Impact sanitaire du bruit dans l'agglomération parisienne : quantification des années de vie en bonne santé perdues.

Note de synthèse sur l'application à l'agglomération parisienne de la méthode de l'OMS pour la détermination de la morbidité liée au bruit.

BRUITPARIF
Observatoire du bruit en Ile-de-France

ORS Ile-de-France
Observatoire Régional de Santé Ile-de-France

avec le concours du Bureau régional de l'OMS pour l'Europe
Organisation Mondiale de la Santé

Novembre 2011

1. Contexte et objectif

1.1. Le bruit, une nuisance majeure en Ile-de-France

Transports, industrie, travail, voisinage : les sources de bruits sont multiples, en particulier dans les zones fortement urbanisées telles que l'Ile-de-France. La population y est soumise en permanence à des expositions sonores ambiantes et, du fait de l'étendue du tissu urbain, il est difficile de s'y soustraire. Une étude portant sur les perceptions de l'environnement et de ses effets sur la santé a montré que près de trois Franciliens sur quatre se déclarent gênés par le bruit à leur domicile, et un sur quatre l'est souvent ou en permanence[1]. Le bruit figure ainsi parmi les nuisances majeures ressenties par les Franciliens dans leur vie quotidienne.

Toutefois, le bruit est avant tout perçu par les Franciliens comme un problème local de qualité de vie avant d'être un objet de préoccupations sanitaires. Même si deux tiers des Franciliens perçoivent le risque sanitaire lié au bruit comme plutôt élevé, les préoccupations sanitaires déclarées pour d'autres nuisances, comme l'amiante ou la pollution de l'air, sont nettement plus importantes[1]. Pourtant les effets du bruit ambiant sur la santé sont nombreux.

1.2. Les effets du bruit ambiant sur la santé

De nombreuses études ont montré que les expositions ambiantes étaient associées à de nombreux effets extra-auditifs non spécifiques[2] ; les niveaux ambiants étant généralement trop faibles pour affecter le système auditif (niveaux inférieurs à 85 dB(A)). Les mécanismes d'action sont toutefois complexes. D'une part, une stimulation acoustique constitue une agression de l'organisme et engendre une réponse non spécifique, qui dépend des caractéristiques physiques du bruit (intensité, fréquence, durée). D'autre part, le bruit est une notion subjective et la réaction à une stimulation sonore est influencée par des représentations individuelles (utilité des sources, bruit choisi ou subi, contrôle des sources).

Un des principaux effets extra-auditifs du bruit concerne les perturbations du sommeil, pour des niveaux de l'ordre de 50 dB(A) (rue résidentielle). Ces perturbations engendrent une fatigue notable et renforcent des effets directement attribuables au bruit comme la diminution de la vigilance, de l'efficacité au travail ou de l'apprentissage durant l'enfance. Des effets sur le système nerveux autonome ont également été observés, les expositions au bruit générant un stress qui entraine des réponses diverses de l'organisme, végétatives (notamment sur le système cardio-vasculaire) et endocriniennes (élévation des sécrétions de catécholamines, de cortisol).

Le bruit est par ailleurs responsable de nombreux effets psychosociaux, avec en premier lieu une dégradation de la qualité de vie, mais aussi une modification des attitudes et du comportement social (agressivité et troubles du comportement, diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui).

---

[1] *Grange D. et al. « Les perceptions du bruit en Ile-de-France », Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, rapport et synthèse, mars 2009.*

[2] *Camard et al. « Le bruit et ses effets sur la santé, estimation de l'exposition des Franciliens », Observatoire régional de santé d'Ile-de-France, Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, synthèse, avril 2005. AFSSET: « Impact sanitaire du bruit. Etat des lieux. Indicateurs bruit-santé ». 2004, 304 p.*

1.3. Des risques importants de pertes auditives à des niveaux d'exposition élevés

Très peu rencontrés dans la nature, les niveaux sonores élevés entraînent une altération du système auditif, peu adapté à les supporter durant de longues périodes. Il s'agit principalement de la dégradation d'une partie des cellules ciliées de l'oreille interne, cellules fragiles, peu nombreuses et ne se renouvelant pas, ce qui entraîne une perte irrémédiable de l'audition.

Il est estimé que des troubles auditifs peuvent être observés suite à une exposition de plusieurs années à un niveau de 85 dB(A) (voie criée, rue animée à fort trafic). Plus le niveau sonore est élevé, plus le risque est grand et la dégradation rapide. Une exposition à un niveau proche de 100 dB(A) (discothèques, concerts) est ainsi susceptible d'entraîner des symptômes persistants et irréversibles : une baisse sensible de l'audition, des acouphènes et/ou une hyperacousie, en d'autres termes un traumatisme sonore aigu. Plus fréquemment, ce type d'exposition n'entraîne aucun trouble auditif ou des troubles temporaires, tels que des acouphènes, persistant quelques heures à quelques jours. Cependant, si ces troubles sont sans gravité immédiate, le système auditif subit un vieillissement prématuré, ce qui peut conduire à une surdité précoce.

1.4. Des études épidémiologiques à l'évaluation d'impact sanitaire

L'exposition au bruit ambiant, en particulier en zone hyper agglomérée, constitue ainsi un véritable enjeu de santé publique. Afin de guider l'action publique en matière de réduction des niveaux de bruit ambiant, des méthodes d'évaluation quantitative du risque sanitaire ont été développées permettant d'évaluer l'impact sanitaire attribuable à cette exposition. Le principe de cette méthode, basé notamment sur la connaissance de la relation dose-effet entre une source de bruit et un effet sanitaire, ainsi que la distribution de l'exposition au bruit de la population, permet de déterminer le nombre de cas attribuables (pour chaque effet considéré) à l'exposition au bruit dans cette population.

L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), dans une étude internationale coordonnée par le bureau Europe de l'OMS avec le concours du Centre Commun de Recherche de la Commission Européenne[3], a ainsi évalué, à l'échelle européenne, pour chacun des impacts sanitaires reconnus du bruit (perturbations du sommeil, maladies cardiovasculaires, troubles de l'apprentissage, acouphènes et gêne), la charge de morbidité au moyen de l'indicateur quantitatif des « années de vie en bonne santé perdues » (en anglais : disability-adjusted life-years, ou DALYs). Cette étude s'appuie sur les données d'exposition au bruit de la population produites en application de la directive européenne 2002/49/CE à l'échelle des agglomérations ou des Etats membres pays, telles qu'elles étaient disponibles début 2011 sur le site de l'AEE (Agence Européenne de l'Environnement).

[3] *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.*

Ainsi, il a été estimé qu'au moins un million d'années de vie en bonne santé seraient perdues chaque année en Europe occidentale sous l'effet du bruit causé par les infrastructures de transport, soit :

- 61 000 ans en raison des maladies cardiovasculaires,
- 45 000 ans en raison des troubles de l'apprentissage,
- 903 000 ans en raison des perturbations du sommeil,
- 22 000 ans en raison des acouphènes,
- 587 000 ans en raison de la gêne.

Ce travail souligne l'importance de ce problème de santé publique et a vocation à servir de base à la révision des valeurs guides de l'OMS sur le bruit, demandée par les États membres lors de la cinquième Conférence ministérielle sur l'environnement et la santé tenue à Parme (Italie) en 2010.

Cette publication fournit par ailleurs un appui technique pour la réalisation d'évaluations quantitatives des risques liés au bruit environnemental pour la mise en place de politiques environnementale et sanitaire.

Cette méthode a ainsi été appliquée à l'agglomération parisienne pour calculer la charge de morbidité liée au bruit environnemental en utilisant les données disponibles à la commune (tant pour l'exposition au bruit que pour les indicateurs sanitaires). Ce travail a été mené conjointement par l'Observatoire Régional de Santé Ile-de-France (ORS Ile-de-France) et Bruitparif (Observatoire du bruit en Ile-de-France), avec l'appui et l'expertise du Dr Rokho KIM de l'OMS.

2. Présentation de la méthode de l'OMS

L'OMS s'appuie sur le corpus d'études épidémiologiques qui ont été menées par diverses équipes de recherche pour évaluer les risques sanitaires du bruit environnemental et proposer une méthode permettant de quantifier l'impact sanitaire des différentes sources de bruit de l'environnement au travers de l'estimation du nombre d'années de vie en bonne santé perdues. Cette estimation est calculée pour chaque effet sanitaire du bruit en utilisant les informations et données suivantes :

- le nombre d'événements sanitaires répertoriés dans la population (incidences et prévalences) pour chaque effet sanitaire considéré ;
- la distribution de l'exposition aux différentes sources de bruit dans l'environnement au sein de la population considérée ;
- les relations connues de type dose-effet pour chaque effet sanitaire et chaque source de bruit ;
- le coefficient d'incapacité associé à chaque effet sanitaire.

2.1. Indicateurs sanitaires retenus

Après avoir examiné les différentes études disponibles mettant en évidence des relations entre le bruit et la santé, l'OMS a retenu les effets sanitaires suivants :

- maladies cardiovasculaires,
- troubles du sommeil,
- gêne,
- troubles de l'apprentissage,
- acouphènes.

Les sources de bruit prises en considération dans la méthode d'estimation des « DALYs » liés au bruit environnemental dépendent de l'effet sanitaire à caractériser et de la disponibilité des données d'exposition. Ainsi, selon l'effet, les sources de bruit suivantes ont été prises en compte : bruit routier, bruit ferroviaire et bruit aérien.

Il est à noter que les données disponibles en termes d'exposition ne permettent pas de calculer la charge de morbidité liée au bruit en relation avec les troubles de l'apprentissage dans l'agglomération parisienne. Il faudrait en effet connaître la distribution de l'exposition au bruit de la population âgée entre 9 et 17 ans, ce qui n'est pas une donnée connue à l'heure actuelle. La méthode ne sera donc pas détaillée pour cet indicateur.

2.2. Indicateurs d'exposition au bruit

Les données sur l'exposition des populations au bruit utilisées dans l'étude de l'OMS proviennent des résultats issus des cartographies du bruit exigées par la directive européenne 2002/49/CE et transmises par chaque état membre. Ces cartographies ont été élaborées pour les indicateurs réglementaires Lden et Lnight définis par la directive.

2.3. Choix des relations entre l'exposition à une source de bruit et un effet sanitaire

Les relations dose-effet sont dérivées des résultats des études épidémiologiques. La validité de ces relations doit être évaluée en considérant les critères suivants :

- qualité des études utilisées (le choix des critères doit être clairement énoncé) ;
- exhaustivité du recensement des études ;
- qualité de l'estimation des expositions et la temporalité ;
- convergence des résultats ;
- transposabilité des résultats à la population à laquelle on souhaite appliquer la relation exposition / risque ;
- plausibilité biologique.

Selon ces critères, l'OMS[4] a sélectionné une relation dose-effet, lorsque disponible, pour chaque effet sanitaire retenu en lien avec les différentes sources de bruit telle que présentée ci-après. Pour la gêne et les troubles de sommeil, cette relation permet d'estimer directement le pourcentage de personnes affectées en fonction du niveau d'exposition (équations présentées ci-après) alors que pour les infarctus du myocarde, la relation fournit un risque relatif. Pour les acouphènes, il n'existe pas de relation exposition / risque, toutefois une estimation de la part attribuable globalement au bruit environnemental est proposée.

[4] *Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO 2011*

2.3.1. Relations retenues pour la gêne

La gêne est l'effet lié au bruit le plus communément admis. La gêne est généralement évaluée à l'aide de questionnaires directement adressés à la population. Des questionnaires standardisés ont été développés afin de rendre compte de divers degrés de gêne. Ainsi des relations dose-effet entre l'exposition à une source de bruit et la gêne ont pu être dérivées. Celles retenues dans l'étude de l'OMS sont issues d'une publication de la Commission européenne[5] qui détermine le pourcentage de la population fortement gênée par le bruit en fonction du niveau sonore auquel elle est exposée. Le pourcentage de personnes fortement gênées (%HA Highly Annoyed) est estimé pour chaque source de bruit considérée selon les équations suivantes :

Bruit routier :

$$\%HA = 9{,}868 * 10^{-4}(L_{den} - 42)^3 - 1{,}436 * 10^{-2}(L_{den} - 42)^2 + 0{,}5118(L_{den} - 42)$$

Bruit ferroviaire :

$$\%HA = 7{,}239 * 10^{-4}(L_{den} - 42)^3 - 7{,}851 * 10^{-3}(L_{den} - 42)^2 + 0{,}1695(L_{den} - 42)$$

Bruit aérien :

$$\%HA = -9{,}199 * 10^{-5}(L_{den} - 42)^3 + 3{,}932 * 10^{-2}(L_{den} - 42)^2 + 0{,}2939(L_{den} - 42)$$

La figure 1 propose une représentation graphique de ces équations.

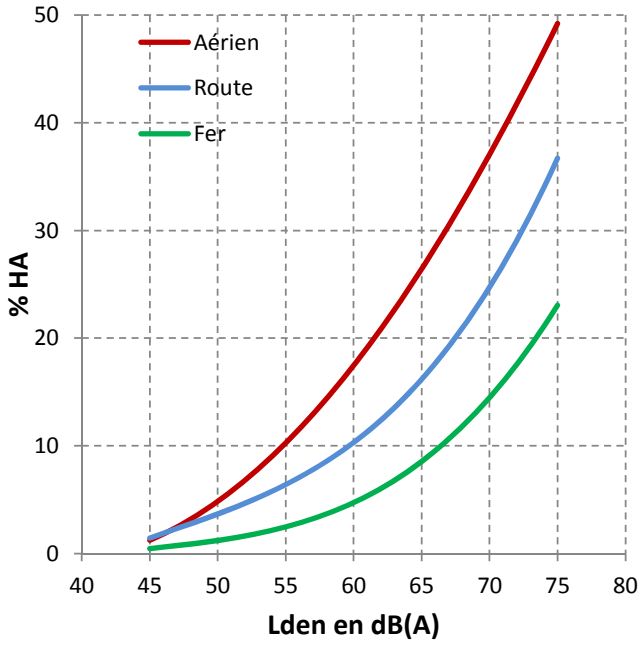

Figure 1 : %HA pour le bruit routier, ferroviaire et aérien.

[5] *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, accessed 31 July 2010).*

2.3.2. Relations retenues pour les troubles du sommeil

Les troubles du sommeil sont une des plaintes les plus souvent mises en avant par les populations exposées. Ces troubles peuvent être approchés par des mesures physiologiques, toutefois, dans les études épidémiologiques, ils sont généralement recueillis par questionnaire. Des échelles ont également été développées afin de rendre compte des différents degrés de troubles. Des relations doses effet ont ainsi pu être développées en considérant les expositions nocturnes. Le pourcentage de la population susceptible d'avoir des troubles significatifs du sommeil liés à son exposition au bruit (%HSD Highly Sleep-Disturbed) est estimé par les équations suivantes, basées sur les travaux de Miedema & al.[6] :

Bruit routier :

$$\%\mathrm{HSD} = 20{,}8 - 1{,}05\left(\mathrm{L_{night}}\right) + 0{,}01486\left(\mathrm{L_{night}}\right)^2$$

Bruit ferroviaire :

$$\%\mathrm{HSD} = 11{,}3 - 0{,}55\left(\mathrm{L_{night}}\right) + 0{,}00759\left(\mathrm{L_{night}}\right)^2$$

Bruit aérien :

$$\%\mathrm{HSD} = 18{,}147 - 0{,}956\left(\mathrm{L_{night}}\right) + 0{,}01482\left(\mathrm{L_{night}}\right)^2$$

La figure 2 propose une représentation graphique de ces équations.

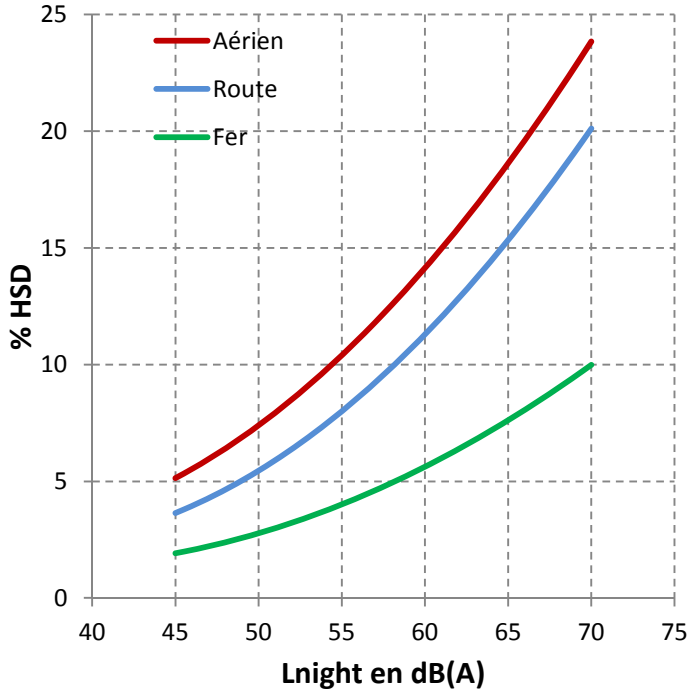

Figure 2 : %HSD pour le bruit routier, ferroviaire et aérien.

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

2.3.3. Relation retenue pour les 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 dérivé une relation exposition / risque de l'incidence d'infarctus du myocarde à partir des résultats d'études épidémiologiques retenues selon les critères exposés plus haut. L'Odds Ratio (OR), qui peut être interprété comme le risque relatif, est exprimé selon l'équation suivante :

$$OR = 1{,}63 - 0{,}000613 * \left(L_{day,16h}\right)^2 + 0{,}00000736 * \left(L_{day,16h}\right)^3$$

La figure 3 propose une représentation graphique de cette équation.

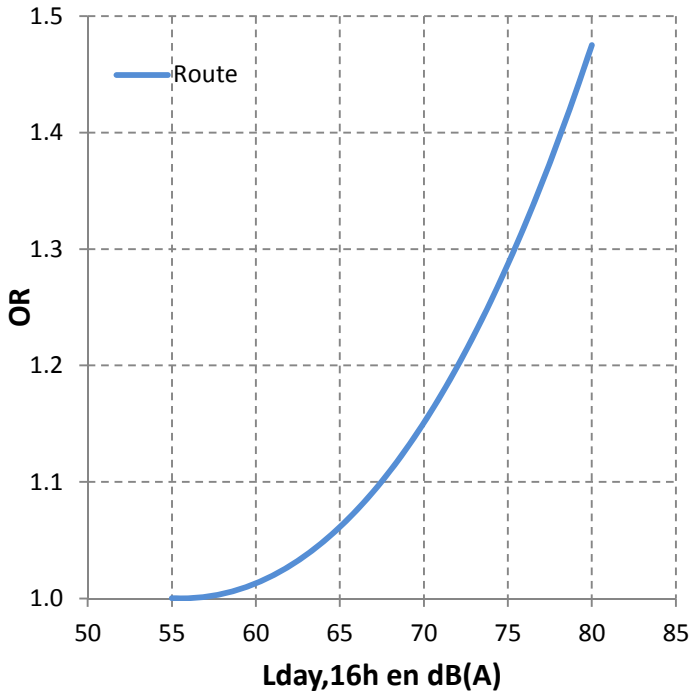

Figure 3 : Relation exposition / risque pour le bruit routier modélisée par une fonction polynomiale.

L'indicateur acoustique (Lday,16h) exploité dans cette équation, non exigé par la directive européenne, n'est pas systématiquement disponible. Aussi, l'approximation conseillée par l'OMS pour évaluer l'indicateur Lday,16h associé au bruit routier est d'utiliser l'indicateur Lden en considérant que :

$$L_{den} = L_{day,16h} + 2dB$$

Le risque relatif (RR) est alors calculé pour chaque classe d'exposition au bruit.

Classe d'exposition au bruit (Lden)	<55	55-59	60-64	65-69	70-74	>75
Odds Ratio	1	1	1,015	1,067	1,161	1,302

2.3.4. Cas des acouphènes

L'acouphène chronique est un bruit subjectif, entendu sans cesse, jour et nuit, « 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 être la séquelle d'un accident traumatique. Il survient fréquemment après un traumatisme sonore ou barométrique. La plupart du temps, l'étiologie de l'acouphène n'est pas clairement identifiée. Toutefois, l'acouphène est très souvent présent simultanément à une perte auditive. Il peut correspondre à un bruit induit par une perte auditive ou induit directement par une exposition au bruit. Malgré des limitations dans la compréhension de la physiopathologie, il ne fait aucun doute qu'une exposition aigue et chronique au bruit peut provoquer des acouphènes invalidants. La déficience auditive n'est pas censée se produire pour des niveaux d'exposition au bruit LAeq 8h inférieurs à 75 dB(A), même pour l'exposition au bruit prolongée du travail. De même, une exposition au bruit à des niveaux LAeq 24h inférieurs à 70 dB(A) ne devrait pas causer des troubles auditifs pour la grande majorité de la population, même après une vie d'exposition. Dans certains environnements urbains, le bruit du trafic routier dépasse parfois des niveaux de 85 dB(A). Le bruit environnemental peut de ce fait avoir une incidence potentielle non négligeable sur l'apparition d'acouphènes. Du fait d'un nombre restreint d'études disponibles, il n'a pas été possible de développer une relation dose-réponse.

En effet, la plupart des études examinées par l'OMS ne s'intéressent pas directement à la relation entre la prévalence des acouphènes dans la population étudiée et les causes potentielles. Les rares études qui abordent ce sujet ne traitent pas spécifiquement le bruit dans l'environnement comme un facteur causal. En outre, il n'y a pas de spécificité clinique particulière des acouphènes induits par le bruit de l'environnement par rapport à d'autres causes potentielles. A défaut de relation exposition / risque, la part relative des acouphènes liée au bruit environnemental a été estimée par un consensus d'experts (cf. §3.2.4.).

2.4. Choix des coefficients d'incapacité

La notion d'incapacité traduit ici une dégradation de l'état de santé plus ou moins importante, quantifiée par le coefficient d'incapacité ou disability weight (DW). En effet, le coefficient DW, associé à chaque impact sanitaire, 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. Plusieurs valeurs de coefficient peuvent être parfois proposées tel que présenté dans le tableau suivant (en gras figure la valeur retenue dans le calcul OMS) :

Coefficients d'incapacité	DW_{inf}	DW	DW_{sup}
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**	

Dans le cas de la gêne, alors que le nombre d'études dédiées à la détermination du facteur d'incapacité (DW) est relativement limité, l'OMS propose de retenir la valeur DW = 0,02 avec une plage d'incertitude élevée variant entre 0,01 à 0,12. La valeur de 0,02 conduit à une approche « conservative », à savoir guidée par la volonté de plutôt sous-estimer la morbidité.

Sur la base d'une étude exhaustive par le groupe d'experts de l'OMS de plusieurs travaux de recherche, le coefficient d'incapacité DW associé aux troubles du sommeil a été fixé à 0,07 dans le calcul des DALYs. La valeur retenue tient compte des distributions statistiques de DW observées dans les différents travaux de recherche étudiés, dont les variations se traduisent par un intervalle d'incertitude compris entre 0,04 et 0,10.

Différentes valeurs de DW sont utilisées dans les rapports de l'OMS d'évaluation des risques d'infarctus du myocarde. La valeur de DW retenue par l'OMS est de 0,405 pour l'infarctus aigu du myocarde[7] [8]. Dans la littérature, des valeurs autour de 0,350 sont proposées pour la cardiopathie ischémique et pour l'hypertension.

Concernant la détermination du coefficient d'incapacité DW associé à l'acouphène, le groupe d'experts mis en œuvre par l'OMS a étudié plusieurs approches. L'approche retenue est fondée sur le concept de « capacité à affecter le fait de mener une vie normale ». Deux valeurs de DW ont été proposées pour différents niveaux de gravité de la maladie. Suivant le stade de la maladie, le coefficient d'incapacité DW associé à chaque stade d'acouphène varie de 0,01 (stade léger) à 0,11 (stades modéré et sévère). Ces chiffres traduisent une sensibilité accrue aux effets du bruit environnemental pour les personnes les plus gravement atteintes.

[7] *Région de l'étude épidémiologique de l'OMS : Andorre, Autriche, Belgique, Croatie, Chypre, République Tchèque, Danemark, Finlande, France, Allemagne, Grèce, Islande, Irlande, Israël, Italie, Luxembourg, Malte, Monaco, Pays-Bas, Norvège, Portugal, Saint-Marin, Slovénie, Espagne, Suède, Suisse and the Royaume-Uni.*

[8] *Mathers CD et al. Global burden of disease in 2002: data sources, methods and results. Geneva, World Health Organization, 2003 (Global Programme on Evidence for Health Policy Discussion Paper No. 54) http://www.who.int/healthinfo/paper54.pdf, accessed 28 August 2006).*

2.5. Calcul du fardeau de la maladie

Le fardeau global de la maladie liée au bruit peut être exprimé au travers de l'indicateur synthétique « DALYs » (Disability Adjusted Life Years), en d'autres termes les années de vie ajustées sur l'incapacité. Les DALYs 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 perdues par mortalité prématurée (Years of Life Lost ou *YLL*) et des années de vie en bonne santé perdues en raison d'une incapacité ou de la maladie (Years Lost due to Disability ou *YLD*).

$$DALY = YLL + YLD$$

La méthode décrite par l'OMS propose d'estimer cet indicateur pour chaque effet sanitaire de l'exposition au bruit retenu. La mortalité prématurée ne concerne que les infarctus, ainsi le nombre d'années de vie perdues par mortalité prématurée n'est calculé que pour cet effet sanitaire, les autres effets ne sont exprimés qu'en termes d'années de vie en bonne santé perdues.

2.5.1. Calcul des années de vie en bonne santé perdues (YLD)

Ce calcul est réalisé selon l'équation suivante :

$$YLD = I * DW * D$$

où *I* est le nombre de cas attribuables au bruit au sein de la population (pour chaque effet sanitaire considéré), *DW* le coefficient d'incapacité 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. Le nombre de cas attribuables (*I*) est obtenu en rapportant la fraction attribuable à la taille de la population.

2.5.2. Calcul des années de vie perdues par mortalité prématurée (YLL)

L'indicateur *YLL* est calculé à partir de l'équation ci-après.

$$YLL = \left(\sum_{décès} L \right) * PAF$$

où *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. La *PAF* est calculée à partir du pourcentage de population exposée et de la relation dose-réponse selon l'équation suivante :

$$PAF = \frac{(\sum_i P_i RR_i) - 1}{\sum_i P_i RR_i}$$

où *i* est l'ensemble des classes d'exposition au bruit, *Pi* le pourcentage de population dans la classe *i*, et *RRi* le risque relatif associé à la classe *i*.

2.5.3. Calcul des DALYs dans le cas des acouphènes

L'équation ci-après résume la méthode proposée par l'OMS pour l'estimation de l'indicateur DALYs associé à l'acouphène.

$$DALYs = n_{pop \geq 15\ years\ old} \times \alpha \times \sum_{i=1}^{3} p_i \times DW_i$$

où :

- $n_{pop \geq 15\ years\ old}$ représente la population âgée de 15 ans et plus sur l'ensemble du territoire étudié,
- α représente la fraction attribuée au bruit environnemental (cf. §3.2.4),
- p_i représente le taux de prévalence des acouphènes pour 3 stades de la maladie ($i = \{1, 2, 3\}$) (cf. §3.3.2),
- DW_i représente le coefficient d'incapacité pour 3 stades de la maladie ($i = \{1, 2, 3\}$, *cf. §2.4)*,
- $i = 1$: stade léger de la maladie, $i = 2$: stade modéré, $i = 3$: stade sévère (cf. §2.4).

3. Application de la méthode à l'agglomération parisienne

3.1 Délimitation de la zone d'étude

A l'échelle de la région Ile-de-France, l'étude s'est limitée au territoire de l'agglomération parisienne[9]. En effet, il n'existe que des données partielles pour l'instant sur l'exposition des populations au bruit en dehors de ce territoire, où seules sont disponibles des données au voisinage des grandes infrastructures de transport (voies routières de plus de 6 millions de véhicules par an, voies ferrées de plus de 60 000 trains par an). Le territoire de l'agglomération parisienne compte 9 644 507 d'habitants (INSEE 1999).

3.2. Données d'exposition au bruit

Afin d'appliquer la méthode à l'agglomération parisienne, Bruitparif a exploité les statistiques d'exposition au bruit publiées par les communes ou intercommunalités en charge de la mise en œuvre de la directive 2002/49/CE à l'échelle de l'agglomération parisienne. Ces données sont disponibles pour près de 90 % de la population de l'agglomération parisienne.

Les données exploitées (données de trafic, population, bâtiment, topographie…) pour la mise en œuvre de la directive 2002/49/CE à l'échelle de l'agglomération parisienne sont relativement hétéroclites en termes de dates. Elles s'étalent pour la majeure partie entre 1999 (exemple : données INSEE RGP 1999 pour la population) et 2006 (exemple : données de trafic ferroviaire). Pour les communes ou intercommunalités où les cartes n'ont pas été réalisées ou n'ont pas encore fait l'objet d'une publication, Bruitparif a utilisé les données d'exposition fournies par les cartes des grandes infrastructures produites par les services de l'Etat. Il s'agit de données au voisinage des grandes infrastructures de transport (voies routières de plus de 6 millions de véhicules par an, voies ferrées de plus de 60 000 trains par an).

[9] *La définition de l'INSEE de la notion d'unité urbaine ou d'agglomération repose sur la continuité du bâti et le nombre d'habitants. On appelle unité urbaine une commune ou un ensemble de communes présentant une zone de bâti continu (pas de coupure de plus de 200 mètres entre deux constructions) qui compte au moins 2 000 habitants.*

3.2.1. Estimation de la population exposée pour ce qui concerne la gêne

Pour chaque commune, les équations décrites au §2.3.1 nécessitent des données sur la distribution de la population en fonction de son niveau d'exposition au bruit évalué selon l'indicateur Lden. Les données disponibles sont le nombre d'habitants par classe de 5 en 5 dB(A), à partir de 55 dB(A).

Aussi, afin de calculer les pourcentages de personnes hautement gênées pour chaque classe de bruit, la valeur de l'indicateur Lden correspondant au milieu de la classe a été retenue, à savoir les valeurs suivantes : 57,5 dB(A) / 62,5 dB(A) / 67,5 dB(A) / 72,5 dB(A). Au-delà de 75 dB(A), afin de ne pas surestimer le nombre de personnes hautement gênées, la valeur de 72,5 dB(A) a été appliquée afin de maintenir le taux de personnes gênées similaire à celui de la classe 70-75 dB(A).

Pour la gêne, l'application de la méthode « DALYs » nécessite de quantifier la population exposée à des niveaux Lden inférieurs à 55 dB(A). Les données d'exposition au bruit n'étant pas disponibles pour ces valeurs, Bruitparif a estimé la population de l'agglomération parisienne concernée à partir des hypothèses suivantes :

- pour l'exposition au bruit routier, la population non affectée aux différentes classes de valeurs Lden supérieures à 55 dB(A) a été intégralement affectée à la classe < 55 dB(A) ;
- pour l'exposition au bruit ferroviaire, le pourcentage de la population dans la classe < 55 dB(A) est supposée identique à celui inscrit dans la classe 55-59 dB(A) ;
- pour l'exposition au bruit aérien, la population non affectée aux classes de valeurs Lden supérieures à 55 dB(A) a été intégralement affectée à la classe inférieure à 55 dB(A) pour les communes impactées par le bruit aérien[10] ;
- pour les trois sources de bruit considérées (routier, ferroviaire et aérien), pour la population exposée à des niveaux inférieurs à 55 dB(A) en Lden, la valeur de 48 dB(A) a été retenue.

Précisons que l'ensemble de ces hypothèses a été mis en œuvre dans le cadre de l'application de la méthode d'estimation des « DALYs » liés au bruit environnemental à l'agglomération parisienne, en s'assurant systématiquement de la compatibilité du total des valeurs obtenues avec la population totale de l'agglomération parisienne.

3.2.2. Estimation de la population exposée pour ce qui concerne les troubles du sommeil

Pour chaque commune, les équations décrites au §2.3.2 nécessitent des données sur la distribution de la population en fonction de son niveau d'exposition au bruit évalué selon l'indicateur Lnight. Les données disponibles sont le nombre d'habitants par classe de 5 en 5 dB(A), à partir de 50 dB(A).

Aussi, afin de calculer les pourcentages de personnes hautement gênées pour chaque classe de bruit, la valeur de l'indicateur Lnight correspondant au milieu de la classe a été retenue, à savoir les valeurs suivantes : 52,5 dB(A) / 57,5 dB(A) / 62,5 dB(A) / 67,5 dB(A). Au-delà de 70 dB(A), la valeur de 72,5 dB(A) a été appliquée.

Pour les troubles du sommeil, l'application de la méthode d'estimation des « DALYs » liés au bruit nécessite de quantifier la population exposée à des niveaux Lnight dans la classe 45-49 dB(A). Les données d'exposition au bruit n'étant pas disponibles pour cette classe de valeurs, l'OMS a posé comme hypothèse que le pourcentage de la population dans la classe 45-49 dB(A) est identique à celui inscrit dans la classe 50-54 dB(A). La valeur de 47,5 dB(A) a été retenue pour la classe 45-49 dB(A). Ces hypothèses ont été mise en œuvre dans le cadre de l'application de la méthode « DALYs »

[10] *Communes inscrites dans les plans de gêne sonore (PGS) et d'exposition au bruit (PEB) ou concernées par les courbes d'environnement sonore (CES).*

à l'agglomération parisienne, en s'assurant toutefois de la compatibilité du total des valeurs obtenues avec la population totale de l'agglomération parisienne.

3.2.3. Estimation de la population exposée pour ce qui concerne les infarctus du myocarde

Pour chaque commune, le nombre de personnes exposée aux classes de bruit (Lden) suivantes a été estimé : < 55 dB(A) ; 55-59 dB(A) ; 60-64 dB(A) ; 65-69 dB(A) ; 70-74 dB(A) ; > 75 dB(A).

3.2.4. Estimation de la population exposée pour ce qui concerne les acouphènes

Sous l'égide de l'OMS, un consensus d'experts a estimé la fraction des acouphènes attribuables spécifiquement à l'exposition au bruit environnemental à 3 %. Cette valeur est jugée conservatrice, plausible et raisonnable.

3.3. Données sanitaires

Les indicateurs retenus à l'échelle de l'agglomération parisienne pour calculer la morbidité liée au bruit sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

	Bruit environnemental		
	Bruit routier	Bruit ferroviaire	Bruit aérien
Gêne	***YLD***	***YLD***	***YLD***
Troubles du sommeil	***YLD***	***YLD***	***YLD***
Infarctus du myocarde	***YLL / YLD***	-	-
Acouphènes	***YLD***		

La distribution de l'exposition au bruit de la population permet de calculer directement les indicateurs DALYs pour la gêne et pour les troubles du sommeil. En revanche, pour déterminer l'impact du bruit sur le nombre de cas d'infarctus du myocarde dans l'agglomération parisienne, des données sanitaires relatives au nombre de cas incidents sont nécessaires, de même que pour déterminer l'impact du bruit sur la survenue d'acouphènes, des données de prévalence sont nécessaires.

3.3.1. Incidence de la survenue d'infarctus du myocarde et nombre de décès

L'Ile-de-France ne disposant pas d'un réseau de surveillance de ce type d'événements (comme un registre par exemple), le nombre de cas a été estimé à partir des données d'hospitalisations issues du Programme de Médicalisation des Systèmes d'Information (PMSI). En effet, compte tenu des renseignements disponibles dans les bases du PMSI (notamment le code postal de résidence du patient, information sur le devenir du patient, réadmission) et du fait que les infarctus du myocarde non fatals sont quasi systématiquement suivis d'une hospitalisation, cette source de données est apparue la plus pertinente. D'après une étude réalisée par l'InVS[11], cette utilisation des données PMSI permet une bonne estimation des données d'infarctus du myocarde (IM) par comparaison avec les données de registres. Ainsi, le nombre de cas incidents[12] d'infarctus du myocarde a été estimé pour l'année 2008 selon la procédure suivante :

[11] *Étalonnage du PMSI MCO pour la surveillance des infarctus du myocarde, année 2003, rapport technique, Saint- Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire, 2010.*

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

1. sélection de l'ensemble des hospitalisations de patients domiciliés dans l'agglomération parisienne portant une mention de IM (codes CIM-10 I21 à I23) sur le diagnostic principal d'au moins un résumé d'unité médicale (RUM) ;
2. regroupement des épisodes d'infarctus du myocarde survenant dans un intervalle de 28 jours en un même épisode ;
3. suppression des épisodes conduisant à un décès ;
4. dénombrement de l'ensemble de ces épisodes par code postal.

Ainsi **5196 cas d'infarctus** du myocarde non fatals ont été dénombrés dans l'agglomération parisienne en 2008.

Les données de mortalité ont été fournies par le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (CépiDC) de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm). Ainsi, pour l'année 2008, **1807 décès pour infarctus du myocarde** ont été comptabilisés dans l'agglomération parisienne.

3.3.2. Prévalence des acouphènes

Nous ne disposons pas pour l'Ile-de-France des données de prévalence des acouphènes. Toutefois, les travaux de Davis[13] et Hannaford[14] ont permis d'estimer la prévalence des acouphènes dans la population européenne âgée de 15 ans et plus, selon 3 stades de la maladie.

- p_1 : 3,4 % de cette population souffre d'acouphènes à un stade léger,
- p_2 : 1,2 % à un stade modéré,
- p_3 : 0,4 % à un stade sévère.

Si l'on applique à la population de l'agglomération parisienne ce taux européen, ce qui revient à considérer que la population de l'agglomération parisienne s'inscrit dans la moyenne européenne, il est possible d'estimer l'indicateur DALY.

3.4. Calcul de la morbidité liée au bruit

Le calcul est réalisé pour chaque effet sanitaire. Pour une meilleure précision des résultats, la méthode décrite plus haut a été appliquée à chaque commune. Les résultats ont ensuite été agrégés à l'échelle de l'agglomération parisienne. A titre d'illustration, les résultats du calcul sont présentés ci-après pour une commune « test ». Les résultats agrégés à l'agglomération sont ensuite décrits.

[13] *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.*

[14] *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 Pratice, 2005, 22: 227-233.*

3.4.1 En termes de gêne

Le tableau 1 présente les résultats du calcul de l'impact sanitaire du bruit routier en termes de gêne sur la commune « test ».

Classe d'exposition au bruit (Lden)	Nombre de personnes exposées	% de personnes gênées	Nombre de personnes gênées	DALYs perdus dans la commune		
				DW=0,01	**DW=0,02**	**DW=0,12**
<55	6 838	3%	189	2	**4**	23
55-59	11 431	8%	932	9	**19**	112
60-64	20 172	13%	2 614	26	**52**	314
65-69	23 896	20%	4 797	48	**96**	576
70-74	19 088	30%	5 774	58	**115**	693
>75	729	30%	221	2	**4**	26
Total	82 154		**14 528**	**145**	**291**	**1743**

Tableau 1 : Estimation des DALYs perdus à cause de la gêne liée au bruit du trafic routier pour la commune « test ».

Le nombre de personnes fortement gênées et le nombre de DALYs associés peuvent ainsi être calculés pour chaque source de bruit et pour chaque commune de l'agglomération parisienne. La synthèse des résultats obtenus à l'échelle de l'agglomération parisienne est présentée dans le tableau 2.

Source de bruit	% de personnes très gênées	Nombre de personnes très gênées	DALYs perdus		
			DW=0,01	**DW=0,02**	DW=0,12
Route	11,2%	1 075 430	10 754	**21 509**	129 052
Fer	0,9%	86 922	869	**1 738**	10 431
Aérien	1,1%	106 704	1 067	**2 134**	12 804
Total	**13,2%**	**1 269 056**	12 691	**25 381**	152 287

Tableau 2 : Estimation des DALYs perdus à cause de la gêne liée à l'exposition au bruit environnemental dans l'agglomération parisienne.

Ce calcul suggère qu'il y a de l'ordre de **25 000 années de vie perdues en bonne santé à cause de la gêne due au bruit au sein de l'agglomération parisienne**. En prenant 0,01 et 0,12 comme valeurs extrêmes pour le coefficient DW, la plage de variation pour les DALYs s'étale entre 12 000 à 153 000 années.

3.4.2. En termes de troubles du sommeil

Le tableau 3 propose une estimation de la morbidité associée aux troubles du sommeil liés au bruit routier pour la population de la commune « test ».

Classe d'exposition au bruit (Lnight)	Nombre de personnes exposées	% HSD	Nombre de personnes HSD	DALYs perdus dans la commune		
				DW=0,04	**DW=0,07**	DW=0,1
50-54	1376	7%	91	4	**6**	9
55-59	2135	10%	204	8	**14**	20
60-64	2811	13%	372	15	**26**	37
65-69	156	18%	27	1	**2**	3
>70	134	23%	30	1	**2**	3
Total	0		**725**	**29**	**51**	72

Tableau 3 : Estimation des DALYs perdus à cause des troubles du sommeil liés au bruit du trafic routier pour la commune « test ».

La synthèse des résultats obtenus à l'échelle de l'agglomération parisienne est présentée dans le tableau 4.

Source de bruit	% HSD	Nombre de de personnes HSD	DALYs perdus		
			DW=0,04	**DW=0,07**	DW=0,1
Route	5,3%	509 208	20 368	**35 645**	50 921
Fer	0,6%	54 341	2 174	**3 804**	5 434
Aérien	0,1%	9 480	379	**664**	948
Total	**5,9%**	**573 029**	22 921	**40 112**	57 303

Tableau 4 : Estimation des DALYs perdus à cause des troubles du sommeil liés à l'exposition au bruit environnemental dans l'agglomération parisienne.

3.4.3. En termes d'infarctus du myocarde

Le tableau 5 présente les résultats du calcul de l'indicateur RR pour la commune « test », résultats traduisant la fraction de cas incidents d'infarctus du myocarde imputable au bruit routier.

Classe d'exposition au bruit (Lden)	Nombre de personnes exposées	% de la population	RR
<55	6 838	8%	1
55-59	11 431	14%	1
60-64	20 172	25%	1.015
65-69	23 896	29%	1.067
70-74	19 088	23%	1.161
>75	729	1%	1.302
Total	**82 154**	100%	
		PAF	**6%**

Tableau 5 : Calcul de la fraction des cas incidents d'infarctus du myocarde qui est imputable au bruit routier pour la commune « test ».

71 cas incidents d'infarctus non fatals ont été dénombrés sur la commune « test » et 13 décès. On peut alors calculer la charge de morbidité du bruit routier pour les infarctus du myocarde en croisant ces données pour la commune « test » avec la valeur PAF de la commune « test » (cf. Tableau 6).

				DALYs perdus dans la commune		
					YLD	YLL
	PAF (%)	Nombre de IM non fatals attribuables	Nombre de décès attribuables	DW=0,350	**DW=0,405**	
Commune test	6%	4	1	1	**2**	**14**

Tableau 6 : Estimation des DALYs perdus pour la commune « test » à cause d'infarctus du myocarde liés au bruit routier.

La synthèse à l'agglomération parisienne des DALYs perdus pour les cas d'infarctus du myocarde liés à l'exposition au bruit routier est présentée dans le tableau 7.

Source de bruit	PAF (% moyen)	Nombre de IM non fatals attribuables	Nombre de décès attribuables	DALYs		
				YLD **DW=0,405**	YLD DW=0,350	**YLL**
Route	3%	165	59	**67**	58	**778**

Tableau 7 : Estimation des DALYs perdus dans l'agglomération parisienne à cause des infarctus du myocarde liés au bruit environnemental.

3.4.4. En termes d'acouphènes

Le tableau 8 présente les résultats de l'estimation des années de vie perdues en bonne santé pour l'agglomération parisienne à cause des acouphènes liés au bruit environnemental[15].

Total de la population (1999)	**Population âgée de 15 ans et plus (1999)**	**Population étudiée atteinte d'acouphènes**		**DW**	**Poids dû au bruit environnemental**	**DALYs**
9644507	7 828 653	Léger (3,4%)	269474	0,01	0,03	81
	(≈81,1%)	Mod. (1,2%)	93775	0,11	0,03	309
		Sév. (0,4%)	32023	0,11	0,03	106
		Total	395272			**496**

Tableau 8 : Estimation des DALYs perdus dans l'agglomération parisienne.

[15] *Les calculs ont été effectués sur la base des chiffres publiés par l'INSEE pour la région Ile-de-France dans le cadre du recensement de la population de 1999, pour la population de l'agglomération parisienne âgée de 15 ans et plus (donnée disponible sur le site internet de l'INSEE - www.insee.fr).*

3.5. Synthèse

Les tableaux 9 et 10 synthétisent les résultats de l'impact du bruit environnemental sur les différents effets sanitaires étudiés. Les valeurs retenues sont celles obtenues avec les coefficients *DW* utilisés par l'OMS. Au total, l'estimation issue de la méthode mise en œuvre aboutit à un chiffre de l'ordre de **66 000 années de vie en bonne santé perdues** par an dans l'agglomération parisienne. Le principal effet sanitaire de l'exposition au bruit environnemental correspond aux troubles du sommeil, qui représente à lui seul près de deux tiers des années perdues (DALYs). La gêne est le deuxième effet sanitaire avec plus de **25 000 années de bonne santé perdues**.

En ce qui concerne les sources de bruit environnemental, le bruit routier constitue la principale source de morbidité. En effet, en totalisant 58 000 DALYs, le bruit routier concentre à lui seul 87 % des estimations de pertes d'année de vie en bonne santé en agglomération parisienne.

Effet sanitaire	YLL	YLD	**DALYs**
Gene	0	25 381	**25 381**
Troubles du sommeil	0	40 112	**40 112**
Infarctus	778	67	**845**
Total	**778**	**65 560**	**66 338**

Tableau 9 : Synthèse de la charge de morbidité du bruit environnemental pour chaque effet sanitaire.

Source de bruit	YLL	YLD	**DALYs**
Route	778	57 220	**57 998**
Ferroviaire	0	5 542	**5 542**
Aérien	0	2 798	**2 798**
Total	**778**	**65 560**	**66 338**

Tableau 10 : Synthèse de la charge de morbidité du bruit environnemental pour chaque source de bruit environnemental.

A ce bilan, il convient d'ajouter l'effet sanitaire associé aux acouphènes, qui représente de l'ordre de **500 années de pertes d'année de vie en bonne santé** en agglomération parisienne, pour une population âgée de 15 ans et plus.

3.6. Incertitudes

A chaque étape de la démarche d'évaluation de l'impact sanitaire résident des incertitudes. Toutefois, les choix effectués sont systématiquement guidés par la volonté de minimiser l'impact sanitaire.

3.6.1. Incertitudes liées aux données

La qualité des données est déterminante, notamment concernant l'estimation des expositions. Pour ce travail, l'estimation des expositions est basée sur les données fournies dans le cadre de la mise en œuvre de la directive 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 sont exprimés à l'échelle de l'agglomération afin de moyenner les éventuelles erreurs d'estimation. En outre, la population exposée est estimée en considérant exclusivement les niveaux de bruit en façade des bâtiments. Ainsi, il n'est pas tenu compte de la disposition des pièces, de la présence ou de l'absence d'une façade calme, ni même des performances d'isolation acoustique. Le temps passé au domicile et les expositions en dehors du domicile ne sont également pas pris en compte. L'ensemble de ces éléments constitue une limite importante dans la précision des estimations.

Enfin, les données de population majoritairement exploitées datent de 1999 alors que certaines données d'exposition ainsi que des données de prévalence des pathologies sont plus récentes. Ces décalages contribuent également à l'incertitude des estimations.

3.6.2. Incertitudes liées aux relations exposition / risque

Ces relations sont exprimées avec un intervalle de confiance à l'intérieur duquel s'inscrit la « vraie » valeur (avec une probabilité de 95 %). Pour les calculs, dans un souci de simplification, la valeur centrale a été retenue. Pour ce qui est des risques d'infarctus du myocarde, cet intervalle recouvre le risque nul, cette estimation est dite non significative. Toutefois, pour des analyses menées sur des sous-groupes de population ayant une exposition plus marquée (temps de résidence compris en 10 et 15 ans), les risques estimés deviennent significatifs et sont majorés. Ceci renforce la plausibilité de la relation malgré les limites statistiques évoquées.

3.6.3 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 de ces 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.

3.6.4. La pollution atmosphérique, facteur de confusion

Les individus exposés au bruit routier sont généralement également exposés aux polluants atmosphériques. Or, s'agissant des pathologies cardiovasculaires, 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 cardiovasculaires, ont été démontrés dans le cadre professionnel impliquant une exposition exclusive au bruit.

3.6.5. Limites de l'indicateur Lden pour l'estimation de l'exposition de la population au bruit aérien

Dans la méthode d'estimation des« DALYs » liés au bruit environnemental proposée par l'OMS, la relation entre l'exposition au bruit des transports et les différents facteurs de risque pour la santé repose sur l'indicateur énergétique Lden. Cet indicateur acoustique correspond à une dose d'exposition moyenne calculée sur une période de 24 heures intégrant un terme correctif de + 5 dB(A) pour la période de soirée (18h - 22h) et +10 dB(A) pour la période de nuit (22h - 6h)[16]. Si l'indicateur Lden s'avère bien adapté aux sources de bruit à caractère continu tel que le bruit du trafic routier par exemple, il ne suffit pas en revanche à retranscrire à lui seul l'exposition de la population à des sources de bruit présentant un caractère évènementiel tel que le trafic aérien.

Ainsi en France, le CSHPF (Conseil Supérieur d'Hygiène Publique de France) et l'ACNUSA (Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires) recommandent le recours à des indicateurs complémentaires de type événementiel, notés « NA » pour *number above*. Ce type d'indicateurs comptabilise le nombre d'événements sonores dont le pic de bruit (noté LAmax) a atteint ou dépassé une valeur seuil pendant une période donnée. Ainsi dans son avis du 6 mai 2004 relatif à la protection de la santé des personnes exposées au bruit des avions, le CSHPF préconise notamment, pour évaluer et gérer la perturbation du sommeil par le bruit des infrastructures aéroportuaires, de respecter pendant la période 22h-6h en façade des habitations un NA70 inférieur à dix[17]. Dans son rapport d'activité 2005, l'ACNUSA recommande également l'utilisation d'indicateurs NA (NA62 et NA65). pour étudier la possibilité de faire bénéficier d'aides à l'insonorisation les habitants de certaines communes ou parties de communes situées hors PGS[18] des grands aéroports dans le cas où les valeurs de ces indicateurs dépasseraient certains seuils (NA62 > 200 ou NA65 > 100 sur une période de 24 heures).

De ce fait, la prise en compte exclusive de l'indicateur Lden dans la méthode d'estimation des« DALYs » liés au bruit aérien proposée par l'OMS conduit à minimiser le territoire impacté par le bruit aérien et les nuisances ressenties par les populations riveraines. Il est à rappeler notamment que dans le cadre de l'étude SURVOL[19], Bruitparif avait pu estimer à 1,73 millions d'habitants la population étant :

- soit située à l'intérieur de zones où l'indicateur Lden associé au trafic aérien est estimé supérieur à 50 dB(A),
- soit survolée par au moins 7 avions par jour à une altitude inférieure à 1000 m dans au moins une des deux configurations de vol (est ou ouest),
- soit survolée par au moins 7 avions par jour à une altitude inférieure à 2000 m dans les deux configurations de vol.

[16] *Ces termes correctifs permettent de tenir compte de la sensibilité renforcée au bruit au cours de ces deux périodes.*
[17] *Ce qui correspond à moins de 10 évènements sonores (toutes sources confondues) avec un LAmax supérieur à 70 dB(A) pendant la période 22h-6h en façade des habitations.*
[18] *Plan de gêne sonore élaboré pour les aéroports comptant plus de 20 000 mouvements d'avions de plus de 20 tonnes (Paris-CDG et Paris Orly) afin de déterminer les ayants droits à l'insonorisation de leur logement.*
[19]*: Etude SURVOL (**SU**rveillance sanitai**R**e et enVironnementale des plate-formes aéroportuaires de r**O**issy, or**L**y,le bourget) - Volet bruit, Rapport d'étape, Bruitparif, janvier 2011.*

Conclusion

La méthode d'estimation des« DALYs » liés au bruit environnemental proposée par l'OMS permet de quantifier la morbidité liée au bruit environnemental sur un territoire donné. Les résultats de l'application de la méthode à l'échelle européenne ont d'ailleurs fait l'objet d'une publication de l'OMS : « Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe, WHO 2011 ». Avec le concours de l'OMS, l'ORS Ile-de-France et Bruitparif présentent dans ce document une première application de la méthode au territoire de l'agglomération parisienne.

Cette évaluation permet d'approcher *a minima* l'impact sanitaire du bruit environnemental dans l'agglomération parisienne. En effet, cette évaluation ne porte que sur quelques effets sanitaires, d'autres effets tels que les troubles de l'apprentissage, les pathologies cardiovasculaires (autres que les infarctus du myocarde), les atteintes auditives… sont susceptibles d'être engendrés par une exposition au bruit environnemental. En outre, la prise en compte exclusive de l'indicateur Lden dans la méthode d'estimation des« DALYs » conduit à minimiser les nuisances liées au bruit aérien. Par ailleurs, les expositions aux bruits de voisinage, aux bruits industriels de même qu'aux bruits liés aux loisirs n'ont pas été considérées.

Outre les aspects épidémiologiques, la validité des résultats présentés dans ce rapport repose en partie sur les estimations statistiques de l'exposition au bruit environnemental de la population de l'agglomération parisienne. Ces estimations, issues de l'application de la directive européenne 2002/49/CE, doivent réglementairement être mises à jour en 2012. Sur l'ensemble du territoire francilien, Bruiparif souhaite jouer un rôle majeur dans le cadre de ces travaux de mise à jour. Les enjeux sont multiples : mutualiser l'information, uniformiser les méthodes d'estimation, améliorer quantitativement et qualitativement les données d'entrée des modèles de prédiction du bruit, en particulier les données portant sur les trafics, les données géographiques et démographiques.

Ainsi, une application de la méthode d'estimation des « DALYs » liés au bruit environnemental à l'échelle de la région Ile-de-France s'appuyant sur des données statistiques plus représentatives sera mise en œuvre au terme des travaux de mise à jour des cartes stratégiques du bruit dans l'environnement. Outre l'amélioration des estimations de la morbidité liée au bruit dans l'environnement au moyen de données plus précises, cette nouvelle application pourra également intégrer les derniers développements issus des travaux de recherche de l'OMS sur la méthode d'estimation des « DALYs » liés au bruit environnemental

Malgré ces limites, les résultats présentés dans ce rapport permettent dès à présent, à partir des données actuellement disponibles, de disposer d'une première estimation de la morbidité liée au bruit environnemental au sein de l'agglomération parisienne. L'impact sanitaire estimé montre l'importance de ce problème de santé publique avec de l'ordre de **66 000 années de vie en bonne santé perdues**, d'où l'importance des plans de prévention du bruit dans l'environnement (PPBE).