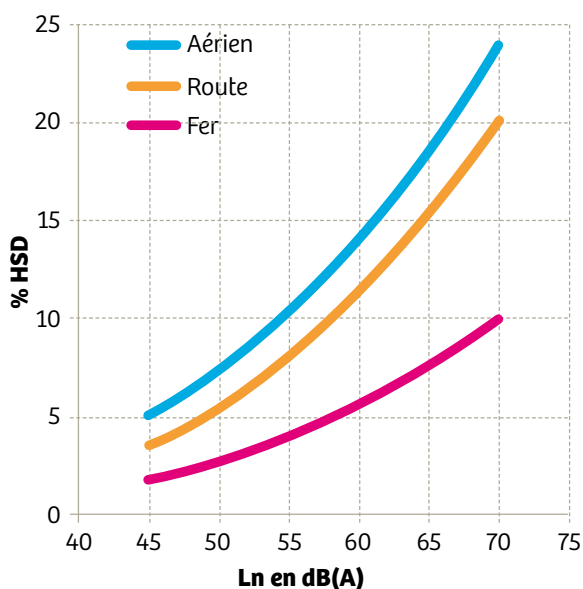
## Gêne

Le nombre de personnes susceptibles d'être fortement gênées (%HA, Highly annoyed) en fonction de leur niveau d'exposition au bruit des transports selon l'indicateur Lden peut être déterminé à partir des courbes ci-dessous, issues d'une publication de la Commission européenne [2].

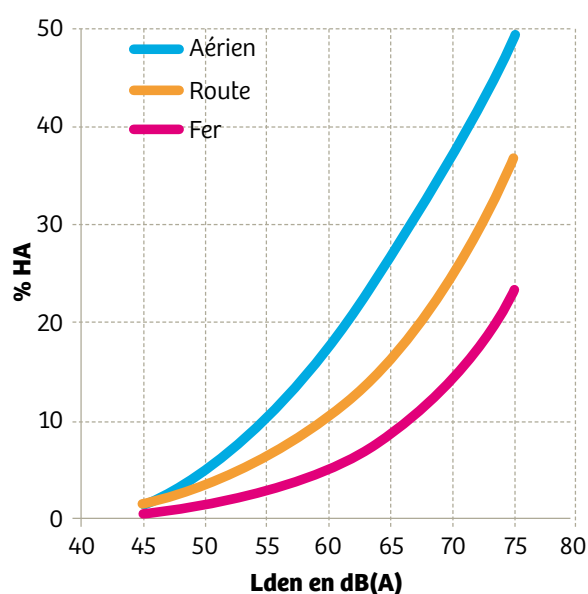
Au sein de l'agglomération parisienne, ce nombre s'élève à près de 1,5 million de personnes (1 168 322 du fait du bruit routier, 106 519 du fait du bruit ferré et 225 157 du fait du bruit aérien), soit de l'ordre de 14,8% de la population.

Le coefficient d'incapacité préconisé par l'OMS pour la gêne étant de 0,02, le nombre d'années de vie en bonne santé perdues du fait de la gêne liée au bruit des transports s'élève à près de 30 000 par an au sein de l'agglomération parisienne (23 366 du fait du bruit routier, 2 130 du fait du bruit ferroviaire et 4 503 du fait du bruit aérien).

Pourcentage de personnes hautement perturbées dans leur sommeil en fonction de leur niveau d'exposition nocturne au bruit



Pourcentage de personnes hautement gênées en fonction de leur niveau d'exposition journalier au bruit



[1] Miedema HME, Passchier-Vermeer W, Vos H. Elements for a position paper on night-time transportation noise and sleep disturbance. Delft, TNO, 2003 (Inro Report 2002-59).

[2] European Commission, Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities, 2002 ([http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/noise\\_expert\\_network.pdf](http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/noise_expert_network.pdf)).





## Infarctus du myocarde

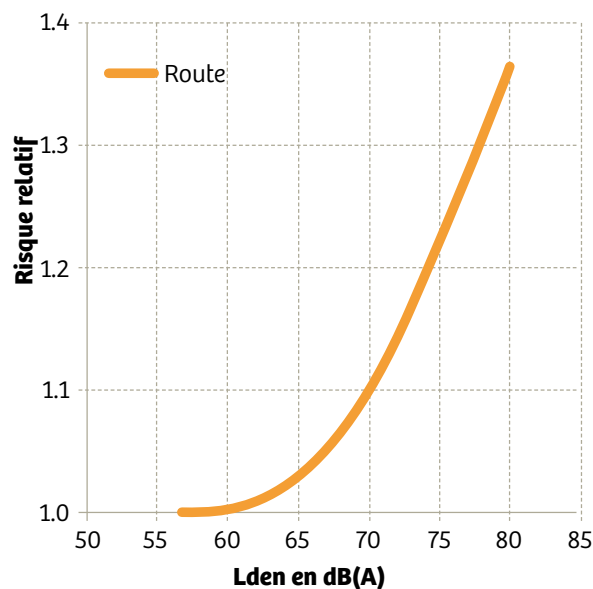
Les études épidémiologiques menées au cours des dernières années ont mis en évidence une augmentation du risque d'infarctus du myocarde en lien avec l'exposition au bruit routier.

Il y a pour l'instant moins d'évidence pour le bruit du trafic aérien. Très peu d'études ont été menées sur les effets cardiovasculaires des autres sources de bruit environnemental comme le bruit ferroviaire par exemple. L'OMS a proposé une relation exposition / risque relatif d'incidence d'infarctus du myocarde pour le bruit routier.

Pour chaque commune de l'agglomération parisienne, la morbidité liée au bruit en relation avec les infarctus du myocarde a été calculée à partir du nombre de cas incidents [1] d'infarctus, du risque relatif de survenue d'un infarctus en lien avec un niveau d'exposition au bruit routier et de la distribution de la population dans les différentes classes de bruit en Lden.

Sur la base des chiffres qui ont pu être collectés ou estimés pour l'année 2008 (6 120 cas d'infarctus du myocarde non fatals et 1 767 décès pour infarctus du myocarde au sein de l'agglomération parisienne), le calcul des DALY liés aux infarctus du myocarde du fait de l'exposition au bruit routier a fourni une valeur de 755 années de vie en bonne santé perdues (686 en raison de l'incapacité engendrée par les infarctus du myocarde non fatals et 69 du fait d'une mortalité prématurée).

Relation exposition au bruit routier et risque relatif d'incidence d'infarctus du myocarde



## Troubles de l'apprentissage

Les données disponibles en termes d'exposition au sein de l'agglomération parisienne ne permettent pas de calculer la charge de morbidité liée au bruit en relation avec les troubles de l'apprentissage. Il faudrait en effet connaître la distribution de l'exposition au bruit de la population âgée entre 9 et 17 ans, donnée indisponible à l'heure actuelle.

## Acouphènes

Ne disposant pas pour l'agglomération parisienne de données précises de prévalence des acouphènes, des valeurs européennes issues des travaux de Davis [2] et Hannaford [3] ont été utilisées. Ces valeurs sont données pour la population européenne âgée de 15 ans et plus, selon 3 stades de la maladie :

- **p1** : 3,4% de cette population souffre d'acouphènes à un stade léger,
- **p2** : 1,2% à un stade modéré,
- **p3** : 0,4% à un stade sévère.

Avec une population âgée de 15 ans et plus de 8,18 millions, on peut ainsi estimer que 408 921 personnes souffriraient d'acouphènes au sein de l'agglomération parisienne (278 066 à un stade léger, 98 141 à un stade modéré et 32 714 à un stade élevé), ce qui porte à 515 le nombre d'années de vie en bonne santé perdues du fait des acouphènes liés au bruit environnemental des transports (sur la base de coefficients d'incapacité de 0,01 pour le stade léger et de 0,11 pour les stades modéré et élevé et d'une part de 3% des acouphènes attribuables au bruit environnemental des transports).



Modélisation du bruit en façade des bâtiments



[1] L'incidence se définit comme le nombre de nouveaux cas d'une pathologie observés dans une population pendant une période donnée.

[2] Davis A. Hearing in adults, The prevalence and distribution of hearing impairment and reported hearing disability in the MRC Institute of Hearing Research's National Study of Hearing, Nottingham, MRC Institute of Hearing Research, 1995.

[3] Hannaford PC et al, The prevalence of ear, nose and throat problems in the community: results from a national cross-sectional survey in Scotland. Family Practice, 2005, 22: 227-233.

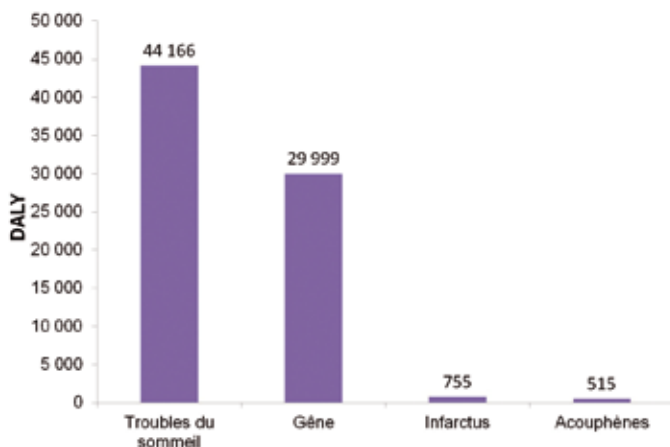
## Synthèse au niveau de l'agglomération parisienne

Au total, de l'ordre de 75 000 années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année dans l'agglomération parisienne, du fait du bruit environnemental des transports.

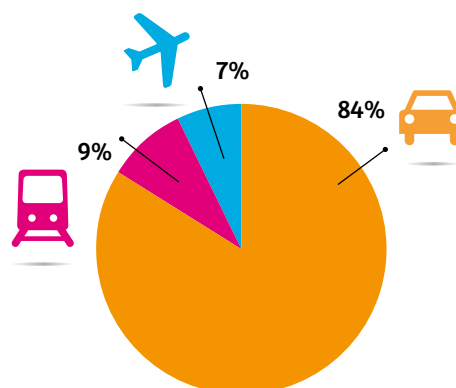
Le principal effet sanitaire correspond aux troubles du sommeil, qui représente à lui seul plus de 44 000 années de vie en bonne santé perdues soit 59% des DALY. La gêne est le deuxième effet sanitaire avec près de 30 000 années de vie en bonne santé perdues par an. Le reste est le fait d'infarctus ou d'acouphènes.

En générant 63 000 DALY, le bruit routier est responsable de 84% des impacts, même si la méthode a tendance à minimiser ceux du bruit aérien. Les troubles du sommeil associés au bruit routier représentent près de 52% des années de vie en bonne santé perdues au sein de l'agglomération parisienne.

Morbidité du bruit des transports pour chaque effet sanitaire étudié



Part des différents modes dans la morbidité du bruit des transports



Source	Troubles du sommeil	Gêne	Infarctus	Acouphènes	Total
Route	39 033	23 366	755		63 669
Fer	4 562	2 130	Non évalué	515	6 692
Air	571	4 503	Non évalué		5 074
<b>Total</b>	<b>44 166</b>	<b>29 999</b>	<b>755</b>	<b>515</b>	<b>75 435</b>

### Identification des facteurs d'incertitudes

A chaque étape de la démarche d'évaluation de l'impact sanitaire résident des incertitudes. Toutefois, les choix effectués ont été guidés par la volonté de minimiser l'impact sanitaire. Plusieurs facteurs d'incertitudes ont pu être identifiés, notamment :

#### ◆ Incertitudes liées aux données d'exposition au bruit

Les estimations des années de vie en bonne santé perdues du fait du bruit reposent sur l'utilisation de données d'exposition issues des premières cartographies du bruit produites en application de la directive européenne 2002/49/CE. La qualité de ces données s'avère variable d'une commune à l'autre. Afin de minimiser ce facteur de variabilité, les résultats ont été exprimés à l'échelle de l'agglomération afin de moyenniser les éventuelles erreurs d'estimation. Ainsi, une incertitude potentielle sur les niveaux d'exposition de +/- 3 dB(A) (ce qui correspond à une multiplication/division par deux de l'énergie sonore) conduirait à une estimation du nombre d'années en bonne santé perdues variant entre 58 000 et 97 000 DALY par an au sein de l'agglomération parisienne. Les cartes de bruit doivent réglementairement être mises à jour tous les 5 ans et la prochaine échéance est fixée à juin 2017. Une nouvelle évaluation des DALY pourra être produite sur la base de données d'exposition plus représentatives, au terme des travaux de mise à jour des cartes stratégiques du bruit qui sera réalisée pour cette échéance dans le cadre du projet de cartographie régionale du bruit porté par Bruitparif.

#### ◆ Incertitudes liées au choix des facteurs d'incapacité

Le choix du facteur d'incapacité a une forte influence sur les résultats. C'est pourquoi devant l'importance de ce critère et la difficulté de trouver un consensus d'experts pour le choix des valeurs, compte-tenu notamment de la subjectivité de certains effets comme la gêne ou les troubles du sommeil, les calculs ont été menés pour plusieurs valeurs de ce facteur et les résultats ont été présentés pour des valeurs de coefficients d'incapacité conduisant à une approche « conservatrice », à savoir guidée par la volonté de plutôt sous-estimer la morbidité.

#### ◆ La pollution atmosphérique, facteur de confusion pour l'évaluation des risques cardio-vasculaires

Les individus exposés au bruit routier sont généralement également exposés aux polluants atmosphériques. Or, s'agissant des pathologies cardio-vasculaires, les études épidémiologiques démontrent également un lien de ce type d'effet avec la pollution atmosphérique. La question reste entière de savoir si les expositions concomitantes au bruit et à la pollution atmosphérique ont des effets indépendants, additifs ou bien synergiques. En effet, peu de travaux épidémiologiques se sont intéressés à cette question. Toutefois, les effets propres du bruit, s'agissant des pathologies cardio-vasculaires, ont été démontrés dans le cadre professionnel impliquant une exposition exclusive au bruit.

## Extrapolation statistique pour une vie entière

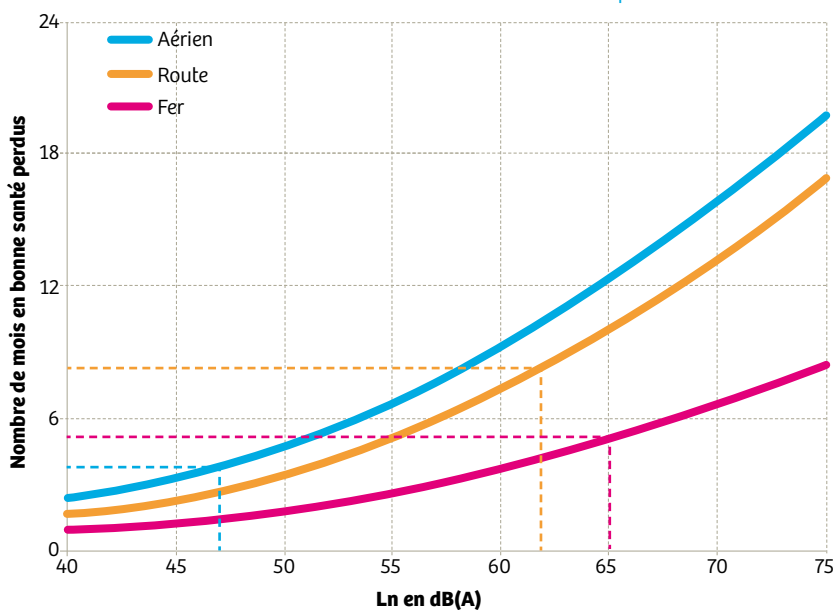
En rapportant le nombre de 75 000 DALY par an à la population de l'agglomération (un peu plus de 10 millions d'habitants) et en tenant compte d'une espérance de vie moyenne de 81,65 ans, il est possible d'estimer la période de vie en bonne santé statistiquement perdue en cumul du fait du bruit environnemental des transports pour un individu moyen résidant toute sa vie dans l'agglomération parisienne. Le calcul donne le résultat suivant : 7,29 mois.

Cette valeur n'est bien sûr qu'une moyenne, les résultats à titre individuel pouvant varier entre 0 et deux ans environ en

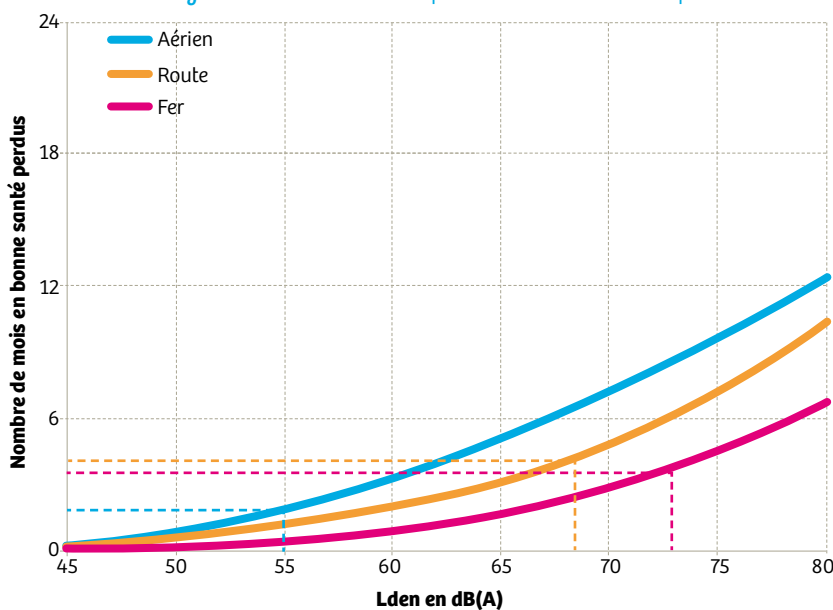
fonction du niveau d'exposition cumulée au bruit des transports et de la sensibilité propre de chaque individu au bruit.

Ainsi, les figures ci-dessous indiquent, pour les deux principaux effets sanitaires du bruit, à savoir les troubles du sommeil et la gêne, la période de vie en bonne santé perdue statistiquement du fait du bruit pour un individu moyen en fonction de son niveau d'exposition au bruit des transports, et ce, de manière cumulée au cours de sa vie. L'hypothèse est faite d'une exposition chronique à des niveaux de bruit des transports qui n'évo- luent pas au cours de la vie de l'individu.

Période de vie en bonne santé perdue au cours d'une vie entière du fait des troubles du sommeil liés aux niveaux nocturnes d'exposition au bruit



Période de vie en bonne santé perdue au cours d'une vie entière du fait de la gêne liée aux niveaux d'exposition au bruit des transports



### Exemples de lecture de ces figures

#### Exemple 1 /

Pour un individu moyen exposé toute sa vie à des niveaux de bruit routier proches des valeurs limites réglementaires,

#### à savoir

**Lden = 68 dB(A)**  
et **Ln = 62 dB(A)**,

la période en bonne santé perdue du fait du bruit s'établit à **13 mois** (près de 9 mois du fait des troubles du sommeil et 4 mois du fait de la gêne).



#### Exemple 2 /

Pour un individu moyen exposé toute sa vie à des niveaux de bruit ferré proches des valeurs limites réglementaires,

#### à savoir

**Lden = 73 dB(A)**  
et **Ln = 65 dB(A)**,

la période en bonne santé perdue du fait du bruit s'établit à **9 mois** (5 mois du fait des troubles du sommeil et 4 mois du fait de la gêne).



#### Exemple 3 /

Pour un individu moyen exposé toute sa vie à des niveaux de bruit aérien tels que ceux que l'on peut rencontrer en limite de zone III du Plan de gêne sonore de Paris-CDG,

#### à savoir

**Lden = 55 dB(A)**  
et **Ln = 47 dB(A)**,

la période en bonne santé perdue du fait du bruit s'établit à **6 mois** (4 mois du fait des troubles du sommeil et 2 mois du fait de la gêne).



# Questions à ...

## ... Nathalie Sénécals, Directrice de l'Observatoire régional de santé Île-de-France



**Pourquoi l'ORS a-t-il décidé de s'intéresser à la question du bruit et de travailler avec Bruitparif dans le cadre de cette étude ?**

Le bruit est une source de nuisances très importante en Île-de-France du fait de la forte concentration de l'habitat et de la densité des infrastructures de transports et des activités. Aussi, **dès 2009, l'ORS s'est intéressé à la question des enjeux de l'exposition au bruit pour la santé des**

**Franciliens**, en publiant une analyse de la perception du bruit en Île-de-France issue du baromètre santé-environnement 2007 de l'INPES. Les résultats interpellaient : 71 % des Franciliens se disaient gênés par le bruit à leur domicile et 26% déclaraient l'être très souvent, voire en permanence. Un quart des Franciliens disaient par ailleurs avoir déjà ressenti les effets du bruit sur leur santé.

**Les conséquences sanitaires du bruit sont aujourd'hui bel et bien démontrées** au travers des différentes études publiées à ce sujet au niveau international. Elles dépassent la simple gêne occasionnée. Au-delà des effets sur le système auditif constatés à des niveaux sonores élevés, plusieurs effets extra-auditifs ont ainsi été identifiés : en particulier les perturbations du sommeil, les troubles cardiovasculaires et la baisse des capacités d'apprentissage. Les études ont également montré que le bruit est un facteur qui renforce les inégalités sociales, les populations les plus exposées étant aussi

généralement les plus défavorisées. En ce sens, la **lutte** contre le bruit s'inscrit également pleinement dans celle **contre les inégalités sociales de santé**.

Afin de faire progresser la prise de conscience sur cet enjeu majeur de santé publique, **il est nécessaire de disposer de données quantifiées sur les territoires** et de les diffuser. Cet enjeu de connaissances objectivées et partagées est d'autant plus important qu'il vise à éclairer l'élaboration d'une politique régionale de prévention en matière de santé environnementale.

C'est la raison pour laquelle **les deux observatoires du bruit (Bruitparif) et de la santé (ORS) en Île-de-France ont décidé de travailler ensemble** à évaluer la morbidité liée au bruit des transports au sein de l'agglomération parisienne.

Nous avons pour cela utilisé la méthode synthétique des DALY préconisée par l'OMS qui permet de mesurer l'impact sanitaire imputable à différents facteurs environnementaux. Avec plus de 75 000 années de vie en bonne santé perdues chaque année au sein de l'agglomération parisienne du fait du bruit des transports, les résultats obtenus viennent confirmer les tendances mises en évidence par l'OMS au niveau européen. **Parmi les facteurs de risque environnemental en milieu urbain, le bruit apparaît ainsi comme l'une des premières causes de morbidité derrière la pollution atmosphérique.** De surcroît, lutter contre le bruit aura un impact bénéfique sur la pollution de l'air.

## ... Fanny Mietlicki, Directrice de Bruitparif



**Quelles suites et perspectives envisagez-vous pour cette étude ?**

Cette étude a permis de démontrer l'importance, en termes de santé publique, que représente l'exposition de la population au bruit environnemental des transports au sein de l'agglomération parisienne.

**De nombreux volets restent néanmoins à améliorer ou à explorer** pour parfaire

encore la quantification des enjeux posés par le bruit.

Il s'agit tout d'abord **d'améliorer la qualité des données d'exposition au bruit**. Nous y travaillons dans le cadre de la réactualisation des cartes de bruit exigée par la directive européenne 2002/49/CE. Grâce à un travail important de coordination et de cohérence technique mené au travers du projet de cartographie régionale porté par Bruitparif, il sera possible d'ici un an environ de disposer de cartes de bruit des transports mises à jour sur l'agglomération parisienne et d'ici fin 2017 sur l'ensemble du territoire francilien.

Il s'agit ensuite de travailler à **renforcer la pertinence des indicateurs d'exposition** utilisés. Jusqu'à présent, la plupart des études épidémiologiques ont utilisé des indicateurs énergétiques d'exposition au bruit. Or, des moyennes de bruit sont insuffisantes pour rendre compte des perturbations biologiques induites par les événements bruyants ponctuels au cours de la nuit, notamment. Bruitparif a contribué à la promotion des indicateurs événementiels qui s'intéressent aux pics de bruit et a mis au point récemment, dans le cadre d'un projet européen Life, l'indice Harmonica, un indice grand public qui tient compte des deux composantes du bruit

(bruit de fond et pics). De tels indicateurs pourraient à l'avenir être utilisés dans les études épidémiologiques afin d'améliorer à terme la qualité des courbes dose-réponse.

Il s'agira également à l'avenir de **s'intéresser à d'autres sources d'exposition au bruit** que les transports. Les activités festives ou récréatives qui se déroulent sur l'espace public sont par exemple des sources de nuisances sonores qui se multiplient ou s'intensifient dans certains quartiers. Des études pourraient être lancées pour mieux appréhender l'impact sur la santé des conséquences des expositions à de telles sources de bruit.

En matière d'exploration enfin, il nous semble important de **travailler désormais à la quantification économique des impacts sanitaires du bruit**, car il est important pour les décideurs de disposer de telles données. Une première tentative d'estimation des coûts économiques des années de vie en bonne santé perdues dues au bruit environnemental des transports a été proposée sur le territoire de l'Union Européenne par l'OMS en 2013 [1]. La conversion des DALY en valeurs monétaires consiste à multiplier le nombre de DALY par la « valeur statistique économique d'une année de vie » (VSLY) qui a été évaluée à 50 000 € pour le bruit dans l'environnement. Les coûts économiques de la charge de morbidité liée au bruit dans l'environnement publiés par l'OMS pour l'Union Européenne s'élèvent ainsi à plus de 84 milliards d'euros par an. En appliquant cette méthode au territoire de l'agglomération parisienne, la facture s'élèverait ainsi à environ 3,8 milliards d'euros. Bien que devant être interprété avec précaution et considéré comme exploratoire, ce montant permet de démontrer la nécessité d'investir dans des politiques de réduction du bruit à la source et des mesures de gestion appropriées.

[1] F. Georges, M-E. Heroux, K. Fong, « Public health and economic burden of environmental noise », *Internoise 2013, Innsbruck, Austria* (2013).