



Le Francilophone

LETTRÉ D'INFORMATION DE BRUITPARIF,
L'OBSERVATOIRE DU BRUIT
EN ÎLE-DE-FRANCE

#45 4^{ÈME} TRIMESTRE 2023



SPÉCIAL IMPACTS NON AUDITIFS DU BRUIT

**LA GÊNE, UN EFFET MASSIF
LE SOMMEIL PERTURBÉ
DES IMPACTS CARDIO-MÉTABOLIQUES
DES RECHERCHES INNOVANTES**

Île-de-France : bientôt un nouveau Plan régional santé environnement

La quatrième édition du Plan régional santé environnement (PRSE4) devrait bientôt être adoptée. Le projet, qui compte 16 priorités et 53 fiches-actions élaborées par les acteurs régionaux de la santé-environnement depuis septembre 2023, a été mis en consultation publique du 20 octobre au 20 novembre 2023. Deux fiches-actions (« Renforcer la surveillance du bruit en tenant compte des effets sanitaires associés aux pics de bruit des transports » et « Améliorer les connaissances du lien bruit-sommeil des Franciliens ») portent spécifiquement sur la thématique du bruit et devraient être pilotées par Bruitparif. L'importance de la préservation de la qualité de l'environnement sonore est par ailleurs intégrée dans une quinzaine d'autres fiches-actions qui traitent de la prise en compte de l'environnement dans l'aménagement, de la formation des acteurs aux enjeux de santé-environnement ou encore d'actions de sensibilisation à destination du grand public.

👁️ <https://elaboration.prse4-iledefrance.fr>

L'étude GENIFER progresse

Voilà un an que l'étude GENIFER, portée par Bruitparif en partenariat avec l'Université Gustave Eiffel et SNCF Réseau, a démarré. L'objectif de cette étude soutenue par l'ANSES est de tester, sur le site de Savigny-sur-Orge (Essonne), un protocole visant à mieux comprendre les facteurs acoustiques impliqués dans la gêne exprimée par les riverains vis-à-vis du bruit provoqué par le trafic ferroviaire. 62 Saviniens se sont prêtés à l'exercice et ont accepté de répondre à un questionnaire puis de noter leur niveau de gêne ressentie au passage de trains à l'aide d'un dispositif électronique connecté, ceci au cours de plusieurs sessions de notation de 30-45 minutes. En parallèle, Bruitparif a instrumenté le secteur d'enquête avec quinze sonomètres et a positionné le long des voies deux systèmes experts permettant de déterminer avec précision les horaires, vitesses et natures des circulations ferroviaires. Au terme de cette première phase de l'étude, une base de données de près de 5000 passages de trains a pu être constituée, avec pour chacun la note de gêne qui a été affectée par l'un des participants à l'étude et les différents indicateurs acoustiques de l'événement sonore, évalués en façade du domicile concerné. Les analyses sont en cours et les résultats sont attendus pour la fin de l'année 2024.

Le projet Somnibruit a démarré

Lauréat de l'appel à projets conjoint du *Green Data for Health* (GD4H) du *Health Data Hub* (HDH), le projet SOMNIBRUIT est porté par Bruitparif en partenariat avec l'ORS Ile de France, le Centre du sommeil et de la vigilance de l'Hôtel Dieu et la Ville de Paris et a pour objectif de mieux connaître et quantifier les effets du bruit environnemental sur le sommeil en réalisant une étude écologique sur dix millions de Franciliens. Pour cela, les données de consommation de médicaments prescrits pour les troubles du sommeil seront mises en relation, pour chacune des 433 communes de la zone dense Francilienne, avec les données des statistiques d'exposition au bruit nocturne généré par les transports (trafic routier, trafic ferroviaire, trafic aérien) issues des cartes stratégiques de bruit produites au titre de l'échéance 4 de la directive européenne 2002/49/CE, en tenant compte aussi du bruit provenant des activités récréatives. Il s'agit notamment d'explorer les différences éventuellement observées dans ces relations en fonction des sources de bruit étudiées. Les résultats sont attendus au premier trimestre 2025.



10 janvier 2024

Cérémonie de remise des prix
du concours des Décibels d'or
du Conseil national du bruit

**Du 15 au
28 janvier 2024**

Semaine du son de l'Unesco

👁️ www.lasemaineduson.org



” édito

Chers lecteurs,

Cette nouvelle édition du Francilophone porte sur les effets sanitaires du bruit. Nous avons déjà consacré un précédent numéro (le 42) aux risques auditifs, mais le danger principal est ailleurs : dans les risques « extra-auditifs ». Leur importance ne cesse de croître dans la population, tandis que leurs mécanismes sont progressivement élucidés pas les scientifiques ; nous vous les présentons donc dans ce nouveau numéro.

Ces conséquences de l'exposition aux nuisances sonores sont multiples et parfois inattendues. L'effet le plus courant du bruit est la gêne : si elle n'est pas une maladie, et si ses premiers impacts sont psychologiques, la gêne est cependant un effet sanitaire aux déterminants complexes et face auquel nous ne sommes pas égaux. Cette gêne est suffisamment préoccupante pour être définie et étudiée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

L'organisation internationale considère également que les perturbations du sommeil font partie des effets sanitaires les plus avérés et les plus massifs du bruit. Elles peuvent concerner l'endormissement, les éveils transitoires, l'enchaînement des cycles du sommeil et sa durée. Le plus souvent, les mauvaises nuits se traduisent le lendemain par de la somnolence, de la fatigue ou de l'irritabilité, mais lorsqu'elles s'accumulent,

les systèmes endocriniens et cardiovasculaires sont de plus en plus affectés et les conséquences à long terme peuvent être délétères.

Par ailleurs, les années récentes ont connu la publication d'un nombre croissant d'études faisant plus que suspecter des effets cardiovasculaires et métaboliques du bruit, et Bruitparif participe à des travaux de recherche de ce type. Bien que les mécanismes en jeu ne soient pas encore démontrés, le bruit peut favoriser la survenance de pathologies telles que l'obésité et le diabète de type 2, mais aussi l'hypertension artérielle, l'infarctus du myocarde et les accidents vasculaires cérébraux.

Les conséquences du bruit concernent aussi l'efficacité et la qualité du travail. À l'usine, sur le chantier ou au bureau, l'exposition à des niveaux sonores trop élevés engendre stress, communication de mauvaise qualité et fatigue, voire agressivité. Quant aux élèves, aux étudiants et à leurs professeurs, ils ne sont pas épargnés, le bruit s'opposant à une bonne qualité des apprentissages.

Enfin, la recherche continue à déblayer des pistes nouvelles, et certains effets soupçonnés du bruit sont parfois surprenants : il pourrait ainsi être en cause dans des troubles de la santé reproductive, l'apparition de certains cancers, la démence ou encore la maladie d'Alzheimer.

En partageant ces éléments, nous souhaitons inciter chacun à prendre conscience de l'enjeu que représente le bruit en termes de santé publique. L'OMS considère que le bruit est le second facteur environnemental, après la pollution atmosphérique, à provoquer le plus d'effets néfastes sur la santé humaine en Europe. Le diagnostic des enjeux territoriaux a été récemment actualisé en Île-de-France (Francilophone n°44), et il appartient donc aux acteurs franciliens de s'en saisir et de se lancer sans tarder dans l'élaboration de leur Plan de prévention du bruit dans l'environnement de quatrième échéance.

Bonne lecture à toutes et à tous !



Olivier Blond

*Président de Bruitparif
Délégué spécial à la santé
environnementale
et à la lutte contre la pollution de l'air
à la Région Île-de-France*

La gêne, plus que du ressenti

La gêne est l'impact sanitaire le plus courant du bruit. Cet effet subjectif est d'abord psychologique et est influencé par de multiples facteurs individuels et collectifs, mais il peut aussi jouer un rôle de médiateur vers des pathologies somatiques.

Le Francilphonie : Comment définit-on la gêne ?

Anthony Cadène, membre de l'Unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques, Direction de l'évaluation des risques, Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (ANSES) : « La notion de gêne est intimement liée à celle du bruit, phénomène physique perçu physiologiquement puis interprété de façon psychosociale : tout son n'est pas un bruit. Le concept de gêne causée par le bruit est ainsi à rapprocher de la définition de la santé selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), c'est-à-dire un état de bien-être complet sur les plans physique, psychique et social.

Dans ce contexte, la gêne est un effet sanitaire du bruit sans pour autant constituer une maladie. Les facteurs acoustiques n'expliquent que de 30 % à 40 % du phénomène de gêne, qui dépend de nombreux facteurs liés à l'individu, à son histoire, à l'appréciation de son environnement et à son rapport à la source de bruit. »

Chrystèle Philipps-Bertin, chargée de recherche, Département Aménagement, mobilités et environnement, Université Gustave Eiffel : « La notion de gêne est courante et peut sembler triviale. Pourtant, son concept est multidimensionnel : il a été défini par certains chercheurs comme un concept psychologique qui décrit une relation entre une situation acoustique et une personne qui est obligée à cause de bruit de faire des choses qu'elle ne souhaiterait pas faire autrement, et qui se sent au moins en partie impuissante face à la situation qu'elle rencontre. Dans cette conception, le bruit est considéré comme un stressor environnemental entraînant des conséquences psychologiques et physiologiques, et qui est d'autant plus influant qu'il est impossible d'agir sur la source de bruit. »

LF : Quels sont les facteurs qui modulent la gêne ?

Chrystèle Philipps-Bertin : « En première approche, la gêne est d'autant plus forte que le niveau de bruit est élevé. Cependant, différentes personnes exposées à un même niveau de bruit ne déclarent pas les mêmes niveaux de gêne, et une même personne exposée à des bruits différents d'un même niveau objectif ne réagit pas de la même façon.

La gêne est donc en partie indépendante des caractéristiques acoustiques du bruit en raison des facteurs cognitifs intervenant inconsciemment en réponse au stress causé. Une personne considérant le train comme un mode de transport durable sera moins gênée par le bruit ferroviaire qu'une autre, qui ne se soucie pas de cet aspect. Le bruit sera aussi mieux supporté par les personnes qui apprécient leur cadre de vie par ailleurs. Certains chercheurs évoquent aussi l'existence de sensibilités variables selon les individus.

En outre, les facteurs dits situationnels sont bien documentés. Celui qui reste chez soi toute la journée sera plus gêné par le bruit que celui qui sort pour se rendre à son travail ou à l'université. De la même façon, les familles avec enfants sont souvent moins sensibles que les autres aux bruits extérieurs, les salariés des aéroports supportent mieux le bruit des avions que les autres travailleurs, etc.

Des facteurs sociaux et politiques entrent aussi en jeu : il est prouvé que la gêne est moindre si l'on considère que les autorités sont actives pour lutter contre le bruit ou si l'on fait partie d'un collectif qui agit contre les nuisances sonores. Et du point de vue historique, il est possible que la montée des exigences environnementales se traduise par une hausse de la gêne exprimée pour un même niveau de bruit. »

Anthony Cadène : « L'appréciation subjective repose en partie sur la nature de la source du bruit, qui peut le cas échéant être jugé utile. Dans cet état d'esprit, le bruit des véhicules deux-roues motorisés est souvent perçu comme plus gênant que d'autres sources sonores liées aux transports, parce qu'il est considéré comme un facteur d'incivilités qui pourrait être évité.

LF : La gêne peut-elle conduire à des impacts physiologiques ?

Anthony Cadène : « Tout d'abord, la gêne constitue en elle-même un effet sanitaire du bruit. Si elle ne comporte aucun marqueur matériel et implique des sensations désagréables souvent passagères, elle joue pourtant aussi un rôle médiateur vers d'autres pathologies d'ordre physiologique en cas d'exposition chronique, notamment en raison du stress induit. En effet, ce stress peut détériorer la qualité du sommeil,

Les courbes dose-réponse établies par l'OMS pour la forte gêne liée au bruit des transports

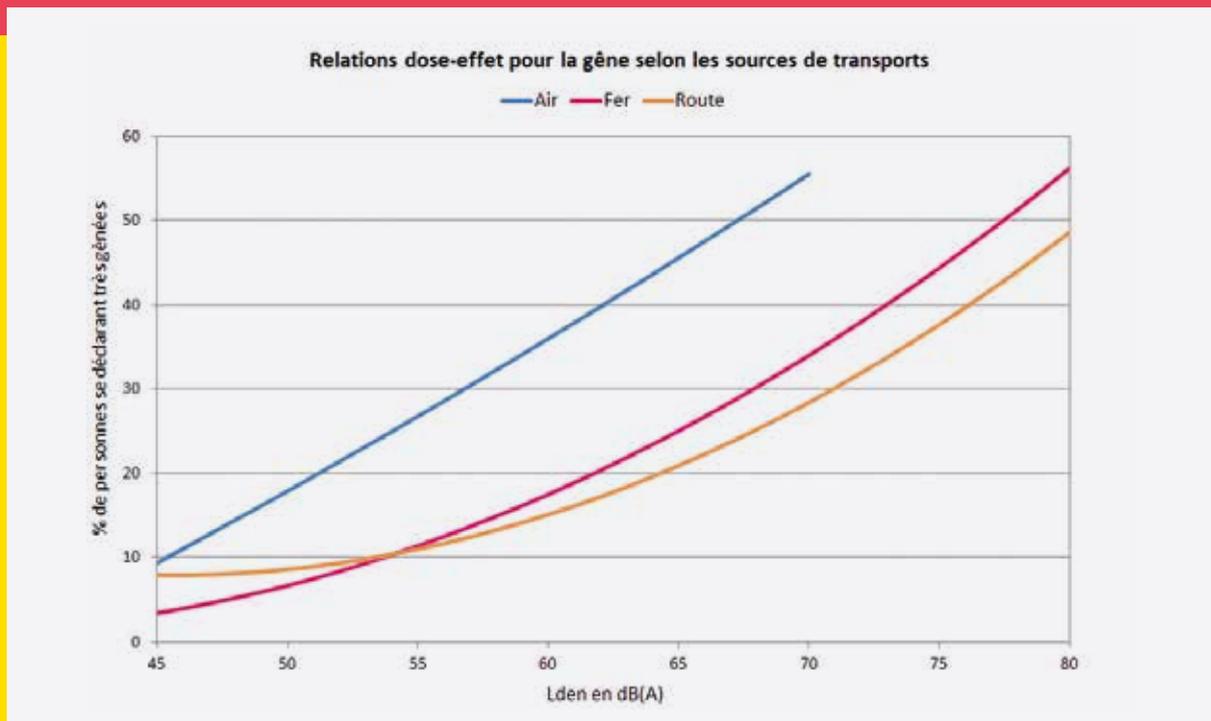
Les valeurs de recommandation pour le bruit des transports selon l'indicateur Lden :

Bruit du trafic routier : 53 dB (A)
Bruit du trafic ferroviaire : 54 dB (A)
Bruit du trafic aérien : 45 dB (A)

Les chiffres clés en Île-de-France

D'après l'enquête Crédoc-Bruitparif de 2021, 56 % des Franciliens se déclarent gênés par le bruit lorsqu'ils sont chez eux (15 % très gênés et 41 % assez gênés).

Selon les cartes stratégiques de bruit des transports de quatrième échéance produites par Bruitparif en 2023, 2,4 millions d'habitants de la zone dense francilienne, soit 22,4 %, seraient hautement gênés du fait de leur exposition au bruit des transports.



provoquer de la fatigue cognitive, et de façon générale dégrader la qualité de vie. D'autres conséquences de la gêne, telles que des impacts sur la diabète, l'obésité ou la santé cardiovasculaire, commencent aussi à être suspectées, tout comme le fait qu'elle pourrait favoriser certains cancers. »

LF : Comment mesure-t-on la gêne ?

Anthony Cadène : « Le niveau de gêne est classiquement évalué grâce à des questionnaires portant sur les ressentis, mais des procédures faisant appel à une mesure du stress physiologique commencent à émerger. »

Chrystèle Philipps-Bertin : « Pour procéder à la mesure de la gêne, on interroge des populations sur leur ressenti face à différents niveaux de bruit objectifs grâce à une question standardisée ISO au niveau européen, ainsi qu'à une batterie de questions relatives aux caractéristiques des sources sonores et aux facteurs non acoustiques. Les différentes études peuvent ainsi être comparées de

façon rigoureuse.

C'est en se fondant sur ce type d'études qu'ont été conçues et régulièrement révisées les courbes dose-réponse de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui ont notamment pour rôle d'aider à la prise de décision publique. Ces courbes (👁️ encadré 1) n'ont pas vocation à évaluer la gêne individuelle, mais à envisager avec une bonne précision les conséquences sanitaires à prévoir et donc à prévenir en cas d'installation d'une nouvelle infrastructure, par exemple. »

Anthony Cadène : « En effet, les courbes dose-réponse de l'OMS relatives à la gêne sont fondées sur des études de ressenti menées dans différents pays européens. Cette institution internationale a aussi désigné les valeurs cibles d'exposition (aussi appelées valeurs de recommandation) aux bruits des transports (👁️ encadré 1) : il est de la sorte possible d'anticiper sur les niveaux de bruit susceptibles d'entraîner des niveaux de gêne excessifs. »

Quand le bruit perturbe le sommeil



Parmi les effets sanitaires les plus massifs de l'exposition au bruit figurent les perturbations du sommeil, à la source de troubles durant la veille, et qui peuvent aussi favoriser plusieurs pathologies chroniques. Face à ces risques, un seul conseil : faire en sorte de passer ses nuits dans le calme.

Le sommeil est un phénomène biologique essentiel dont dépend une partie importante de la qualité de vie. Il apporte une réponse réparatrice aux fatigues physiques et mentales, et participe au bon fonctionnement du métabolisme ainsi qu'à la croissance et à la réparation tissulaire, organique et psychologique. Or, le bruit perturbe le sommeil tout d'abord en raison des réveils intermédiaires conscients ou inconscients qu'il provoque, mais aussi par le biais des troubles de l'endormissement, de la modification des phases du sommeil ou des réveils prématurés.

Des réveils provoqués par l'exposition aux signaux sonores

« Le sommeil est caractérisé par une diminution des contacts avec l'environnement, en particulier par le biais de l'audition, explique Pierre Escourrou, Professeur en somnologie à l'hôpital Antoine Bécclère de Clamart (Hauts-de-Seine). Le degré de cette diminution dépend des différents stades du sommeil : ainsi, durant le sommeil léger, l'audition n'est pas totalement obturée, mais elle l'est davantage pendant le sommeil profond. L'effet du bruit sur la qualité du sommeil sera donc plus fort pendant le sommeil léger, qui succède à l'endormissement. Selon les bruits, l'éveil sera complet ou l'on assistera à des micros-éveils qui n'amènent pas à la conscience complète, mais qui modifient tout de même certaines fonctions de l'organisme. »

De façon générale, il faut donc pour bien dormir éviter l'exposition à la pollution sonore. « Ceci étant, dans certaines circonstances, les dormeurs peuvent s'habituer en partie au bruit, surtout si les sons concernés sont continus ou répétitifs, poursuit Pierre Escourrou. Des bruits de ce type ont moins d'effet au fil des premières nuits successives d'exposition, et l'on observe une certaine accoutumance aux phénomènes sonores en ce qui concerne les éveils. » En revanche, les modifications de certaines fonctions organiques induites par le bruit se maintiennent malgré le moindre nombre ou l'absence d'éveils : elles affectent les fonctions autonomes telles que la régulation du système cardiovasculaire ou de la respiration.

Conséquences cardiovasculaires et métaboliques

En effet, « sous l'emprise du bruit, on relève pendant le sommeil une activation du système sympathique, et en particulier une augmentation de la fréquence cardiaque et de la pression artérielle, ce qui peut être à l'origine de l'apparition de maladies chroniques, comme le montrent de nombreuses études épidémiologiques », explique Pierre Escourrou. Plusieurs relations entre les troubles du sommeil et des perturbations endocrines et métaboliques — diminution de la tolérance au glucose, augmentation de l'appétit ou de la sécrétion du cortisol — sont ainsi suspectées ou prouvées. Du fait de leur répétition, ces anomalies aiguës pourraient notamment avoir des conséquences chroniques sur le mécanisme métabolique, telles que le surpoids ou le diabète de type 2.

« Certains bruits perturbent davantage le sommeil que d'autres. L'intensité mesurée en décibels joue bien entendu un rôle, mais ce n'est pas le seul facteur. Ainsi, selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), le bruit du trafic aérien et le bruit ferroviaire seraient plus perturbants que le bruit routier », relève Pierre Escourrou. Ceci étant, il faudrait aussi sans doute s'intéresser à l'exposition à des bruits urbains tels que ceux causés par les activités récréatives, qui peuvent représenter de véritables cauchemars pour les riverains concernés.

Par ailleurs, certains comportements nouveaux sont apparus : il arrive par exemple que des personnes utilisent l'écoute de bruits dits « blancs » ou « roses » pour favoriser leur endormissement dans des contextes bruyants. Pourtant, « selon toute vraisemblance, cette technique n'est pas à recommander, puisqu'elle consiste à s'exposer à un signal sonore d'intensité supérieure à celle du bruit ambiant. De la même façon, les adolescents qui s'endorment en écoutant de la musique au casque ou qui utilisent des podcasts pour s'endormir, parfois à des niveaux sonores assez élevés, s'exposent à des perturbations du sommeil », analyse Pierre Escourrou. Des systèmes plus élaborés d'occultation du bruit seraient sans aucun doute plus favorables à l'endormissement et à une bonne qualité du sommeil, bien qu'ils

Les courbes dose-réponse établies par l'OMS pour les fortes perturbations du sommeil liées au bruit des transports

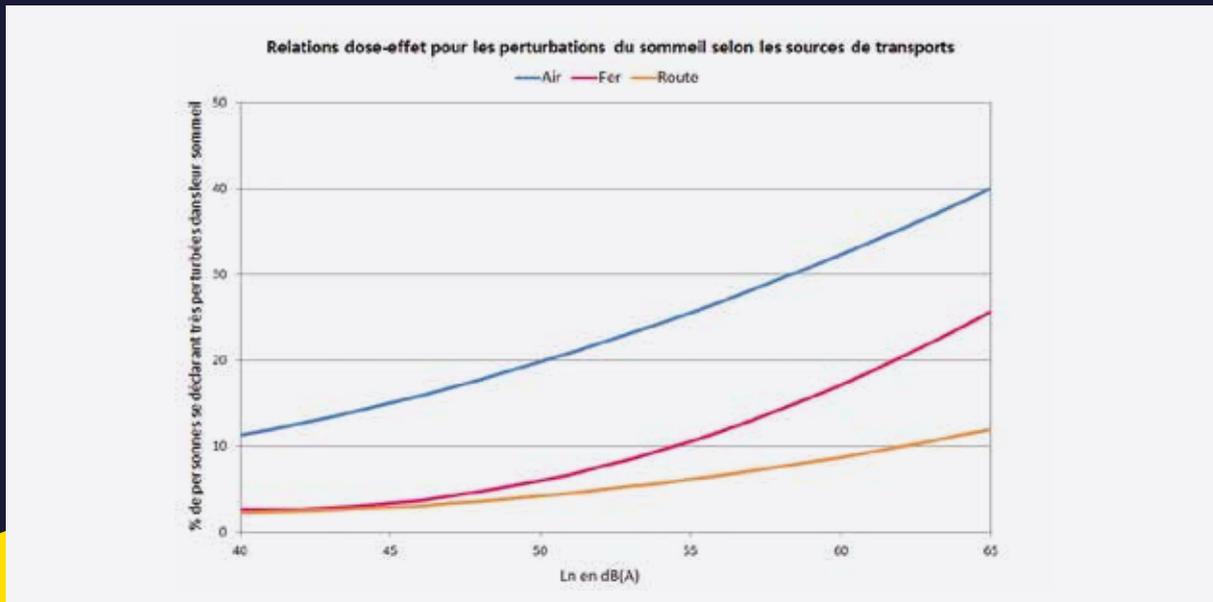
Les valeurs de recommandation pour le bruit des transports sur la période nocturne :

Bruit du trafic routier : 45 dB (A)
Bruit du trafic ferroviaire : 44 dB (A)
Bruit du trafic aérien : 40 dB (A)

Les chiffres clés en Île-de-France

D'après l'enquête Crédoc-Bruitparif de 2021, 34 % des Franciliens déclarent qu'il leur est arrivé d'être gênés par le bruit au point de ne pas trouver le sommeil et 26 % ont déjà ressenti les effets du bruit sur la qualité de leur sommeil.

Selon les cartes stratégiques de bruit des transports de quatrième échéance produites par Bruitparif en 2023, 773 000 habitants de la zone dense francilienne, soit 7,4 %, seraient fortement perturbés dans leur sommeil du fait de leur exposition au bruit des transports.



soient coûteux et plus difficiles à utiliser. De façon plus ordinaire, le port de bouchons d'oreilles est cependant une solution très efficace.

Plusieurs méthodes d'évaluation

L'évaluation des perturbations du sommeil causées par le bruit emprunte plusieurs méthodes. En la matière, les réponses à des questionnaires dédiés sont en particulier utilisées dans le cadre d'études épidémiologiques. « Il est aussi possible d'utiliser des méthodes objectives fondées sur l'analyse des effets du bruit sur les électro-encéphalogrammes, rapporte Pierre Escourrou, et il est également fait appel au relevé des effets de la mauvaise qualité du sommeil constatés pendant la journée, tels que la fatigue ou la somnolence. »

D'autres protocoles sont plus expérimentaux. Dans le cadre du programme de recherche DEBATS (Discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé), dont Bruitparif a été partenaire, il a été procédé à l'évaluation des effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé des riverains d'aéroports. La méthode utilisée a notamment fait appel à des instrumentations ayant permis de procéder à des mesures acoustiques réalisées à

l'extérieur et à l'intérieur de chambres à coucher, ainsi qu'à des mesures actimétriques (mesures des mouvements du poignet) et du rythme cardiaque. Cette instrumentation a permis de noter, en lien avec une augmentation de l'exposition au bruit des avions, une augmentation du risque de dormir moins de six heures par nuit (court sommeil), du risque d'insomnie d'endormissement, du risque d'éveils dans le temps de sommeil et, enfin, une augmentation d'amplitude de la fréquence cardiaque à la survenue d'un pic de bruit lié à un survol d'avion. L'étude DEBATS confirme par ailleurs les résultats d'autres études suggérant qu'une augmentation de l'exposition au bruit des avions serait associée à une mortalité plus élevée par maladie cardiovasculaire.

Finalement, les perturbations du sommeil font partie des effets sanitaires du bruit les mieux connus, à tel point que l'OMS a établi des courbes doses-réponses permettant de prédire la part de personnes fortement perturbées dans leur sommeil en fonction de leur exposition au bruit, ainsi que des valeurs de recommandation, et ce de façon différenciée selon que l'exposition est provoquée par des bruits d'origine routière, ferroviaire ou aérienne (👁 encadré 2).

« Des impacts cardiovasculaires et métaboliques de mieux en mieux documentés »

Les travaux scientifiques sur les effets cardiovasculaires et métaboliques du bruit se sont multipliés au cours des années récentes. Ils montrent l'existence d'un certain nombre d'associations de phénomènes en la matière, bien que les mécanismes physiologiques en jeu ne soient pas encore démontrés.

Anne-Sophie Evrard, chargée de recherche en épidémiologie et coordinatrice des études DEBATS (Discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé) et RIBEoIH (Recherche des impacts du bruit éolien sur l'humain), Umrestte, Université Gustave Eiffel : « À travers la publication de ses lignes directrices sur le bruit, en 2018, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) considère comme avérés les effets du bruit routier sur les maladies cardiovasculaires ischémiques.

Ceci étant, la revue de littérature sur laquelle s'est appuyée l'OMS en 2018 s'est arrêtée à fin 2014. Or, depuis 2015, les effets du bruit des transports sur la pression artérielle, le risque d'hypertension, le risque d'accident vasculaire cérébral et le risque d'infarctus du myocarde sont de mieux en mieux documentés. Plus récemment, les études s'intéressant aux effets métaboliques du bruit des transports — diabète de type 2 et obésité — se sont par ailleurs multipliées, et leurs résultats convergent en montrant l'influence du bruit sur ces deux pathologies. Plus précisément, des travaux ont montré une augmentation du risque d'obésité centrale et à un moindre degré de l'indice de masse corporelle en lien avec l'exposition au bruit des transports.

D'autres effets sont moins documentés et restent assez peu étudiés. C'est le cas notamment des effets du bruit sur le système endocrinien et la sécrétion d'hormones telles que le cortisol et les catécholamines, deux marqueurs de stress. Des travaux plus anciens avaient montré une augmentation des taux de catécholamines chez les enfants exposés au bruit, mais il n'existe que peu d'études menées chez les adultes à ce sujet.

L'étude DEBATS s'est en particulier intéressée à l'effet du bruit des avions sur la sécrétion du



cortisol, et a porté sur quelque 1200 riverains d'aéroports français. Normalement, la concentration du cortisol est élevée le matin au lever et décroît progressivement au cours de la journée jusqu'au moment du coucher, mais cette baisse est bien moindre chez les personnes exposées au bruit des avions : cette exposition provoquerait un stress induisant une perturbation de la sécrétion de cortisol. Ceci étant, ces résultats demandent à être confirmés par d'autres travaux scientifiques, car

l'étude HYENA (HYpertension and Exposure to Noise near Airports), qui concernait l'exposition au bruit produit par les avions à proximité de six aéroports européens majeurs, n'a pas montré cette relation : il faut donc encore multiplier les travaux dans ce domaine, ce à quoi contribuera l'étude BROUHAHA [👁️ encadré 2].

Enfin, des études menées dans les pays nordiques ont commencé à s'intéresser aux effets de l'exposition au bruit des transports sur le risque de cancers tels que le cancer du sein chez la femme et le cancer de la prostate chez l'homme, ainsi que sur certains lymphomes, et montrent l'existence d'associations en la matière.

Malgré tous ces travaux, les mécanismes biologiques permettant d'expliquer les effets cardiovasculaires et métaboliques du bruit ne sont pour l'instant pas démontrés. À ce sujet, il existe des hypothèses qui portent sur le rôle du stress et de la gêne, ainsi que sur celui des perturbations du sommeil, qui ont des effets avérés sur le système métabolique, et en particulier sur le diabète de type 2 et sur l'obésité. Ainsi, dans le cadre de l'étude DEBATS, nous étudions le rôle de ces facteurs à l'aide de méthodes statistiques appropriées, qui permettent une interprétation causale des résultats. »

Zoom sur le projet BROUHAHA

Financée par la Fondation de France, l'étude BROUHAHA repose sur la cohorte E3N Génération. Cette cohorte E3N-1 est composée de près de 100 000 femmes âgées de 40 à 65 ans en 1990, au moment du recrutement ( <https://www.e3n.fr/>). Ces femmes étaient alors adhérentes à la Mutuelle générale de l'Éducation nationale, et les objectifs de cette cohorte consistent à mieux comprendre l'impact sur la santé de l'alimentation, du mode de vie, des traitements et de l'environnement. Depuis plus de trente ans, ces femmes complètent régulièrement des auto-questionnaires concernant leur état de santé, leurs modes de vie et leurs pathologies, et notamment les maladies féminines telles que le cancer du sein. Malgré le passage des années, le taux de réponse de cette cohorte reste aujourd'hui de l'ordre de 80 %.

« À cette première cohorte a été ensuite ajoutée celle des pères des enfants de ces femmes, et nous espérons à terme recruter également leurs petits-enfants », indique Élodie Faure, membre de l'équipe Exposome et hérédité, Université Paris-Saclay, Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines, Inserm, Gustave Roussy, Centre de recherche en épidémiologie et santé des populations.

En partenariat avec Bruitparif, Acoucité et l'Université Gustave Eiffel, l'étude BROUHAHA s'intéresse aux risques de diabète de type 2 et d'hypertension artérielle en lien avec l'exposition au bruit des transports. Elle se fonde pour ce faire sur les membres de la cohorte E3N Génération qui résidaient en Île-de-France et en Auvergne-Rhône-Alpes durant la période 2000-2014.

« Le premier volet de l'étude, qui porte sur la génération 1, est en cours d'analyse. Au-delà de l'évaluation de l'association entre l'exposition à long terme au bruit des transports et les risques de diabète de type 2 et d'hypertension, nous souhaitons également étudier le rôle de la ménopause en ce qui concerne ces mêmes risques. Le second volet de l'étude BROUHAHA est constitué d'une étude pilote ambitieuse, qui portera sur trois groupes de quarante personnes appartenant à la génération 2, c'est-à-dire celle des enfants des femmes de la cohorte E3N : pendant une semaine, ces personnes seront équipées de divers capteurs, poursuit Elodie Faure. Ces appareils connectés mesureront l'exposition individuelle au bruit et les effets de celle-ci sur leurs métabolismes à travers l'enregistrement de leurs fréquences cardiaques, de leurs tensions artérielles et des

spécificités de leurs sommeil, ainsi que de leurs taux de glycémie. »

Toujours pendant une semaine, les personnes concernées par le deuxième volet de l'étude BROUHAHA relèveront leurs pressions artérielles quatre fois par jour, et leurs concentrations de cortisol seront déterminées à partir d'auto-prélèvements de gouttes de sang le matin et le soir pendant deux jours. Il leur sera aussi demandé de photographier tous les aliments et boissons consommés durant la semaine, ceci afin de discriminer précisément l'influence de l'alimentation et du bruit sur l'évolution de la glycémie. Toutes ces données seront complétées par les réponses à des questionnaires, ceci afin de repérer les événements sonores pouvant avoir une influence sur la glycémie, la pression artérielle, le taux de cortisol ou le sommeil.

« Le second volet de l'étude BROUHAHA devrait être lancé en janvier 2024, et les premiers résultats devraient être disponibles vers le milieu de l'année 2025. Si les autorisations nécessaires sont obtenues, nous souhaiterions que cette étude pilote soit dans un deuxième temps déployée à plus grande échelle », rapporte Elodie Faure.



**BROUHAHA
PROJECT** 

Les travailleurs lourdement affectés

Au travail, le bruit fait partie des premiers facteurs de risques pesant sur la santé. Il fatigue et irrite les professionnels, s'oppose à une bonne communication entre eux et provoque même des accidents. Et les nuisances sonores nuisent aussi à la productivité.



10

Le bruit qui règne dans les environnements professionnels peut être de nature très variée, mais il est souvent important, voire supérieur aux seuils prévus par la réglementation française. Un peu plus d'un actif francilien sur deux (51 %) considère son milieu professionnel bruyant d'après l'étude Crédoc-Bruitparif de 2021, et cette proportion est particulièrement élevée (78 %) chez ceux qui travaillent dans un établissement de petite enfance ou d'enseignement (☞ encadré 3), ainsi que chez ceux qui évoluent en usine ou dans des ateliers (76 %), ou sur les chantiers (70 %). Le travail de bureau en *open-space* est lui aussi très souvent incriminé (60 %). Les nuisances sonores pèsent sur la santé des travailleurs ainsi que sur leurs performances, et le bruit est même souvent à l'origine d'accidents du travail, par exemple en raison du masquage de signaux d'alerte.

Le bruit, cause de stress dans les milieux professionnels

En France, le bruit au travail est reconnu comme cause possible de maladies professionnelles depuis 1963. Outre les risques auditifs, qui font l'objet d'une réglementation précise, l'effet sanitaire le plus massif du bruit subi au travail est le stress, qui participe *via* les systèmes nerveux et endocrinien à l'élévation de multiples risques concernant pour l'essentiel la santé cardiovasculaire (☞ p. 8-9) et immunitaire, mais

aussi la santé psychique.

Plusieurs travaux scientifiques ont en particulier montré que les troubles cardiovasculaires — l'hypertension artérielle, notamment — sont plus fréquents chez les travailleurs exposés au bruit. Ces troubles ont bien entendu tendance à augmenter avec le temps chez les travailleurs affectés à un poste de travail bruyant. Et bien entendu, le bruit rencontré dans les milieux professionnels participe aux effets sanitaires les plus classiques du bruit en général, notamment la gêne (☞ p. 4-5).

Pour prendre la mesure de l'exposition au bruit d'origine professionnelle, l'édition 2023 de l'enquête *Bruit, santé auditive et qualité de vie au travail* menée par l'Ifop pour l'association Journée nationale de l'audition (JNA) s'avère précieuse. Selon celle-ci, en France, un actif sur deux s'affirme actuellement gêné par le bruit sur son lieu de travail — une proportion qui s'élève à 62 % dans l'agglomération parisienne, et à 64 % chez les ouvriers.

Toujours sur le lieu de travail, les sources de bruit jugées les plus gênantes sont celles qui proviennent de l'extérieur des locaux (20 %), devant les conversations entre collègues (15 %), les artisans se déclarant en ce qui les concerne en premier lieu gênés par les nuisances sonores provenant des matériels qu'ils utilisent (27 %), tout comme les professionnels du BTP.

45 % des actifs considèrent que le bruit au travail est source d'agressivité

Dans notre pays, 52 % des personnes qui travaillent considèrent que le bruit subi en milieu professionnel affecte leur vie privée, 60 % d'entre elles se déclarent sujettes pour cette raison à la fatigue, à la lassitude et à l'irritabilité, et 32 % à des troubles du sommeil. En outre, 45 % des actifs français affirment que le bruit rencontré dans les situations professionnelles est à l'origine d'agressivité dans le cadre des échanges avec leurs collègues.

Seule la moitié des travailleurs français jugent que leurs employeurs prennent suffisamment en compte le bruit. 51 % des répondants ont consulté un médecin, ou l'envisagent, en raison de la gêne liée au bruit dans leur lieu de travail, et 30 % ont déjà sollicité un arrêt de travail ou l'envisagent pour cette même raison. Conséquence des

constats effectués par l'enquête de l'association JNA : 70 % des personnes interrogées s'affirment prêtes à faire des efforts pour limiter les nuisances sonores dans leur cadre professionnel.

Des pertes de productivité de 10,4 milliards d'euros par an en France

Il faut enfin noter que le bruit pèse aussi sur les performances économiques, puisqu'il affecte la qualité du travail. Selon l'Ademe, le coût social engendré par le bruit en milieu professionnel s'élève à 19,6 milliards d'euros, soit 13,3 % de l'impact socioéconomique des nuisances sonores en France. 53 % de ces coûts (soit 10,4 milliards d'euros) sont causés par les pertes de productivité du fait de la baisse de performance dans les tâches cognitives, alors que 43 % sont liés à la gêne induite et 4 % aux maladies professionnelles et accidents du travail.

Des enseignements rendus plus difficiles

À l'école, dans l'enseignement secondaire et à l'université, il est bien connu que les niveaux de bruit peuvent être très élevés et entraîner des effets négatifs pour les élèves, les étudiants et les enseignants. Ainsi, 80 % des enseignants s'affirment stressés par le bruit dans leurs classes. On les comprend : en effet, plus de 40 % des salles de cours connaissent des niveaux de bruit de 60 dB à 65 dB et dans 45 % des cas, ces niveaux dépassent les 65 dB, alors que l'Organisation mondiale de la santé recommande un objectif de 50 dB maximum. Le bruit est d'ailleurs plus élevé encore dans les cours de récréation, les couloirs et les cantines : il atteint même une moyenne de 81 dB dans ce dernier cas.

En plus d'être désagréable et dangereuse pour la santé, cette situation est particulièrement regrettable, puisqu'il est prouvé que le niveau du bruit de fond — bavardages,

pour l'essentiel — affecte négativement les apprentissages. Lorsque la classe est bruyante, le temps de travail réel des élèves est diminué, la compréhension verbale est affectée, les exercices de compréhension écrite sont plus difficiles et les calculs arithmétiques sont rendus plus ardu.

Résultat : selon une étude de 2008, les notes en mathématiques et en anglais sont statistiquement liées en raison inverse au niveau de bruit dans les classes, et ce de façon très significative. Autre point d'inquiétude, les élèves les plus en difficulté sont encore plus sensibles en matière d'apprentissage que les autres aux problèmes causés par le bruit.

Dans ces conditions, il n'est pas étonnant que d'autres travaux scientifiques montrent qu'une meilleure acoustique dans les classes améliore le comportement des élèves et que la maîtrise de la réverbération renforce leurs capacités

d'apprentissage. Qui plus est, il a été montré qu'un meilleur environnement sonore contribue positivement à la compréhension correcte des enseignements oraux — et ce, d'autant plus que les élèves sont jeunes —, mais aussi à la bonne intégration des élèves et à la qualité de leur travail en groupe.

Les conséquences sanitaires du bruit dans les classes concernent aussi les enseignants, qui rencontrent en moyenne des risques au moins deux fois plus élevés de connaître des problèmes de santé vocale que les autres professionnels : une étude menée en 1997 a même montré que les enseignants représentaient alors 16,4 % des personnes diagnostiquées pour des troubles de la voix, alors qu'ils ne constituaient que 2 % de la population active. Ce qui se traduit souvent par des arrêts de travail.

 Pour aller plus loin : [Ecophon, L'impact du bruit dans l'enseignement, 2021.](#)

« De nouvelles avancées en ligne de mire »

L'édition 2023 de l'*International Congress on Noise as a Public Health Problem* de l'ICBEN a été l'occasion de fêter les cinquante ans de l'organisation et de partager la présentation de nombreux travaux scientifiques récents, qui montrent que les effets sanitaires du bruit peuvent parfois être insoupçonnés.

Mark Brink, Office fédéral de l'environnement, Suisse, ancien Président de l'ICBEN : « Du 18 au 22 juin 2023, à Belgrade (Serbie), une centaine de contributions scientifiques récentes concernant les effets sanitaires du bruit ont été partagées lors de la dernière édition du Congress on Noise as a Public Health Problem de l'ICBEN. Nous avons à cette occasion célébré le cinquantième anniversaire de notre institution en présence notamment du Professeur Barbara Griefahn, qui a participé activement à sa fondation en 1973.

Organisé par le Professeur Goran Belojevic et son équipe, ce congrès 2023 a d'abord enrichi sa définition du bruit, qui est désormais considéré par l'ICBEN comme un son gênant ou nuisible (« Noise is unwanted and/or harmful sound »). Pendant cinq jours, il a bien entendu été l'occasion de partager de nouvelles avancées en ligne de mire pour la recherche. Mette Sørensen, chercheuse danoise, a d'abord évoqué de nouveaux effets non auditifs du bruit : outre la gêne, les perturbations du sommeil et les risques cardiovasculaires, il faut désormais compter en particulier avec les effets émergents que sont la démence, l'infertilité ou encore la contribution à la maladie d'Alzheimer.

Une autre contribution a porté sur l'impact du bruit sur la consommation de tranquillisants : en Suisse, des travaux ont ainsi étudié la consommation heure par heure de ce type de médicaments chez des patients d'un hôpital psychiatrique exposés au bruit produit par un aéroport militaire, et a montré que la prise de tranquillisants augmente juste après le passage des avions : c'est la première fois que l'on documente des effets instantanés de ce type. La même équipe a relevé l'existence d'un lien entre l'exposition aux bruits routier et ferroviaire et la survenance de suicides.

Par ailleurs, des études récentes montrent que les perturbations du sommeil causées par le bruit concernent aussi les jeunes populations. D'autres travaux portent sur les gestes d'atténuation de bruit, par exemple grâce à la réduction de la vitesse de circulation ou par des dispositifs de masquage : ainsi, j'ai présenté une étude conduite à Zürich après le passage de la vitesse maximale de 50 km/h à 30 km/h sur certains axes urbains, qui a montré que les courbes de perturbation du sommeil avaient été modifiées favorablement à la suite de l'adoption de cette mesure.

Une autre thématique abordée à Belgrade a été celle de l'influence positive des espaces verts et de la végétation sur la perception du bruit et sur la diminution de ses effets négatifs : des travaux récents ont même montré l'existence de ce type d'effets lors d'expériences de réalité virtuelle. En parallèle, de nombreuses études confirment le fait que l'évaluation de la gêne est une méthode privilégiée lorsqu'il s'agit de chercher à connaître et à mesurer les impacts du bruit sur la santé humaine comprise au sens de la constitution de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Du reste, l'OMS met actuellement la dernière main à son projet de révision de ses calculs de la durée de vie en bonne santé perdue en raison de l'exposition au bruit à partir des enquêtes menées aux Pays-Bas, en Suède, en Italie et en Hongrie, ce qui permettra bientôt de préciser l'ampleur des coûts socioéconomiques engendrés par les nuisances sonores. Enfin, quelques études pionnières laissent entendre que de nouveaux risques pourraient être liés à l'exposition au bruit, de façon parfois surprenante : on évoque ainsi des possibles impacts en termes de santé reproductive et de risques de cancer. »



BRUITPARIF

Observatoire du bruit
en Île-de-France

Le Francilophone, magazine de Bruitparif

Directeur de publication : Olivier Blond

Rédaction : Fanny Mietlicki / Laurent Hutinet

Conception graphique : Tongui.com

Crédits photo : Bruitparif / Fotolia / A.S. Evrard

ISSN 2263-2239 — Édition en ligne : ISSN 2261-3161

Bruitparif : Axe Pleyel 4, 32 boulevard Ornano, 93200 Saint-Denis

01 83 65 40 40 — demande@bruitparif.fr — www.bruitparif.fr