
Synthèse des connaissances scientifiques concernant les effets sur la santé liés à l'exposition au bruit issu du trafic aérien

Saisine « n° 2020-SA-0053 »

RAPPORT d'appui scientifique et technique

Septembre 2020

Mots clés

Bruit, transport aérien, aéronefs, avion, santé, impacts sanitaires

Noise, air transport, aircraft, health, health impact

Présentation des intervenants

PRÉAMBULE : Les experts, membres de comités d'experts spécialisés, de groupes de travail ou désignés rapporteurs sont tous nommés à titre personnel, *intuitu personae*, et ne représentent pas leur organisme d'appartenance.

RAPPORTEURS

Gilberte TINGUELY – Indépendante / Dr sc ETH Zurich, spécialiste du sommeil, de la chronobiologie et des indicateurs biologiques d'exposition

LELONG – Chercheur hors-classe à l'Unité Mixte de Recherche en Acoustique Environnementale (UMRAE) au sein de l'Université Gustave Eiffel.

COMITÉ D'EXPERTS SPECIALISÉ

- CES « Agents physiques, nouvelles technologies et grands aménagements » - mandat 2018-2020

Présidente

Anne PEREIRA DE VASCONCELOS – Chargée de recherche, Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm), Laboratoire de neurosciences cognitives et adaptatives - UMR 7364, CNRS – Université de Strasbourg.

Membres

Thomas CLAUDEPIERRE – Enseignant chercheur à l'université de Lorraine

Brigitte DEBUIRE – Professeur des universités émérite.

Jean-François DORÉ – Directeur de recherche émérite à l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm).

Thierry DOUKI – Chef de laboratoire / Ingénieur docteur en chimie, Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives (CEA).

Jack FALCÓN – Chercheur émérite du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), spécialisé en chronobiologie animale, Biologie des Organismes et Ecosystèmes Aquatiques (BOREA), CNRS 7208, Muséum National d'Histoire Naturelle.

Emmanuel FLAHAUT – Directeur de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

François GAUDAIRE – Ingénieur au Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB).

Martine HOURS – Médecin épidémiologiste, Directeur de recherche à l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar).

Chaker LARABI – Enseignant chercheur à l'université de Poitiers.

Joël LELONG – Chercheur à l'Université Gustave Eiffel.

Frédérique MOATI – Maître de conférences en biophysique et médecine nucléaire à l'Université Paris Sud XI / Praticien hospitalier / Radiopharmacienne / Biologiste, AP-HP Hôpital Bicêtre.

Catherine MOUNEYRAC – Directrice de l'Institut de biologie et d'écologie appliquée et Professeur en écotoxicologie aquatique à l'Université catholique de l'ouest (UCO).

Fabien NDAGIJIMANA – Professeur des universités, Université Joseph Fourier, Grenoble.

Anne-Lise PARADIS – Chargée de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Marie-Pierre ROLS – Directrice de recherche au Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Valérie SIMONNEAUX – Chercheuse en neurobiologie des rythmes au Centre national de la recherche scientifique (CNRS).

Alain SOYEZ – Responsable de laboratoires, Ingénieur conseil, Caisse d'assurance retraite et de santé au travail Nord Picardie.

Esko TOPPILA – Professeur, Directeur de recherche à l'Institut finlandais de santé au travail.

Alicia TORRIGLIA – Médecin, Directeur de recherche en ophtalmologie, Centre de Recherches des Cordeliers, Institut National de la Santé et de la recherche médicale (Inserm).

Françoise VIÉNOT – Professeur émérite - Centre de Recherche sur la Conservation (CRC), Muséum national d'Histoire naturelle, CNRS, Ministère de la Culture, 36 rue Geoffroy Saint Hilaire, 75005 Paris, France.

Catherine YARDIN – Professeur, chef de service, médecin biologiste à l'Hôpital Dupuytren, CHU de Limoges.

PARTICIPATION ANSES

Contribution et coordination scientifique

Anthony CADENE – Chef de projets scientifiques, Unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques – Anses

Olivier MERCKEL – Chef de l'Unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques – Anses

Aurélie NIAUDET – adjointe au chef de l'Unité d'évaluation des risques liés aux agents physiques – Anses

Secrétariat administratif

Élodie AMORIM – Anses

SOMMAIRE

Présentation des intervenants	3
Sigles et abréviations	7
Liste des tableaux.....	7
Liste des figures	7
1 Contexte, objet et modalités de réalisation des travaux.....	8
1.1 Contexte.....	8
1.2 Objet de la demande	8
1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation.....	9
1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts.	9
2 Rappel des travaux précédents : évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental.....	10
2.1 Contexte de l'expertise (Anses, 2013) et réalisation des travaux	10
2.2 Limites du champ de l'expertise	10
2.2.1 Sources de bruit et gammes de fréquences	10
2.2.2 Types d'effets sanitaires considérés.....	11
2.2.3 Population	11
2.2.4 Données sources	11
2.3 Principaux résultats et conclusions	11
2.3.1 Généralités sur le bruit.....	12
2.3.2 Effets sanitaires extra-auditifs analysés et retenus	13
2.3.3 Déterminants acoustiques et non acoustiques pertinents pour l'évaluation des effets extra-auditifs liés au bruit environnemental.....	15
2.3.4 Niveaux de bruit seuils considérés	16
3 Synthèse des connaissances publiées depuis 2012	18
3.1 Méthode de recherche bibliographique.....	18
3.1.1 Période considérée.....	18
3.1.2 Moteurs de recherche et équations appliquées.....	18
3.1.3 Identification et classification des références	18
3.1.4 Sélection et classification des références sur titre et résumé.....	19
3.1.5 Détermination des références pertinentes à inclure dans l'analyse	19
3.2 Résultats.....	20
3.2.1 Actualisation des lignes directrices OMS Europe du bruit dans l'environnement	20
3.2.2 Effets cardiovasculaires	25
3.2.2.1 Hypertension artérielle	25
3.2.2.2 Cardiopathies ischémiques et autres maladies cardiovasculaires.....	27
3.2.2.3 Accident vasculaire cérébral (AVC).....	30
3.2.2.4 Le rôle de la pollution atmosphérique dans les associations entre bruit et effets cardiovasculaires : facteurs de confusion ou facteur de risque complémentaire ?	31
3.2.2.5 Nouvelles connaissances sur le mécanisme d'action du bruit sur le système cardiovasculaire	31
3.2.3 Gêne liée au bruit.....	33
3.2.3.1 Controverse relative à la courbe exposition-réponse produite par l'OMS en 2018.....	33

3.2.3.2	Gêne liée au bruit aérien et facteurs modificateurs	34
3.2.3.3	Évolutions des courbes exposition-réponse liées aux modifications des situations d'expositions sonore	35
3.2.3.4	Spécificités géographiques des relations exposition-réponse	35
3.2.3.5	Comparaison des sources de bruit entre elles et multi-expositions	36
3.2.3.6	Nature des associations entre gêne liée au bruit et autres types d'effets sanitaires	36
3.2.3.7	Qualité de vie	37
3.2.3.8	États d'anxiété, dépression et détresse psychologique	38
3.2.4	Perturbations du sommeil	39
3.2.4.1	Prévalence des perturbations du sommeil chez les riverains d'aéroports	39
3.2.4.2	Relations exposition-réponse	39
3.2.4.3	Le rôle de l'habituation	40
3.2.4.4	Comparaison entre sources de bruit	41
3.2.4.5	Indice de bruit et prédictivité des effets sur le sommeil	41
3.2.4.6	Nature des associations de la perturbation du sommeil avec d'autres types d'effets sanitaires	42
3.2.5	Effets cognitifs	43
3.2.5.1	Études épidémiologiques	43
3.2.5.2	Études expérimentales	44
3.2.6	Autres types d'effets	45
3.2.6.1	Effets métaboliques (obésité, diabète)	45
3.2.6.2	Cancer du sein	46
3.2.6.3	Effets sur la reproduction	47

4 Mise en perspective des nouvelles connaissances produites sur les effets sanitaires du bruit aérien 48

5 Bibliographie..... 51

ANNEXES 67

Annexe 1 : Lettre de la demande 68

Annexe 2 : Références exclues de la revue de littérature..... 70

Annexe 3 : Références identifiées mais non incluses dans la synthèse 80

Annexe 4 : Suivi des actualisations du rapport 85

Sigles et abréviations

AVC : accident vasculaire cérébral

CES : comité d'experts spécialisés

CIDB : centre d'information et de documentation sur le bruit

DEBATS : discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé

Defra : *Department for Environment, Food & Rural Affairs* (ministère de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales du Royaume-Uni)

DGPR : Direction générale de la prévention des risques

DGS : Direction générale de la santé

HYENA : *HYpertension and Exposure to Noise near Airports* (hypertension et expositions sonores près des aéroports)

NORAH : *Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health* (gêne liée au bruit, cognition et santé)

OMS : Organisation mondiale de la santé

OR : *Odds ratio* (rapport des cotes)

RANCH : *Road traffic noise and Aircraft Noise exposure and children's Cognition and Health* (exposition au bruit du trafic routier et du trafic aérien, effets cognitifs chez l'enfant et santé)

SAPALDIA : *Study on Air Pollution And Lung Disease In Adults* (étude de la pollution atmosphérique et des maladies pulmonaires chez l'adulte)

Liste des tableaux

Tableau 1 : Synthèse des effets sanitaires documentés.....	14
Tableau 2 : Seuils de niveaux sonores retenus pour les indices acoustiques intégrés dans les travaux de l'Anses publiés en 2013.....	16
Tableau 3 : Seuils de niveaux sonores retenus pour les indices acoustiques événementiels dans les travaux de l'Anses publiés en 2013.....	17
Tableau 4 : nombre de références trouvées en fonction des mots clés et moteurs de recherche utilisés pour la période 2012-2019.....	18
Tableau 5 : effets sanitaires critiques et indicateurs associés considérés par l'OMS.....	21
Tableau 6 : effets sanitaires importants et indicateurs associés considérés par l'OMS.....	22
Tableau 7 : résumé des lignes directrices, relations exposition-réponse et qualité des niveaux de preuve associés pour chaque effet sanitaire par l'OMS pour le bruit aérien (OMS 2018).....	24
Tableau 8 : liste des références issues de la recherche bibliographique et exclues de l'analyse.....	70

Liste des figures

Figure 1 : diagramme de sélection des articles retenus dans la revue de littérature.....	20
Figure 2 : mécanisme d'action du bruit sur les fonctions cardiovasculaires (d'après Patrick, 2018).....	32

1 Contexte, objet et modalités de réalisation des travaux

1.1 Contexte

Des enquêtes réalisées régulièrement auprès de la population montrent que les impacts du bruit sur la santé constituent toujours une préoccupation importante pour les Français. Parmi les bruits qui génèrent le plus d'inquiétudes quant à leurs effets sur la santé figure celui lié au trafic aérien, pour les riverains des plateformes aéroportuaires. Lors des récentes réunions publiques concernant le projet de construction d'un quatrième terminal (T4) sur l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle (Paris-CDG) et le projet d'aménagement et d'extension de l'aéroport Nantes-Atlantique, les riverains de ces plateformes aéroportuaires et les associations de protection de riverains ont fait part de leurs fortes attentes en matière d'informations sur les impacts pour leur santé liés au bruit du trafic aérien actuel et sur les éventuels impacts supplémentaires attendus avec ces projets. De telles attentes sont également exprimées par les riverains d'autres plateformes aéroportuaires françaises, notamment lors des commissions consultatives de l'environnement (CCE).

En 2013, l'Anses a publié, suite à une saisine de la Direction générale de la santé (DGS) et de la Direction générale de la prévention des risques (DGPR), un avis et un rapport d'expertise relatifs à l'évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental. Les principales sources de bruit considérées dans cette expertise étaient les transports terrestres et aériens, ainsi que les activités industrielles et de loisir. Compte tenu notamment de la faible robustesse des relations dose-effet documentées pour les différentes situations d'exposition au bruit, et de la complexité des interactions entre divers paramètres : physiques, physiologiques, cognitifs et socio-économiques impliqués dans les relations bruit-santé, il n'avait pas été possible de déterminer des indicateurs reliant l'exposition aux bruits des transports, des activités et événementiels et ses effets sur la santé. L'agence avait alors proposé, dans le cadre de cette expertise, une méthode d'évaluation des risques sanitaires extra auditifs basée sur une grille-support.

Depuis l'expertise de l'Anses publiée en 2013, de nouvelles connaissances ont été produites et plusieurs publications scientifiques sur ce sujet sont parues et notamment :

- en France, une partie des résultats du programme de recherche scientifique DEBATS (Discussion sur les Effets du Bruit des Aéronefs Touchant la Santé), cofinancé par la DGS, la DGPR, la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) et l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aéroportuaires (ACNUSA). Lancé en 2012 et coordonné par l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar¹), DEBATS étudie les effets sur la santé du bruit des aéronefs sur les riverains des aéroports de Paris-CDG, Lyon-Saint-Exupéry et Toulouse-Blagnac.
- au niveau international, certaines études plus récentes ont alimenté les travaux menés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans le cadre de sa mise à jour, en 2018, des valeurs guides relatives au bruit environnemental.

1.2 Objet de la demande

Dans le but de répondre au mieux aux sollicitations des populations riveraines de plateformes aéroportuaires, la DGS et la DGPR ont souhaité disposer d'une synthèse des dernières connaissances scientifiques en matière d'effets de l'exposition au bruit du trafic aérien sur la santé

¹ Devenu Université Gustave Eiffel depuis le 1^{er} janvier 2020.

produites depuis la précédente expertise de l'Anses. La DGS et la DGPR ont souhaité que cette synthèse se compose des différents volets suivants :

- un rappel des conclusions issues des précédents travaux d'expertise publiés en 2013 (rapport intitulé « Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental ») ;
- une description bibliométrique des données scientifiques publiées depuis la fin de ces travaux (de 2012 jusqu'à présent) et une synthèse réalisée sur la base des abstracts de ces articles ;
- une mise en perspective de ces nouvelles données avec les précédentes conclusions de l'Anses.

1.3 Modalités de traitement : moyens mis en œuvre et organisation

Le rapport d'appui scientifique et technique rédigé par l'Anses a été soumis à la relecture d'experts rapporteurs.

1.4 Prévention des risques de conflits d'intérêts.

L'Anses analyse les liens d'intérêts déclarés par les experts avant leur nomination et tout au long des travaux, afin d'éviter les risques de conflits d'intérêts au regard des points traités dans le cadre de l'expertise.

Les déclarations d'intérêts des experts sont publiées sur le site internet de l'agence (www.anses.fr).

2 Rappel des travaux précédents : évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental

2.1 Contexte de l'expertise (Anses, 2013) et réalisation des travaux

En 2010, la DGS et la DGPR avaient demandé à l'Anses d'élaborer des indicateurs opérationnels accompagnés de valeurs de référence et de gestion permettant de rendre compte des effets sanitaires associés aux événements sonores ponctuels. Ces indicateurs devaient pouvoir être utilisés dans le cadre d'évaluation des risques liés au bruit des transports et des activités industrielles ou de loisirs pour lesquelles une évaluation environnementale ou une étude sanitaire est réalisée.

Conformément à la demande, le travail d'expertise devait s'effectuer en 3 étapes successives :

- Étape 1 : « conduire une revue des connaissances disponibles en matière d'indicateurs des effets sanitaires des bruits des transports et des autres activités pour lesquelles une étude sanitaire est réalisée » ;
- Étape 2 : « proposer, sur le fondement de cette revue de connaissances et pour le contexte français, un ou des indicateurs de référence, et des valeurs de référence associées déterminant les niveaux en deçà desquels des effets sanitaires mesurables sont écartés. Ces indicateurs seront adaptés au bruit des transports terrestres, aux bruits des activités et aux bruits événementiels, et intégreront le souci de la prise en compte des brèves apparitions du bruit » ;
- Étape 3 : « proposer des valeurs de gestion pour ces indicateurs, notamment en vue d'une utilisation dans le volet bruit des études d'impact sanitaire des projets routiers et industriels. Ces valeurs de gestion, tout en s'appuyant sur les valeurs d'effets sanitaires de référence, prendront en compte des éléments de contexte complémentaires, comme par exemple :
 - le fond de pollution sonore préexistant à l'installation étudiée ;
 - les niveaux de bruit habituellement rencontrés ;
 - les gains en termes de santé du passage en deçà des seuils proposés ».

Suite à la réalisation de la première étape de revue des connaissances, le groupe de travail avait souligné qu'en l'état des connaissances, la proposition d'indices ou d'indicateurs ne permettait pas de répondre de manière satisfaisante à la problématique générale d'évaluation des impacts sanitaires liés au bruit environnemental. De fait, en accord avec les demandeurs, les objectifs initiaux de la saisine avaient été revus et ces travaux ont consisté à construire une méthode d'évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs liés au bruit environnemental.

Conformément aux modalités classiques d'expertise collective à l'Anses, cette expertise a été confiée à un groupe de travail multidisciplinaire composés de 11 experts dont les travaux ont été soumis pour avis au comité d'experts spécialisés (CES) « Évaluation des risques liés aux agents physiques, aux grands aménagements et aux nouvelles technologies » (validation le 18 décembre 2012).

2.2 Limites du champ de l'expertise

2.2.1 Sources de bruit et gammes de fréquences

Les types de bruits concernés par cette étude étaient les suivants :

- les bruits des transports terrestres (routier et ferré) et aériens (aéronefs) ;
- les bruits des activités industrielles ou de loisirs.

Ainsi, ceux des équipements (tuyauterie, chauffage, *etc.*) à l'intérieur du logement, les bruits de comportement (bruits de voisinage, *etc.*) et les expositions sonores intentionnelles (concerts, baladeurs, *etc.*) étaient exclus du champ de l'expertise.

Par ailleurs, l'expertise a été limitée aux effets du bruit audible² : la partie non-audible pour l'être humain (infrasons et ultrasons pour lesquels les caractéristiques et les effets potentiels sont différents) avait donc été exclue du champ de l'expertise. La gamme de fréquences sonores considérée s'étendait donc de 20 Hz environ à 20 kHz environ.

2.2.2 Types d'effets sanitaires considérés

Le groupe de travail avait considéré la définition de la santé proposée par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) comme « un état de complet bien-être physique, mental et social » et non seulement comme « une absence de maladie ou d'infirmité » (OMS 1986).

Seuls les effets du bruit associés aux expositions environnementales ont été considérés. Il s'agit des effets extra-auditifs du bruit, que ceux-ci soient considérés comme physiologiques (perturbations du sommeil, *etc.*) ou psychosociaux (gêne, *etc.*).

Compte-tenu des niveaux de bruit considérés, les effets aigus (traumatismes) et chroniques sur l'audition avaient été exclus du champ de l'expertise.

2.2.3 Population

Le champ de l'expertise concernait la population générale, sans considération d'éventuelles expositions liées aux activités professionnelles de ces populations.

2.2.4 Données sources

Ces travaux se sont adossés à la littérature scientifique disponible (jusqu'à 2012) ainsi qu'à deux études commandées par le groupe de travail grâce à des conventions recherche-développement³ portant d'une part sur les dimensions psychologiques, sociales et territoriales des relations bruit-santé et d'autre part sur la réglementation française relative au bruit.

2.3 Principaux résultats et conclusions

Le groupe de travail a réalisé dans un premier temps une revue des connaissances disponibles sur le bruit et ses effets extra-auditifs. Cette revue incluait :

- les caractéristiques physiques, physiologiques et psychosociologiques du bruit ;
- les caractéristiques des principales sources de bruit considérées (transports terrestres et aériens, activités industrielles et de loisir) ainsi que les niveaux d'émission sonores associés ;
- les niveaux d'exposition de la population aux bruits des transports et des activités industrielles et de loisirs ;

² On considère typiquement l'intervalle de fréquences 20 Hz -20 kHz. Il est à noter que les seuils fréquentiels exacts de l'audibilité dépendent également de l'intensité sonore.

³ « Le bruit et ses impacts sanitaires : au delà de l'exposition physique, un risque aux dimensions psychologiques, sociales et territoriales » Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines (responsable : Yorghos Remvikos) ;

« État de l'art de la réglementation française relative au bruit et aperçu des différences significatives entre les pays européens » ; centre d'information et de documentation sur le bruit (CIDB).

- les effets extra-auditifs du bruit (physiologiques et psychosociologiques) ;
- les différents outils réglementaires de gestion du bruit.

Sur la base de cette revue des connaissances, le groupe de travail a considéré que la proposition d'indices ou d'indicateurs, telle que demandée dans les objectifs initiaux de la saisine, ne permettait pas de répondre de manière satisfaisante à la problématique générale de l'évaluation des impacts sanitaires liés au bruit environnemental. Les travaux d'expertise ont été alors orientés vers la construction d'une méthode d'évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs liés au bruit environnemental reposant sur la description des états initial et final et consistant à caractériser l'ensemble des paramètres (acoustiques, environnementaux, territoriaux et individuels) identifiés comme nécessaires à considérer.

2.3.1 Généralités sur le bruit

► Le bruit : un risque peu tangible

Le bruit constitue un phénomène omniprésent dans la vie quotidienne, aux sources innombrables et d'une grande diversité. Néanmoins, la neuvième édition du dictionnaire de l'Académie française définit le bruit comme un « son ou ensemble de sons qui se produisent en dehors de toute harmonie régulière ». Selon la norme Afnor NF 530-105 le bruit est défini comme « *toute sensation auditive désagréable ou gênante, tout phénomène acoustique produisant cette sensation, tout son ayant un caractère aléatoire qui n'a pas de composantes définies* ».

Le bruit est un risque invisible, qui ne laisse pas de trace résiduelle matérielle après son émission ; c'est aussi un risque familier, qui n'est pas associé à de nouvelles technologies et qui ne menace pas de provoquer des catastrophes à grande échelle (Beck 1992, Slovic 2000). Il peut donc apparaître comme un risque de « second rang », dans la mesure où il ne possède pas les caractéristiques auxquelles l'opinion publique est la plus sensible.

Toutefois, si les individus ne considèrent pas le bruit comme un enjeu environnemental majeur, ils attribuent une valeur croissante au droit à la tranquillité sonore dans leur cadre de vie, et ils font souvent l'expérience de nuisances sonores dans leur vie quotidienne. Ainsi, selon différentes enquêtes menées en France comme en Europe (Eurobaromètre 1995, 2010, INSEE 2002), le bruit figure parmi les nuisances les plus souvent citées par la population, une nuisance étant considérée comme un facteur qui constitue un désagrément, qui nuit à l'environnement ou à la santé.

► Des effets extra-auditifs liés au bruit environnemental

Si la surdité est l'effet auditif le plus souvent associé aux expositions professionnelles ou aux comportements à risque ( coute de musique amplifiée sans protection, par exemple), les autres effets sanitaires du bruit (dits « extra-auditifs »), associés aux expositions environnementales⁴, sont encore insuffisamment pris en compte dans les études d'impacts liées aux projets d'infrastructures. Pourtant, certains effets qui se manifestent à court terme sont bien documentés : perturbations du sommeil ou gêne due au bruit notamment. D'autres effets extra auditifs associés au bruit, observés à plus long terme, sont discutés : hypertension artérielle, risques accrus d'infarctus du myocarde notamment.

Par ailleurs, le bruit n'est pas uniquement un phénomène physique. La façon dont le bruit est perçu dépend de composantes multiples, à la fois personnelles, contextuelles et culturelles. C'est notamment pourquoi, pour un même niveau d'exposition au bruit, les effets extra-auditifs peuvent varier fortement d'un individu à l'autre. C'est ce qui les rend particulièrement difficiles à prévoir.

⁴ Bruit extérieur émis dans l'environnement par toutes les sources sonores, incluant le bruit émis par les moyens de transport, le trafic routier, ferroviaire ou aérien ainsi que le bruit émis par des sites d'activités industrielles.

► Des indices de bruit imparfaits pour l'évaluation des effets sanitaires

Afin d'évaluer quantitativement l'ensemble des phénomènes physiques liés à l'émission d'un bruit, divers indices peuvent être mesurés ou calculés. Les indices les plus fréquemment rencontrés dans la littérature intègrent l'énergie sonore sur de longues périodes de temps, ils sont appelés « indices énergétiques moyens ». Même s'ils présentent de nombreux avantages, ils ne permettent pas de rendre compte de certaines caractéristiques de l'exposition, comme l'évolution temporelle du bruit, les événements sonores ponctuels, leur répétition ou encore la composition spectrale d'un bruit.

Au-delà des problématiques relatives à la qualité de la description de l'exposition sonore, ces indices acoustiques ne peuvent pas intégrer les déterminants non acoustiques intervenant dans les relations bruit-santé (psychologiques, sociaux et territoriaux).

De fait, l'un des messages forts de cette expertise était la démonstration qu'en toute rigueur, l'évaluation des risques ou impacts ne doit pas s'effectuer uniquement en fonction d'une ambiance sonore mais en fonction d'un paysage sonore, concept intégrant les spécificités d'un contexte territorial donné (typologie d'habitat, qualité de l'environnement social, économique, etc.).

► Une quantification imprécise des impacts sanitaires du bruit

Néanmoins, il est à souligner que toutes les relations exposition-effets (corrélations entre exposition sonore et effets sanitaires) recensées par le groupe de travail de l'Anses s'intéressaient à la relation entre l'exposition au bruit caractérisée uniquement par des indices acoustiques énergétiques moyens et la survenue de certains effets sanitaires. Cette revue avait ainsi montré l'absence de relations exposition-effet se rapportant à des indices d'exposition sonore de types événementiels.

L'état des connaissances ne permettait pas non plus de quantifier précisément les poids de ces déterminants complémentaires jugés nécessaires dans une approche de type « paysage sonore ».

En raison de ces lacunes de connaissances, le groupe de travail avait alors proposé le principe d'une méthode d'évaluation des impacts sanitaires du bruit combinant éléments quantitatifs (*via* les relations expositions-risques imparfaites disponibles) et qualitatifs (qualification⁵ des autres déterminants), cette méthode étant destinée à évoluer en fonction de l'avancée des connaissances et de la disponibilité des données.

2.3.2 Effets sanitaires extra-auditifs analysés et retenus

Les relations entre l'exposition au bruit et la survenue de nombreux effets sur la santé ont été documentées dans le rapport (voir l'ensemble des effets sanitaires abordés dans le Tableau 1).

L'exposition au bruit peut provoquer des dysfonctionnements de l'organisme qui peuvent entraîner des modifications de certains paramètres biologiques. Ces dysfonctionnements peuvent à leur tour conduire à l'apparition ou à l'exacerbation de pathologies chroniques. À titre d'exemple, la gêne due au bruit, qui constitue une construction psychosociologique, est un effet sanitaire à part entière. Il se peut qu'elle soit également un facteur intermédiaire vers le développement d'autres pathologies lorsqu'elle est chronique et constitue un facteur de stress continu.

⁵ Qualifiés de facteurs aggravants ou diminuant l'intensité des effets de santé

Tableau 1 : Synthèse des effets documentés (extrait du rapport Anses 2013)

Effets « physiopathologiques »	Effets « psychosociaux »
<ul style="list-style-type: none"> • Perturbation du sommeil <ul style="list-style-type: none"> - modification de la structure interne du sommeil (diminution significative du temps passé dans les stades de sommeil à ondes lentes et du sommeil paradoxal, perturbation de l'architecture du sommeil ; - augmentation de la fragmentation du sommeil (augmentation significative du nombre de changements de stades et du nombre d'éveils de courte durée) ; - réduction du temps total de sommeil (plus longue durée d'endormissement, éveils nocturnes prolongés ou éveil précoce non suivi d'un nouvel endormissement). • Effets sur le système cardiovasculaire <ul style="list-style-type: none"> - hypertension artérielle ; - maladies cardiaques ischémiques (dont infarctus du myocarde) ; - accident vasculaire cérébral. • Effets sur le système endocrinien <ul style="list-style-type: none"> - sécrétion d'hormones liées au stress (adrénaline, noradrénaline et cortisol) ; - perturbation de la sécrétion d'hormones de croissance, de la ghréline, de la leptine, etc. • Effets sur le système immunitaire • Effets sur la santé mentale 	<ul style="list-style-type: none"> • Bien-être <ul style="list-style-type: none"> - gêne ; - (in)satisfaction environnementale ; - état de santé perçu ; - dépression et anxiété ; - stress ; - engagement dans la vie locale. • Performances cognitives / scolaires <ul style="list-style-type: none"> - compréhension de la lecture ; - compréhension de la parole ; - mémorisation ; - apprentissage ; - concentration et attention. • Interférences avec la communication <ul style="list-style-type: none"> - Intelligibilité de la parole. • Attitudes et comportements <ul style="list-style-type: none"> - agressivité, apathie ; - diminution de la sensibilité et de l'intérêt à l'égard d'autrui. • Dimensions socio-territoriales <ul style="list-style-type: none"> - décote immobilière ; - dynamiques de population et polarisation sociale dans l'espace ; - sédimentation ou orientation fonctionnelle des tissus urbains ; - conflictualité locale et inégalités environnementales

Les effets sanitaires extra auditifs du bruit environnemental que le groupe de travail avait jugé nécessaire de prendre en compte sont ceux mis en évidence dans le plus récent document de l'OMS *Burden of diseases* de 2011 :

- effets immédiats : gêne et perturbations du sommeil ;
- effets chroniques : infarctus du myocarde et troubles de l'apprentissage scolaire.

D'autres effets extra-auditifs du bruit avaient été identifiés et discutés tels que l'hypertension artérielle, l'accident vasculaire cérébral, les effets sur le système neuroendocrinien, la santé mentale, la communication, les performances et les effets à dimension territoriale ainsi que les injustices environnementales. Cependant, leur quantification n'était pas suffisamment précise pour qu'ils puissent être correctement pris en compte dans une évaluation des impacts sanitaires du bruit.

2.3.3 Déterminants acoustiques et non acoustiques pertinents pour l'évaluation des effets extra-auditifs liés au bruit environnemental

Si toutes les relations exposition-effet analysées par les experts concernaient des indices acoustiques, il est maintenant démontré que le niveau de bruit seul ne permet d'expliquer qu'une part des effets sanitaires observés. D'autres facteurs (physiques et humains notamment) modificateurs de ces impacts sanitaires sont également à prendre en compte.

L'analyse de la littérature avait permis d'identifier plusieurs de ces facteurs. La liste proposée dans ce document n'est cependant pas exhaustive et résulte d'une sélection réalisée par le groupe de travail. D'autres déterminants, plus ou moins interdépendants avec ceux déjà sélectionnés peuvent exister. Cette liste ne constitue donc qu'une suggestion du groupe de travail des facteurs à considérer dans le cadre d'une évaluation des impacts sanitaires et qui sont susceptibles d'évoluer en fonction de l'avancée des connaissances sur le sujet. Ces facteurs sont les suivants :

Facteurs liés aux caractéristiques du bruit :

- Tonalité (présence d'un son pur) ;
- Spectre de fréquence ;
- Type(s) de bruit (continu, événementiel, impulsionnel) ;
- Rythme annuel d'émission sonore ;
- Rythme hebdomadaire d'émission sonore ;
- Prévisibilité des événements de bruit ;
- Distribution de la fréquence d'apparition des nouveaux événements sonores.

Facteurs de contexte environnementaux, territoriaux et humains :

- Multi exposition (différentes sources sonores) ;
- Co-exposition à d'autres facteurs environnementaux ;
- Milieu acoustique défavorable (rues "canyons", réverbération, absorption, diffraction, etc.) ;
- Présence de façades silencieuses (*backyard effect*) ;
- Types d'urbanisme (rural / urbain) ;
- Types d'habitat (collectif / individuel) ;
- Qualité de l'habitat (vétusté / insalubrité / isolation phonique) ;
- Présences de zones calmes ;
- Valeur immobilière de l'habitat ;
- Qualité de vie dans le quartier.

Facteurs de contexte individuels :

- Age ;
- Sexe ;
- État de santé ;
- Niveau d'éducation ;
- Statut socioprofessionnel / type d'activité ;
- Revenus / précarité ;
- Auto estimation de sensibilité au bruit ;

- Perception de la source du bruit : peur ou affinité, signification du signal et relation socio-économique avec la source de bruit ;
- Durée de l'exposition ;
- Capacité d'habituation, d'adaptation, de modifications du comportement.

Enfin, afin de considérer au mieux des particularités, des différences de vulnérabilité, et/ou d'exposition, le groupe de travail avait également recommandé de distinguer :

- Les types de bâtiments exposés au bruit (habitations / établissements de santé / écoles / autres lieux de travail que ceux précédemment cités) ;
- Les classes d'âges des populations présentes dans ces lieux (jeunes enfants 0 à 3 ans / enfants 3 à 18 ans / adultes 18 à 60 ans / personnes âgées ; plus de 60 ans) ;
- Les catégories d'activité professionnelle pour les adultes présents (actifs / inactifs ou travaillant à domicile / actifs en horaires décalés).

2.3.4 Niveaux de bruit seuils considérés

Les tableaux suivants listent les seuils de niveaux sonores préconisés par le groupe de travail pour l'évaluation des impacts sanitaires liés au bruit en fonction des périodes jour, soirée, nuit pour les indices acoustiques intégrés d'une part (Tableau 2) et les indices acoustiques événementiels d'autre part (Tableau 3).

Ces seuils ne correspondent pas à des recommandations de seuils dédiés à la gestion des risques mais à des niveaux de bruit, différenciés par effet sanitaire, à partir desquels il est nécessaire d'évaluer des impacts sanitaires dans le cadre de la méthode d'évaluation des risques qui était proposée. Les seuils proposés pour les indices acoustiques événementiels (L_{Amax} , Tableau 3) établissent les niveaux sonores à partir desquels les événements sonores peuvent avoir des effets et doivent être comptabilisés. Deux seuils sont proposés pour les effets de perturbation du sommeil en raison des différents types d'effets sur le sommeil alors recensés (activation du système nerveux et éveil).

Tableau 2 : Seuils de niveaux sonores retenus pour les indices acoustiques intégrés dans les travaux de l'Anses publiés en 2013

Effet sanitaire	Indices acoustiques intégrés (dBA)							
	L_d (jour)		L_e (soir)		L_n (nuit)		L_{den} (24 h)	
	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade
Infarctus du myocarde	-	57,5	-	-	-	50	-	-
Apprentissage scolaire	-	52	NA	NA	NA	NA	-	-
Perturbations du sommeil	NA	NA	NA	NA	-	42	-	-
Gêne	-	-	-	-	-	-	-	42

Tableau 3 : Seuils de niveaux sonores retenus pour les indices acoustiques évènementiels dans les travaux de l'Anses publiés en 2013

	Indices acoustiques évènementiels (dBA)							
	L _{Amax} (jour)		L _{Amax} (soir)		L _{Amax} (nuit)		L _{Amax} (24 h)	
Effet sanitaire	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade	Intérieur	En façade
Infarctus du myocarde	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
Apprentissage scolaire	50	70-85*	-	-	-	-	-	-
Perturbations du sommeil	NA	NA	NA	NA	35	55-80*	-	-
	NA	NA	NA	NA	42	62-85*	-	-
Gêne	-	-	-	-	-	-	-	65

* intervalles de seuils d'effets en fonction de l'atténuation sonore des façades considérée (entre 20 et 45 dBA)

3 Synthèse des connaissances publiées depuis 2012

3.1 Méthode de recherche bibliographique

3.1.1 Période considérée

La littérature scientifique utilisée dans les travaux publiés en 2013 (Anses 2013) relatifs aux effets sanitaires extra-auditifs s'arrêtant au début de l'année 2012, la période de publication considérée pour cette actualisation des données débute à l'année 2012 (comprise) et court jusqu'à présent (la dernière actualisation de la recherche ayant été réalisée le 10/06/2020).

Seuls les documents en langue française ou anglaise ont été retenus.

3.1.2 Moteurs de recherche et équations appliquées

La recherche bibliographique a été effectuée à l'aide de 2 moteurs de recherche différents (Scopus et Pubmed). Les publications d'intérêt ont pu être identifiées à l'aide de différents mots clés (voir Tableau 4) recherchés dans les titres, abstracts et mots-clés associés à ces publications.

Tableau 4 : nombre de références trouvées en fonction des mots clés et moteurs de recherche utilisés pour la période 2012-2019

	Mots clés utilisés (formules)	Moteur de recherche		Date de la dernière recherche
		Scopus	Pubmed	
1	"noise" AND "health" AND ("aircraft" OR "air transport")	364	155	17/01/2020
2	"noise" AND ("health" OR "sleep" OR "cardiovascular effects" OR "disease" OR "cognitive effects") AND ("aircraft" OR "air transport")	461	181	17/01/2020
3	"noise" AND ("health" OR "sleep" OR "cardiovascular effects" OR "hypertension" OR "disease" OR "stroke" OR "cognitive effects" OR "cognitive impairment" OR "annoyance" OR "mental health" OR "well being" OR "quality of life" OR "diabetes" OR "obesity") AND ("aircraft" OR "air transport")	782*	208	10/06/2020

* 267 après ajustements

3.1.3 Identification et classification des références

Une première recherche bibliographique a été effectuée à l'aide des 2 premières équations de recherche du Tableau 4. Les références bibliographiques issues des 2 moteurs de recherche ont été croisées afin d'en éliminer les doublons, aboutissant à retenir 493 publications.

L'analyse approfondie de ce premier corpus de données ayant montré que certaines publications d'intérêt étaient absentes des résultats, l'équation de recherche a été revue afin d'étendre le champ de recherche (équation 3).

Seuls les articles, revues et analyses systématiques ont été conservés. Pour le moteur de recherche Scopus, les publications associées à des thématiques jugées hors sujet⁶ ont été exclues. Les résultats issus des 2 moteurs de recherche ainsi ajustés ont été croisés afin d'en éliminer les doublons.

⁶ "Physics and Astronomy", "Material Science" et "Computer Science"

L'ensemble des 421 publications retenues pour analyse ont ensuite été classées dans un tableau en fonction :

- De l'année de publication ;
- Du type d'étude (article de recherche, revue, opinion, thèse, etc.) ;
- Du type d'effet sanitaire étudié (gêne, perturbations du sommeil, hypertension, etc.) ;
- Des sources sonores concernées ;
- Du type d'effet(s) sanitaire(s) étudié(s) ;
- Des populations cibles étudiées (population générale, travailleurs, enfants, etc.).

3.1.4 Sélection et classification des références sur titre et résumé

Au terme d'une première lecture des titres et résumés des références, 180 des 408 références trouvées ont été exclues de l'analyse (voir Annexe 2). Parmi celles-ci :

- 45 sont hors sujet ;
- 34 se réfèrent à des expositions sonores non comparables au bruit de aéronefs dans l'environnement (exposition pour des passagers d'aéronefs et/ou expositions professionnelles) ;
- 3 sont des commentaires à d'autres références ;
- 14 ne concernent pas la source sonore étudiée (bruit routier, ferroviaire, etc.) ;
- 74 ne concernent pas l'étude d'effets sanitaires (données d'exposition, méthodes d'évaluation des risques, prévention et gestion des risques, etc.) ;
- 10 s'apparentent à des revues générales (livres notamment).

Les références ont été sélectionnées au regard de la pertinence des sujets abordés, leur qualité scientifique n'a pas constitué un critère d'inclusion ou d'exclusion.

3.1.5 Détermination des références pertinentes à inclure dans l'analyse

Une synthèse a été rédigée sur la base des 228 références restantes. Elle consiste en une description des données rassemblées dans le cadre de la recherche bibliographique. Pour plus de clarté à la lecture, seules les données jugées pertinentes au regard de l'objectif de ces travaux apparaissent dans cette synthèse (138 publications). Les références non citées sont listées en Annexe 3.

La Figure 1 résume les diverses séquences de sélection des articles identifiés au cours de la recherche bibliographique.

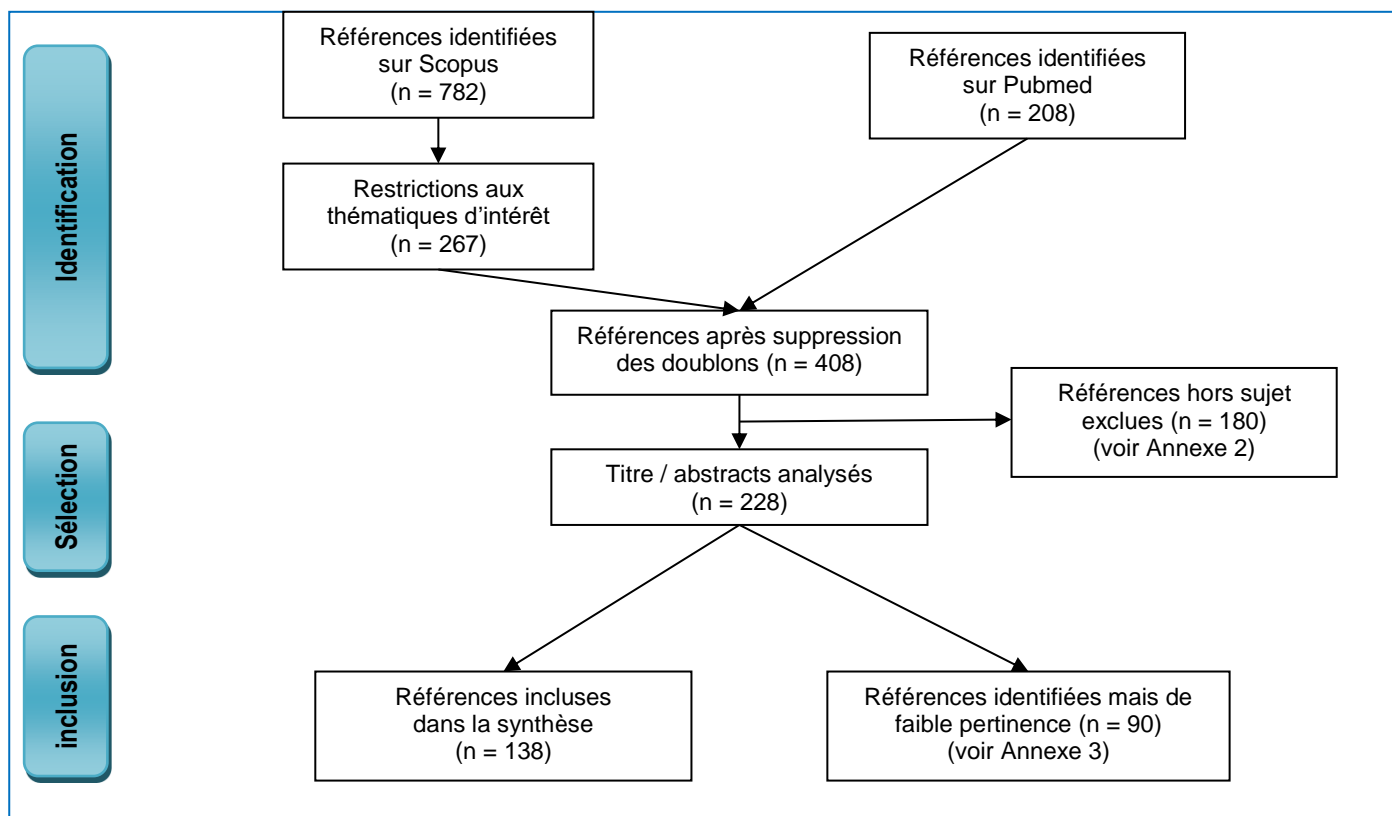


Figure 1 : diagramme de sélection des articles retenus dans la revue de littérature

3.2 Résultats

Le plan utilisé pour cette revue bibliographique suit une structure par type d'effet sanitaire. Le dernier rapport de l'OMS (bureau européen) sur le bruit dans l'environnement fait l'objet d'un focus préalable.

3.2.1 Actualisation des lignes directrices OMS Europe du bruit dans l'environnement

Le bureau régional de l'OMS pour l'Europe a publié fin 2018 une nouvelle version de son rapport sur le bruit dans l'environnement, renforçant les recommandations émises en 2009 relatives aux niveaux d'exposition aux bruits des transports et émettant des valeurs guide de bruit dans l'environnement (OMS 2018). Parmi les principales nouveautés introduites par ce rapport, il est à souligner :

- Le recours à une méthode normalisée (GRADE⁷) afin de caractériser les liens entre exposition au bruit et effets sur la santé (caractérisation des niveaux de preuve scientifique⁸). Les recommandations sont ainsi explicitement et systématiquement accompagnées des preuves scientifiques qui ont permis de les établir. Ce rapport renforce ainsi les recommandations en matière de limitation de l'exposition ;

⁷ Grading of Recommendations Assessment, Development and Evaluation

⁸ 4 niveaux de preuve sont considérés : élevé, intermédiaire (ou modéré), faible et très faible

- Les valeurs guides recommandées sont distinguées en fonction des différentes sources sonores, en lieu et place des recommandations s'appliquant au bruit indistinctement des sources sonores ;
- La considération et l'étude de nouvelles sources sonores (éoliennes, loisirs) en complément de celles liées aux transports (bruit routier, ferroviaire et aérien) ;
- La prise en compte de 2 indicateurs de bruit (L_{den}^9 et L_n^{10}).

L'OMS a sélectionné divers effets sanitaires à considérer dans sa revue systématique, les classant en deux catégories¹¹ : « critiques » ou « importants mais non critiques » pour le développement de recommandations relatives aux impacts sanitaires du bruit dans l'environnement (respectivement Tableau 5 et Tableau 6). Chaque effet pouvant être suivi en fonction de plusieurs indicateurs différents, des indicateurs précis ont été priorisés pour chaque type d'effet critique retenu en fonction de leur représentativité et de leur validité (en gras dans le Tableau 5). C'est en fonction de ces indicateurs d'effets qu'ont été développés les niveaux d'exposition recommandés.

Tableau 5 : effets sanitaires critiques et indicateurs associés considérés par l'OMS

Effets sanitaires critiques	Indicateurs considérés
Maladies cardiovasculaires	Prévalence, incidence, admissions hospitalières ou mortalité due aux effets suivants : <ul style="list-style-type: none"> • Cardiopathie ischémique • Hypertension artérielle • Accident vasculaire cérébral
Perturbations du sommeil	<ul style="list-style-type: none"> • Pourcentage de personnes dont le sommeil est fortement perturbé (autodéclaré, évalué selon une échelle stadardisée) • Mesures de polysomnographie • Paramètres cardiaques ou de pression sanguine mesurés durant le sommeil • Modification de la motilité chez l'adulte • Perturbation du sommeil chez l'enfant
Gêne	<ul style="list-style-type: none"> • Pourcentage de personnes fortement gênées (autodéclaré, évalué selon une échelle stadardisée) • Pourcentage de personnes gênées (échelle standardisée de préférence)
Effets sur la cognition	<ul style="list-style-type: none"> • Compréhension écrite et orale évaluée <i>via</i> des tests • Trouble cognitif évalué <i>via</i> des tests standardisés • Déficit de la mémoire à court ou à long terme • Déficit de l'attention • Déficit de la fonction exécutive (capacité de mémoire de travail)
Effets auditifs	<ul style="list-style-type: none"> • Atteinte auditive permanente mesurée par audiométrie • Acouphène permanent

En gras : indicateurs retenus par l'OMS.

⁹ *level day, evening, night*

¹⁰ *level night* pour un intervalle horaire d'exposition déterminé à 22h-6h

¹¹ Les effets sont répartis dans ces catégories suivant leur sévérité et prévalence ainsi qu'en fonction de la disponibilité, avant analyse, d'éléments de preuve de l'association avec l'exposition sonore

Tableau 6 : effets sanitaires importants et indicateurs associés considérés par l'OMS

Effets sanitaires importants	Indicateurs considérés
Effets périnataux	<ul style="list-style-type: none"> • Naissance prématurée • Faible poids à la naissance • Anomalie congénitale
Qualité de vie, bien-être et santé mentale	<ul style="list-style-type: none"> • État de santé et qualité de vie autodéclarées • Consommation médicamenteuse (dépression et anxiété) • Dépression, anxiété et détresse psychologique autodéclarées • Troubles de l'anxiété et état dépressif évalué par un entretien • Troubles émotionnels et du comportement chez l'enfant • Hyperactivité chez l'enfant • Autres effets sur la santé mentale
Effets sur le métabolisme	Prévalence, incidence, admissions hospitalières ou mortalité dues à <ul style="list-style-type: none"> • Diabète de type 2 • Obésité

Concernant spécifiquement le bruit aérien, l'OMS recommande de réduire fortement les niveaux sonores produits en moyenne par le trafic aérien, à moins de 45 décibels (dB) L_{den} , et préconise un seuil d'exposition au bruit nocturne à moins de 40 dB L_n .

► Maladies cardiovasculaires

■ Cardiopathie ischémique

L'OMS retient pour les cardiopathies ischémiques un risque relatif (RR) de 1,09 (IC à 95 % = 1,04–1,15) d'incidence de ces effets sanitaires pour une augmentation de l'exposition au bruit de 10 dB. Le niveau de bruit aérien le plus bas mesuré est de 47 dB (L_{den}). Fondés sur 2 études écologiques (Correia *et al.* 2013, Hansell *et al.* 2013) et en l'absence d'études analytiques (cohortes et cas-témoins), le niveau de preuve associé à ces résultats a été considéré comme très faible.

D'autres études relatives à la prévalence de ces mêmes pathologies et à la mortalité associée sont discutées. Concernant la prévalence, deux études transversales sont étudiées (Babisch *et al.* 2005, Babisch *et al.* 2008, Babisch *et al.* 2013, Babisch *et al.* 2012, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013, Floud *et al.* 2011, Jarup *et al.* 2008, Jarup *et al.* 2005, Van Poll *et al.* 2014) et permettent d'établir un RR de 1,07 (IC à 95 % : 0,94–1,23) pour une augmentation de 10 dB mesurée en L_{den} avec un niveau de preuve qualifié de faible. Les données relatives à la mortalité liées à des cardiopathies ischémiques bénéficient d'une étude de cohorte (Huss *et al.* 2010) et de deux études écologiques (Hansell *et al.* 2013, Van Poll *et al.* 2014). Les risques relatifs considérés pour une augmentation de 10 dB mesuré en L_{den} sont assez proches dans ces 2 types d'études (respectivement de 1,04 (IC à 95 % : 0,98–1,11) et de 1,04 (IC à 95 % : 0,97–1,12)) et les niveaux de preuve respectivement très faibles.

■ Hypertension artérielle

S'adossant sur une unique étude de cohorte (Bluhm *et al.* 2004, Eriksson *et al.* 2010, Eriksson *et al.* 2007) évaluant la relation de causalité entre hypertension et exposition au bruit aérien, l'OMS considère qu'il n'y a pas d'augmentation de risque significatif pour cet effet sanitaire lié à l'augmentation de l'exposition au bruit aérien (RR = 1,00 pour une augmentation de 10 dB mesurée en L_{den} ; IC à 95 % : 0,77–1,30). Le niveau de preuve associé retenu est qualifié de faible.

Neuf études transversales sont identifiées (Ancona *et al.* 2010, Babisch *et al.* 2005, Babisch *et al.* 2008, Babisch *et al.* 2012, Breugelmans 2004, Houthuijs et van Wiechen 2006, Jarup *et al.* 2008, Jarup *et al.* 2005, Matsui 2013, Matsui *et al.* 2004, Matsui *et al.* 2001, Rosenlund *et al.* 2001, van Kamp *et al.* 2006, Van Poll *et al.* 2014, Evrard *et al.* 2013), leurs résultats sont jugés contradictoires, le niveau de preuve faible, et le RR de l'ensemble de ces études n'est pas non plus significatif.

■ Accident vasculaire cérébral (AVC)

Les niveaux de preuve associés à l'état des connaissances des relations entre cet effet sanitaire et l'exposition au bruit aérien sont qualifiés de très faibles et les RR sont non significatifs, que ce soit en matière d'incidence (2 études écologiques : (Correia *et al.* 2013, Hansell *et al.* 2013), de prévalence (2 études transversales (Babisch *et al.* 2005, Babisch *et al.* 2008, Babisch *et al.* 2013, Babisch *et al.* 2012, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013, Floud *et al.* 2011, Jarup *et al.* 2008, Jarup *et al.* 2005, Van Poll *et al.* 2014)) ou de relation entre exposition au bruit aérien et mortalité par AVC (1 étude de cohorte (Huss *et al.* 2010) et 2 études écologiques (Hansell *et al.* 2013, Van Poll *et al.* 2014).

▶ Tension artérielle chez l'enfant

Les deux études disponibles, transversales, s'intéressant à l'association entre le bruit aérien et la tension artérielle chez l'enfant sont considérées d'un niveau de preuve très faible en raison de fortes incohérences.

▶ Gêne liée au bruit

Pour le bruit aérien, la gêne constitue de loin l'effet le plus documenté dans la littérature scientifique, l'association entre bruit aérien et la gêne étant clairement démontrée. La relation proposée afin de quantifier, à partir du L_{den} , le pourcentage de riverains fortement gênés correspond à celle de la revue systématique de Guski *et al.* (Guski, Schreckenber, et Schuemer 2017) intégrant les résultats de 10 articles (Babisch *et al.* 2009, Bartels, Müller, et Vogt 2013, Breugelmans 2004, Brink *et al.* 2008, Gelderblom *et al.* 2014, L. T. Nguyen *et al.* 2012, T. L. Nguyen *et al.* 2012, Nguyen *et al.* 2011, Sato et Yano 2011, Schreckenber et Meis 2007). La plupart de ces sources correspondant à des études transversales, le niveau de preuve associé à cette formule est qualifié de modéré.

L'OMS considère ainsi un risque absolu de 10 % (prévalence de personnes fortement gênées) pour un niveau d'exposition de 45,4 dB mesuré en L_{den} .

▶ Effets cognitifs et retard à l'apprentissage scolaire

Le niveau de preuve qualifiant l'association entre exposition au bruit aérien et retards à l'apprentissage scolaire (compréhension écrite et orale) a été jugé modéré. Sur 14 des travaux examinés, 4 s'apparentent à des études longitudinales (Clark, Head, et Stansfeld 2013, Haines, Stansfeld, *et al.* 2001b, Hygge, Evans, et Bullinger 2002, Seabi *et al.* 2015) et 10 à des études transversales (Clark *et al.* 2012, Clark *et al.* 2006, Evans et Maxwell 1997, Haines, Stansfeld, Brentnall, *et al.* 2001, Haines, Stansfeld, *et al.* 2001a, Klatter *et al.* 2014, Matsui *et al.* 2004, Seabi *et al.* 2012, Stansfeld *et al.* 2010, Stansfeld *et al.* 2005) et la majorité montre une association entre niveau d'exposition au bruit aérien et une plus faible compréhension écrite.

Ce lien de causalité est renforcé par d'autres éléments de preuve, notamment des études établissant, avec des niveaux de preuves qualifiés de modérés, des associations entre exposition au bruit aérien et de plus faibles scores aux tests d'évaluation standardisés chez l'enfant (Eagan *et al.* 2004, Green, Pasternack, et Shore 1982, Sharp *et al.* 2014, Zusman 2007) ainsi que de plus faibles capacités de mémorisation sur le long-terme (Haines, Stansfeld, *et al.* 2001a).

A contrario, aucun effet délétère du bruit aérien sur l'attention des enfants (Haines, Stansfeld, Brentnall, *et al.* 2001, Hygge, Evans, et Bullinger 2002, Matsui *et al.* 2004, Stansfeld *et al.* 2010, Stansfeld *et al.* 2005) ni sur les fonctions exécutives (capacités de mémoire de travail) n'a pu être mis en évidence (Clark *et al.* 2012, Haines, Stansfeld, Brentnall, *et al.* 2001, Haines, Stansfeld, *et al.* 2001a, Klatter *et al.* 2014, Matheson *et al.* 2010, Stansfeld *et al.* 2010, Stansfeld *et al.* 2005, Van

Kempen *et al.* 2012, Van Kempen *et al.* 2010). Enfin, aucune étude n'a porté sur les effets potentiels du bruit aérien sur les capacités de mémorisation à court-terme.

► Effets auditifs

Aucune publication s'intéressant aux relations entre exposition au bruit aérien et la survenue de déficit auditif ou d'acouphène n'a été identifiée lors de cette revue systématique et donc aucun élément de preuve n'était disponible.

► Perturbations du sommeil

Se basant sur 6 études (Nguyen *et al.* 2015, Nguyen *et al.* 2010, T. L. Nguyen *et al.* 2012, Nguyen *et al.* 2011, Nguyen *et al.* 2009, Schreckenber *et al.* 2009, Yano *et al.* 2015) majoritairement transversales, l'OMS a calculé une relation exposition-réponse (rapports des cotes ou *Odds Ratio*-OR de 1,94 pour une augmentation de 10 dB mesurée en L_n ; IC à 95 % : 1,61–2,33) afin de quantifier la relation entre bruit aérien nocturne et pourcentage de riverains dont le sommeil est très perturbé (autodéclarations), le niveau de preuve associé étant qualifié de modéré.

Le niveau de preuve pour l'association entre bruit aérien et probabilité d'éveils additionnels (mesurée par polysomnographie) est également jugé modéré (OR de 1,35 pour une augmentation de 10 dB en intérieur mesuré en $L_{AS,max}$; IC à 95 % : 1,22–1,50) (Basner, Samel, et Isermann 2006). Pour une étude plus ancienne (Passchier-Vermeer *et al.* 2002), le niveau de preuve pour une association entre motilité chez l'adulte et bruit aérien est considéré comme faible.

Le Tableau 7 résume les lignes directrices, relations exposition-réponse et qualité du niveau de preuve associé pour les effets sanitaires critiques associés aux expositions au bruit aérien.

Tableau 7 : résumé des lignes directrices, relations exposition-réponse et qualification des niveaux de preuve associés, pour chaque effet sanitaire par l'OMS pour le bruit aérien (OMS 2018)

Effet sanitaire		Lignes directrices	Niveau repère	Relation exposition-réponse retenue	Qualification du niveau de preuve ¹²
Maladies cardiovasculaires	Cardiopathie ischémique (incidence)	52 dB (L_{den})	5 % du risque relatif	RR = 1,09 (IC à 95 % : 1,04-1,15) pour un accroissement de 10 dB (L_{den})	Très faible
	Hypertension (incidence)	*	10 % du risque relatif	RR = 1,00 (IC à 95 % : 0,77–1,30) pour un accroissement de 10 dB (L_{den})	Faible
Gêne liée au bruit	Proportion de riverains fortement gênés	45 dB (L_{den})	10 % du risque absolu	OR = 4,78 (IC à 95 % : 2,27-10,05) pour un accroissement de 10 dB (L_{den})	Modérée
Effets cognitifs	Compréhension écrite et orale	55 dB (L_{den})	1 mois de retard	1–2-month delay per 5 dB increase	Modérée
Effets auditifs	Atteinte auditive permanente et écouphènes	Aucune étude disponible	/	/	/
Perturbations du sommeil	Proportion de personnes dont le sommeil est hautement perturbé	40 dB (L_n) **	3 % du risque absolu	OR = 1,94 (IC à 95 % : 1,61-2,33) pour un accroissement de 10 dB (L_n)	Modérée ***

¹² Qualification du niveau de preuve de la relation statistique retenue par l'OMS

* l'unique étude répondant aux critères de sélection ne montre pas d'augmentation significative de ce risque.

** correspondant à une proportion de 11 % de personnes dont le sommeil est fortement perturbé et non au niveau repère fixé.

*** L'OMS a également évalué la qualité du niveau de preuve de l'efficacité des interventions (modifications des trajectoires de vol) pour réduire les perturbations du sommeil (faible qualité).

Afin d'établir ces lignes directrices d'exposition, l'OMS a dû établir (jugement d'experts) ce qu'elle considèrerait comme le plus faible excès de risque (ou risque relatif) pertinent à considérer pour chacun des types d'effet. Ces niveaux repères (*benchmark levels*) ont donc été préalablement définis. Ces lignes directrices ou valeurs seuils ne sont pas à considérer comme des seuils d'effet. Par exemple, le seuil de 45 dB L_{den} pour la gêne correspond à une situation pour laquelle 10 % des personnes exposées sont fortement gênées.

Il est à signaler que la ligne directrice recommandée pour les effets de perturbations du sommeil liées au bruit aérien (40 dB L_n) ne correspond pas au seuil d'effet fixé de 3 % mais à une situation pour laquelle ces effets concernent 11 % des personnes exposées. Aucune donnée acoustique fiable en dessous de ce seuil n'étant disponible à ce moment, et afin de ne pas fixer des recommandations inatteignables, l'OMS a décidé de ne pas diminuer ce seuil *via* des extrapolations des courbes exposition-réponse.

3.2.2 Effets cardiovasculaires

Parmi les études marquantes relevées au cours de la période d'observation 2012-2020 concernant les effets du bruit aérien sur le système cardiovasculaire, plusieurs travaux épidémiologiques d'envergure, inclus pour partie dans le rapport de 2013 ainsi que dans celui de l'OMS 2018, sont à relever.

- Le programme de recherche DEBATS (discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé), initié en 2012 et récemment achevé, a été confié à l'Ifsttar¹³. Il a consisté en la réalisation d'une étude écologique en France (à proximité des aéroports de Paris-Charles de Gaulle, Toulouse-Blagnac et Lyon Saint-Exupéry) suivie d'une étude longitudinale (suivis à 2 ans et à 4 ans d'environ 1 200 participants, riverains de ces aéroports). Cette vaste étude comporte également une partie relative aux effets du bruit aérien sur le sommeil (abordé au chapitre 3.2.4) ;
- L'étude HYENA (*Hypertension and Exposure to Noise near Airports*) financée par la Communauté européenne a été consacrée à l'évaluation des impacts sur la santé cardiovasculaire (principalement l'hypertension artérielle) du bruit généré par les circulations aérienne et routière à proximité des aéroports (sept aéroports majeurs européens inclus dans l'étude : Athènes, Grèce ; Milan/Malpensa, Italie ; Amsterdam/Schiphol, Pays-Bas ; Stockholm/Arlanda et Bromma, Suède ; Berlin/Tegel, Allemagne ; Londres/Heathrow, Royaume-Uni). Bien que les données aient été collectées entre 2004 et 2006, des suivis de l'état de santé des participants sont régulièrement effectués ;
- L'étude SAPALDIA (*Study on Air Pollution And Lung Disease In Adults*) débutée en 1991 est une étude multicentrique longitudinale prospective basée sur la population générale suisse. Elle a pour objectif de comprendre l'impact à long terme des facteurs liés à l'environnement et au mode de vie sur la santé.

3.2.2.1 Hypertension artérielle

Dans le cadre de l'étude longitudinale issue du programme DEBATS, récemment effectuée en France, plusieurs variables physiologiques d'intérêt au regard de l'hypertension et du stress physiologique (pression artérielle, cortisol salivaire) ont été mesurées auprès des 1 244 riverains

¹³ Devenu l'Université Gustave Eiffel le 1^{er} janvier 2020

d'aéroports inclus dans l'étude. D'autres données relatives à la gêne ainsi qu'au statut de santé ont été recueillies par questionnaires remplis au cours d'entretiens.

Les auteurs soulignent une prévalence de l'hypertension artérielle (médicalement objectivée) plus élevée chez les hommes que chez les femmes parmi les 1 244 riverains participant à l'étude (Evrard *et al.* 2017). Le risque d'hypertension artérielle observé est accru¹⁴, uniquement chez les hommes, avec le niveau d'exposition au bruit aérien durant la nuit (OR = 1,34 pour 10 dBA L_n supplémentaire ; IC à 95% : 1,00 -1,97).

Les taux de cortisol salivaire mesurés auprès des participants au réveil et avant le coucher (Lefèvre *et al.* 2017) suggèrent une modification du rythme circadien de la sécrétion du cortisol (diminution statistiquement significative de la variation horaire du cortisol). Pour les auteurs, cette observation soutient l'hypothèse d'un mécanisme d'action du bruit aérien conduisant à un stress psychologique chronique induisant une perturbation du fonctionnement endocrinien (axe hypothalamo-hypophyso-surrénalien) et du cycle circadien du cortisol. Ces modifications pourraient ensuite favoriser l'émergence de pathologies cardiovasculaires.

Enfin, l'analyse poolée des données de DEBATS et de HYENA concernant la fluctuation du taux de cortisol salivaire effectuée par Baudin *et al.* montre des résultats équivalents mais uniquement chez les femmes (Baudin *et al.* 2019).

Dans le suivi d'une cohorte (Suède), Pyko *et al.* ont étudié l'association entre exposition au bruit des transports et incidence de l'hypertension artérielle (Pyko *et al.* 2018). L'observation de l'état de santé (identification de l'hypertension à l'aide de mesures de pressions sanguines, informations fournies *via* le questionnaire et diagnostics hospitaliers) des 4 854 individus suivis sur des périodes de 1, 5 et 10 années permet aux auteurs de constater une association statistique entre exposition au bruit aérien et incidence de l'hypertension artérielle (HR = 1,16 par augmentation de 10 dBA mesuré en L_{den}, IC à 95% : 1,08-1,24). Ce risque s'avère particulièrement accru pour les individus exposés simultanément au bruit aérien et au bruit routier (HR = 1,39 ; IC à 95% : 1,14-1,70 pour des niveaux de bruit supérieurs à 45 dBA mesuré en L_{den}).

Huang *et al.* ont exploré à l'aide d'une méta-analyse (5 études¹⁵ regroupant 16 784 individus) le lien entre exposition au bruit aérien et hypertension artérielle (Huang *et al.* 2015). L'association significative (OR calculé = 1,63 ; IC à 95% : 1,14 – 2,33) suggère que le bruit aérien pourrait contribuer à la prévalence de l'hypertension artérielle. Les auteurs soulignent néanmoins la nécessité de réduire les incertitudes liées aux expositions et de correctement maîtriser les facteurs de confusion afin de pouvoir statuer sur le lien de causalité.

Babisch *et al.* observent une association entre exposition au bruit aérien et hypertension plus forte chez les riverains gênés que chez ceux qui ne le sont pas (4 861 individus issus de l'étude HYENA) (Babisch *et al.* 2013, Babisch *et al.* 2012). De part le constat du lien plus fort entre niveaux de bruit et hypertension plutôt qu'entre gêne et hypertension, les auteurs suggèrent que la gêne liée au bruit agit en tant que « modérateur »¹⁶ de la relation entre niveau de bruit et survenue d'hypertension.

Plus récemment, dans un suivi de l'étude transversale HYENA pour la région d'Athènes (420 individus suivis), Dimakopoulou *et al.* montrent des associations significatives entre exposition nocturne au bruit aérien et augmentation d'incidences d'hypertension (OR = 2,63 pour une différence de 10 dBA L_n, IC à 95 % : 1,21-5,71) (Dimakopoulou *et al.* 2017).

¹⁴ Facteurs de confusion considérés : âge, activité professionnelle, indice de masse corporelle, activité physique et consommation d'alcool.

¹⁵ 4 études transversales (Black *et al.* 2007, Goto et Kaneko 2002, Knipschild 1977, Rosenlund *et al.* 2001) et 1 étude longitudinale (Eriksson *et al.* 2010).

¹⁶ C'est-à-dire qu'en tant que facteur influençant la force d'une relation préexistante entre bruit et hypertension, par opposition au rôle de médiateur pour lequel la gêne serait dans ce cas une étape intermédiaire entre l'exposition au bruit et l'effet de santé

A contrario, dans leurs études transversales (respectivement réalisées sur 400 riverains de l'aéroport de Bergame, Italie et de 319 questionnaires remplis par des riverains de l'aéroport d'Atlanta, États-Unis), Carugno *et al.* et Rocha *et al.* ne trouvent pas d'association entre niveaux d'exposition au domicile et prévalence d'hypertension artérielle (Carugno *et al.* 2018, Rocha *et al.* 2019).

Dans une étude récente, Rojek *et al.* ont comparé les mesures de paramètres physiologiques cardiovasculaires de riverains avec le niveau de bruit aérien à leur domicile (100 individus exposés à un niveau de bruit aérien supérieur à 60 dBA, 101 individus exposés à des niveaux inférieurs à 55 dBA) (Rojek *et al.* 2019). Si ces travaux n'ont pas mis en évidence d'association entre exposition au bruit aérien et prévalence de l'hypertension artérielle (facteurs de confusion considérés : âge, sexe, indice de masse corporelle, éducation, temps passé à domicile, tabagisme, consommation d'alcool et traitement anti hypertenseur), ils suggèrent que l'exposition à long-terme au bruit aérien est associée à une pression artérielle plus élevée, une rigidité artérielle plus avancée et des modifications délétères du fonctionnement du ventricule gauche.

Dans une première étude cas-témoin aux abords de l'aéroport de Francfort (104 145 cas recensés entre 2006 et 2010 *via* des bases de données d'assurances, ajustements en considération des facteurs de confusion suivants : âge, sexe, proportion de personnes bénéficiant de prestations de chômage et statut socio-économique), Seidler *et al.* ont observé une association statistiquement significative entre exposition au bruit et insuffisance cardiaque ou cardiopathie hypertensive, avec une augmentation linéaire du risque de 1,6 % pour une augmentation de 10 dBA de l'exposition (IC à 95 % : 0,3-3,0 %) (Seidler *et al.* 2017). Les auteurs constatent une augmentation de risque particulièrement significative pour les riverains exposés à des niveaux moyens faibles (< 40 dBA mesuré pendant 24h en continu) et à plus de 5 pics de bruit (niveaux supérieurs à 50 dBA).

Enfin, dans une large étude cas-témoins toujours réalisée dans la région de Francfort concernant la survenue d'hypertension artérielle (137 577 cas, ajustements en fonction du sexe, de l'âge et des informations d'ordre socioéconomiques pour le lieu de résidence), dans la période 2006-2010 utilisant des bases de données de trois assurances, ces auteurs n'ont pas trouvé d'association entre expositions aux différentes sources sonores des transports et hypertension (Zeeb *et al.* 2017). Néanmoins, ils observent une augmentation particulièrement significative du risque d'hypertension pour le sous-groupe de riverains précédemment diagnostiqués pour cardiopathie hypertensive (13,9 % de risque pour une augmentation de 10 dBA L_{den} du bruit aérien). Ces résultats suggéreraient une relation entre exposition au bruit (aérien notamment) et aggravation d'un état de santé cardiovasculaire, mais pas d'apparition d'hypertension chez des riverains au préalable exempts de ce type de complications de santé.

3.2.2.2 Cardiopathies ischémiques et autres maladies cardiovasculaires

Dans une première étude écologique issue de DEBATS (Evrard *et al.* 2016), des associations positives sont constatées entre niveaux d'exposition au bruit aérien au domicile (mesuré en L_{den}) et la mortalité par maladie cardiovasculaire (ratio des taux de mortalité ajustés (MRR) pour une augmentation de 10 dBA L_{den} : 1,18 ; IC à 95 % : 1,11-1,25), la mortalité par maladie cardiaque ischémique (MRR = 1,24 ; IC à 95 % : 1,12-1,36) et la mortalité par infarctus du myocarde (MRR = 1,28 ; IC à 95 % : 1,11-1,46). La relation entre exposition au bruit aérien (L_{den}) et mortalité par AVC frôle quant à elle la significativité statistique (MRR = 1,08 ; IC à 95 % : 0,97-1,21). Il est à noter que ces associations demeurent significatives après ajustement à la pollution de l'air (indicateur utilisé : PM_{10}).

Dans le but de distinguer les effets du bruit des transports (dont aérien) et de la pollution atmosphérique liée à ces transports sur la mortalité par infarctus du myocarde, Héritier *et al.* ont analysé les données de santé issues d'une large cohorte (4,4 millions d'adultes de plus de 30 ans) sur une période comprise entre 2002 et 2008 (Héritier *et al.* 2019). Les auteurs observent une association statistique entre l'exposition au bruit de chacun des types de transports (routier, ferroviaire et aérien) et incidence de la mortalité par infarctus du myocarde (HR pour le bruit aérien : 1,025 pour une augmentation de 10 dBA mesuré en L_{den} ; IC à 95% : 1,006–1,045). Ces relations

sont quasi-inchangées après ajustements des facteurs de confusion considérés pour la pollution atmosphérique (indicateurs retenus : concentrations en $PM_{2,5}$ et NO_2), suggérant ainsi des conséquences indépendantes du bruit (notamment des aéronefs) et de la pollution de l'air pour les infarctus du myocarde. En contraste, l'association au départ significative entre exposition à la pollution atmosphérique ($PM_{2,5}$ et NO_2) et survenue d'infarctus du myocarde devient non significative après ajustement avec le bruit.

Sørensen et Pershagen soulignent la qualité de ces travaux dans un édito (Sørensen 2017) mais regrettent néanmoins l'absence de prise en compte de facteurs de confusion classiques (tabagisme, consommation d'alcool, statuts socioéconomiques notamment). Ils signalent également que l'effet de santé considéré est la mortalité liée aux infarctus du myocarde et qu'il serait particulièrement intéressant de s'intéresser à l'incidence de ces accidents quel que soit leur issue, ceux-ci ne se concluant pas systématiquement par le décès.

Cette étude a également montré des risques plus élevés d'accidents cardiovasculaires pour des expositions composées d'événements de bruit (bruit intermittent) la nuit par rapport à des bruits continus de même niveau énergétique moyen (Héritier *et al.* 2017, Héritier *et al.* 2018). Ces constats soulignent l'importance du sommeil quant à la compréhension des effets sanitaires du bruit sur le système cardiovasculaire et soutiennent l'hypothèse d'un rôle de médiation des perturbations du sommeil vers ces conséquences délétères.

À l'inverse, Pyko *et al.* trouvent des résultats plus nuancés des associations entre exposition au bruit des transports (seuls ou combinés) et incidence de cardiopathie ischémique et d'AVC dans une étude de cohorte suédoise de 20 012 individus (Pyko *et al.* 2019). Si les associations¹⁷ sont faibles entre chaque source d'exposition (routier, ferroviaire et aérien) et ces effets, les analyses stratifiées permettent de déceler des associations plus fortes chez les femmes, significatives pour les cardiopathies ischémiques (pour le bruit aérien HR : 1,25 pour une augmentation de 10 dBA L_{den} ; IC à 95 % : 1,09-1,44). Les auteurs observent que l'exposition aux 3 sources de bruit (pour des niveaux supérieurs à 45 dBA pour chacune de ces sources) augmente le risque de cardiopathies ischémiques (HR : 1,57 ; IC à 95 % : 1,06-2,32), et montre une tendance similaire pour le risque d'AVC (HR : 1,42 ; IC à 95 % : 0,87 -2,32).

Dans un récent commentaire de ces derniers travaux de Pyko *et al.*, Halonen (Halonen 2019) rappelle qu'une étude suggérait auparavant que les réponses au stress induit par le bruit aérien seraient plus importantes chez les femmes plutôt que chez les hommes (mesures de cortisol) (Selander *et al.* 2009) tandis que le risque de maladie cardiovasculaire est généralement plus important chez les hommes (Deo et Albert 2012, Mozaffarian 2016). L'absence d'association claire pour les sources de bruit pourrait trouver son explication dans les niveaux d'exposition relativement bas en Suède (notamment en raison des fortes isolations phoniques) et des incertitudes liées au fait de considérer uniquement les expositions au domicile (pas de matrice emploi-temps exposition comme cela est effectué dans les travaux relatifs aux effets de la pollution atmosphérique).

Dans une étude rétrospective de forte puissance (données Medicare pour plus de 6 millions de riverains de plus de 65 ans habitant à proximité d'aéroports aux États-Unis) (Correia *et al.* 2013), les auteurs trouvent une association significative entre exposition au bruit d'aéronefs au domicile et risque d'hospitalisation pour maladie cardiovasculaire : les personnes dont le code postal de résidence correspondait à une exposition de 10 dBA supplémentaire avaient un taux d'hospitalisation augmenté de 3,5 % (IC à 95 % : 0,2- 7,0 %) après ajustement des facteurs de confusion (âge, sexe, ethnie, statut socioéconomique assigné par code postal, pollution de l'air assigné par code postal et proximité à des autoroutes). Enfin, les auteurs considèrent que 2,3 % des hospitalisations de riverains d'aéroports de plus de 65 ans pour maladies cardiovasculaires serait attribuables aux expositions au bruit aérien.

¹⁷ Facteurs de confusion considérés : état matrimonial, niveau d'étude, profession, situation professionnelle, tabagisme et consommation d'alcool et activités physiques.

Ces résultats viennent s'ajouter à ceux des travaux d'Azuma *et al.* rapportant des associations significatives entre déclarations de symptômes relatifs à des maladies cardiovasculaires chez les riverains japonais les plus âgés (plus de 65 ans) et exposition au bruit, notamment aérien (Azuma et Uchiyama 2017). Ces associations se montrent plus faibles avec les bruits aériens et ferroviaires comparativement aux bruits issus des autres sources sonores étudiées (bruit de construction, de voisinage et routier). Leur temporalité semble suggérer un effet accru de l'exposition au bruit en période nocturne. Ces derniers travaux bénéficient cependant d'un intérêt moindre en raison de la méthodologie employée (étude transversale, auto-questionnaire sur internet), la puissance de l'étude (6 181 individus inclus) et la zone géographique étudiée (Japon¹⁸).

Dans une méta-analyse réalisée par Vienneau *et al.* sur la base de 10 études¹⁹ afin d'interroger le lien entre exposition au bruit des transports (aérien et routier) et cardiopathies ischémiques, les auteurs trouvent un risque relatif poolé de 1,06 (IC à 95 % : 1,03–1,09) pour 10 dBA (L_{den}) supplémentaires (Vienneau *et al.* 2015). Il est à souligner que cette relation exposition-réponse linéaire débute à 50 dBA.

Les analyses de sous-groupes d'études montrent que ces risques sont statistiquement plus élevés chez les hommes et les individus de plus de 65 ans. Les ajustements effectués par rapport à la pollution atmosphérique ne semblent pas atténuer l'association entre exposition à ces bruits et ces effets de santé.

Dans une étude très récente, les mêmes auteurs ont réalisé une analyse de sensibilité vis-à-vis des méthodes d'estimation des expositions au bruit dans le contexte des études épidémiologiques ((Vienneau *et al.* 2019). D'après les auteurs, ces possibles sources d'incertitudes seraient pertinentes à considérer dans la mesure où, pour des situations très hétérogènes, l'assignation des expositions individuelles à des niveaux de bruit moyens géographiques entraîneraient une sous-estimation des effets sanitaires.

La comparaison des motifs d'admissions hospitalières autour de l'aéroport londonien d'Heathrow (Angleterre) (étude écologique) suggèrent une augmentation du risque de maladie cardiovasculaire et d'AVC avec l'augmentation des expositions (Hansell *et al.* 2013, 2014). Ainsi, les risques relatifs (RR) trouvés pour les zones géographiques les plus exposées au bruit aérien ($L_{Aeq\ 16h} > 63$ dBA) par rapport à celles moins exposées ($L_{Aeq\ 16h} < 51$ dBA) concernant les admissions hospitalières pour AVC sont de 1,24 (IC à 95 % : 1,08-1,43), de 1,21 pour les maladies coronariennes (IC à 95 % : 1,12-1,31) et de 1,14 pour les cardiopathies (IC à 95 % : 1,08-1,20). Les résultats pour les admissions pour les maladies coronariennes et pour les cardiopathies étaient particulièrement touchés par l'ajustement relatif à l'ethnie sud asiatique. Les ajustements relatifs à la pollution atmosphérique particulaire (PM_{10} ²⁰) et au bruit routier ne modifient pas la significativité de ces associations.

Kolstad *et al.* relativisent les résultats trouvés par Hansell *et al.* et suggèrent de les comparer aux données disponibles pour les travailleurs afin d'en aider l'interprétation (Kolstad *et al.* 2013). Ainsi, d'après ces auteurs, leur récente analyse d'une cohorte de 100 000 travailleurs de l'industrie ne montrant pas d'augmentation du risque d'hypertension artérielle ou d'AVC (pour des niveaux de bruit dépassant 80 dB) pourrait signifier le rôle déterminant des incertitudes liées aux expositions (dosimétries individuelles dans le cas des travailleurs) et de certains facteurs de confusion, quelque fois peu maîtrisés dans les études du bruit environnemental (statuts socioéconomiques, âge, revenus, tabagisme et indice de masse corporelle).

¹⁸ Contexte possiblement éloigné de celui européen (en termes notamment d'urbanisme et de facteurs socio-culturels pouvant intervenir dans le mécanisme d'action des effets de santé).

¹⁹ (Babisch *et al.* 2005, Babisch *et al.* 1999, Babisch *et al.* 1994, Beelen *et al.* 2009, Correia *et al.* 2013, Gan *et al.* 2012, Hansell *et al.* 2013, Huss *et al.* 2010, Selander *et al.* 2009, Sørensen *et al.* 2012).

²⁰ Particules en suspension dans l'air, d'un diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres.

Moore critique également les facteurs de confusion considérés (âge, sexe, origine ethnique, indicateur tabagisme) dans l'étude de Hansell *et al.*, qui ne sont pas ceux utilisés en clinique pour estimer le risque de maladie cardiovasculaire (Moore 2013).

Dans un article récent, Hahad *et al.* ont observé une association entre gêne liée au bruit dans l'environnement et prévalence d'arythmie cardiaque (fibrillation auriculaire) (Hahad *et al.* 2018). Dans cette étude transversale réalisée à partir de la cohorte Gutenberg (14 639 individus, entre 2007 et 2012), cette association pour les sources aériennes est plus prononcée avec la gêne exprimée la nuit que la gêne exprimée en journée (respectivement, par point d'augmentation de la gêne, OR = 1,09 : IC à 95 % : 1,05-1,13 et OR = 1,04 : IC à 95 % : 1,00-1,08).

Floud *et al.* ont examiné les associations entre exposition au bruit du trafic routier et aérien et déclarations de maladies cardiovasculaires et AVC au sein des données collectées par l'étude HYENA (4 712 individus et 276 cas) (Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013). Les résultats indiquent un excès de risque pour les riverains présents depuis plus de 20 ans sur place exposés de nuit au bruit aérien (OR pour 10 dBA L_n supplémentaire : 1,25 ; IC à 95 % : 1,03-1,51), la significativité de l'association étant conservée après ajustement avec la pollution atmosphérique (concentrations en NO₂).

De manière assez originale, Pearson *et al.* ont examiné l'évolution des admissions hospitalières pour urgence cardiovasculaire durant la fermeture (6 jours) de l'aéroport de Londres occasionnée par une éruption volcanique en Islande (Pearson, Campbell, et Maheswaran 2016). Les auteurs n'ont pas observé de diminution de ce risque, ni durant cette période ni au cours des 7 jours suivants.

3.2.2.3 Accident vasculaire cérébral (AVC)

Outre les travaux précédemment cités (Evrard *et al.* 2016, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013, Hansell *et al.* 2013, 2014) mentionnant des résultats relatifs à la survenue d'AVC, deux méta analyses ont été spécifiquement réalisées sur cet effet.

Dans la première incluant 5 études²¹ (16 132 075 individus au total), Dzhambov et Dimitrova ont trouvé une association faible mais significative entre exposition au bruit aérien et risque d'accident vasculaire cérébral (AVC), pour le bruit aérien (Dzhambov et Dimitrova 2016). Le risque relatif associé à une exposition supérieure de 10 dBA a été calculé à 1,05 (IC à 95 % : 1,00 - 1,10).

Dans la seconde intégrant 7 études²², Weihofen *et al.* ont étudié les relations entre exposition au bruit des aéronefs et survenue d'AVC (Weihofen *et al.* 2019). Malgré une association non significative (RR = 1,013 pour une augmentation de 10 dB L_{den} ; IC à 95 % : 0,998-1,028) et une qualité mauvaise à moyenne des études incluses, les auteurs considèrent qu'au regard des incertitudes conduisant d'après eux à sous-estimer le risque, que l'exposition au bruit aérien augmente le risque de survenue d'AVC.

Dans leur seconde étude cas-témoin, Seidler *et al.* se sont penchés sur les relations entre exposition au bruit des transports et AVC chez les riverains de plus de 40 ans résidant à proximité de l'aéroport de Francfort (25 495 cas d'AVC répertoriés durant la période 2006-2010, données d'assurances) (Seidler *et al.* 2018). Ils ne constatent de résultats significatifs que pour les riverains exposés à du bruit aérien de faible intensité en moyenne journalière mais également à plus de 5 événements de bruit aérien nocturnes (augmentation du risque d'AVC de 7 %, IC à 95 % : 2-13 %).

²¹ (Correia *et al.* 2013, Evrard *et al.* 2015, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013, Hansell *et al.* 2013, Huss *et al.* 2010)

²² (Correia *et al.* 2013, Evrard *et al.* 2015, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Frerichs, Beeman, et Coulson 1980, Gan *et al.* 2012, Hansell *et al.* 2013, Héritier *et al.* 2017, Seidler *et al.* 2016)

3.2.2.4 Le rôle de la pollution atmosphérique dans les associations entre bruit et effets cardiovasculaires : facteurs de confusion ou facteur de risque complémentaire ?

L'une des controverses majeures concernant l'étude des liens entre exposition au bruit des transports et effets cardiovasculaires concerne le rôle de la pollution atmosphérique. Puisque partageant des sources communes, les expositions au bruit dans l'environnement et à la pollution atmosphérique sont très souvent corrélées. Par voie de conséquence, leurs associations respectives avec des effets cardiovasculaires observés à long terme, peuvent se masquer ou constituer des facteurs de confusion (Cairns et Baigent 2014). Dans ce sens, Corbin suggère que l'exposition aux particules ultrafines ($PM_{0.1}$) issues du transport aérien serait particulièrement bien corrélée temporellement avec les mesures d'exposition au bruit aérien sur des périodes de 8 à 16h (Corbin 2013). Ainsi, cette fraction ultrafine de la pollution particulaire atmosphérique, considérée plus délétère pour le système cardiovasculaire que les PM_{10} ou les $PM_{2.5}$, pourrait constituer une explication plausible aux associations observées entre exposition au bruit aérien et effets sur le système cardiovasculaire. Selon l'auteur, les expositions aux PM_{10} reflètent plus la pollution atmosphérique liée aux activités terrestres, les données épidémiologiques dédiées aux transports aériens devraient être ajustées en fonction des $PM_{0.1}$.

Au sujet des relations entre bruit des aéronefs, pollution atmosphérique et effets cardiovasculaires, il est à souligner que plusieurs travaux épidémiologiques (précédemment décrits) observent des relations significatives entre bruit aérien et ces effets sanitaires après ajustements de différents indicateurs de la pollution atmosphérique (PM_{10} pour l'étude DEBATS (Evrard *et al.* 2017) et les travaux d'Hansell *et al.* (Hansell *et al.* 2013, 2014), le NO_2 pour Floud *et al.* (Floud *et al.* 2011), les $PM_{2.5}$ et le NO_2 pour ceux d'Héritier *et al.* (Héritier *et al.* 2019)).

Dans une revue narrative pour les risques d'hypertension, infarctus du myocarde, AVC, mortalité et effets cognitifs, les études suggèrent, d'après Stansfeld, un effet indépendant du bruit et de la pollution atmosphérique (Stansfeld 2015).

3.2.2.5 Nouvelles connaissances sur le mécanisme d'action du bruit sur le système cardiovasculaire

Les travaux de Hwang *et al.* suggèrent dès 2012 le rôle du polymorphisme génique (génome lié à l'angiotensinogène, peptide impliqué dans l'homéostasie artérielle) dans le mécanisme d'apparition de l'hypertension artérielle (Hwang *et al.* 2012). Bien que relatifs à des expositions professionnelles chroniques au bruit, ces résultats devraient être extrapolables aux problématiques du bruit dans l'environnement.

Un nombre important de travaux expérimentaux ont depuis été effectués et plusieurs mécanismes d'action des expositions au bruit aérien sur les effets cardiovasculaires ont été explorés. Parmi ces travaux, on distingue notamment ceux de Münzel *et al.* effectués sur le modèle de la souris désignant le rôle clé du stress oxydatif et de l'inflammation dans les maladies cardiovasculaires associées au bruit (Kröller-Schön *et al.* 2018, Kvandova *et al.* 2020, Münzel *et al.* 2017, Steven *et al.* 2020).

Les auteurs ont exposé plusieurs groupes de souris à du bruit aérien (niveau sonore moyen 72 dBA, pics de bruit ne dépassant pas 85 dBA) durant 4 jours à différentes périodes d'exposition (journées entières, périodes d'éveils ou périodes de sommeil). Les effets les plus délétères sont constatés pour les expositions journées entières, lesquelles entraînent les effets les plus importants (augmentation de la pression sanguine systolique, concentrations glycémiques sanguines, stress oxydatif vasculaire, cérébral et systémique objectivé physiologiquement ainsi que des altérations de la fonction endothéliale). Ces effets ne sont pas constatés pour une exposition à un bruit blanc (densité spectrale identique pour toutes les fréquences) de niveau sonore équivalent.

Le second article des mêmes auteurs (Kröller-Schön *et al.* 2018) apporte de nouveaux éléments de preuves mécanistiques pour montrer l'existence d'une association entre exposition au bruit aérien en période de sommeil et des effets délétères chez la souris sur le système cardiovasculaire, l'expression génique et autres paramètres vasculaires systémiques liés à des maladies cardiovasculaires. Kröller-Schön *et al.* montrent des altérations du rythme circadien, suggérant une

altération de la qualité du sommeil chez les souris exposées, ainsi que du stress oxydatif. Des marqueurs d'inflammation (objectivée *via* l'augmentation d'interleukine 6) sont conséquemment observés, de manière intéressante, cette réponse inflammatoire persiste ou s'aggrave au cours des 4 jours d'exposition mais elle est absente chez les souris dépourvues de NADPH oxydase 2.

Patrick et Harisson livrent dans un éditto une interprétation de ces travaux (Patrick et Harrison 2018) : pour ces auteurs, ces résultats démontrent que l'exposition au bruit aérien, notamment durant le sommeil, induit une inflammation et un stress oxydatif systémique, vasculaire et cérébral médié par une activation de la NADPH oxydase ²³ (voir Figure 2). Ce mécanisme serait pleinement cohérent avec les connaissances récemment acquises sur le rôle des noyaux suprachiasmatiques (NSC) de l'hypothalamus (horloge biologique) dans la régulation de divers paramètres physiologiques, dont ceux de régulation de l'inflammation.

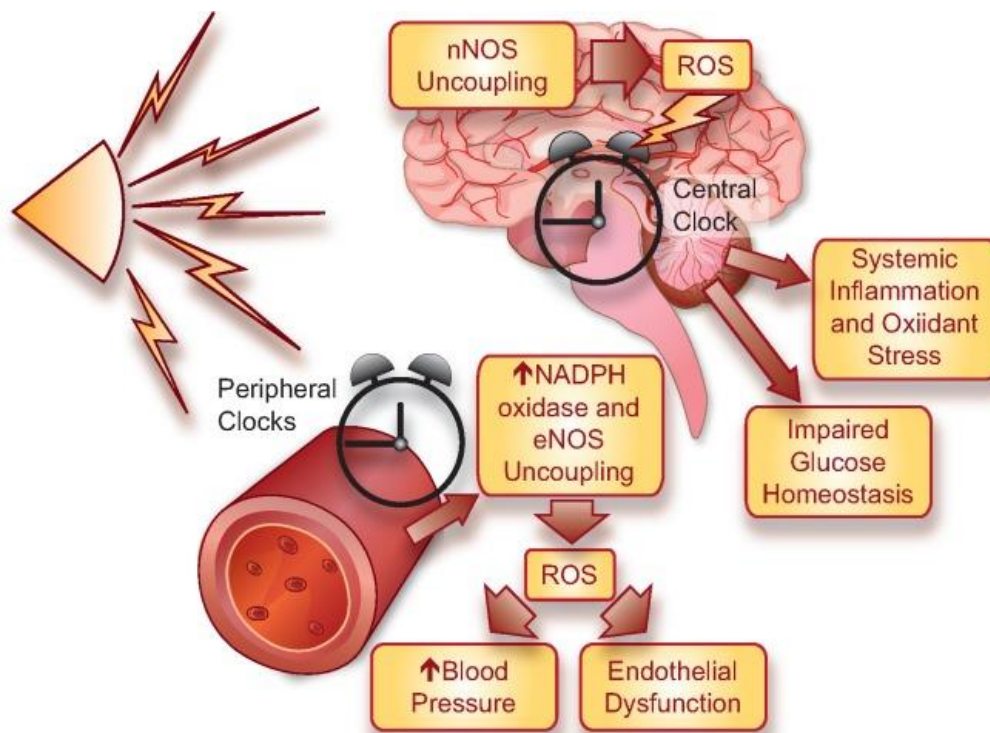


Figure 2 : mécanisme d'action du bruit sur les fonctions cardiovasculaires (d'après Patrick, 2018)

Les résultats les plus récents de cette même équipe de recherche (Kvandova *et al.* 2020) suggèrent un rôle aggravant du bruit sur les lésions oxydatives de l'ADN pré-existantes chez des souris dépourvues de 8-oxoguanine glycosylase exposées suivant le même protocole expérimental (niveau sonore moyen 72 dBA, pics de bruit ne dépassant pas 85 dBA, durant 4 jours). Pour les auteurs, l'exacerbation des lésions oxydatives par le bruit entraînerait des effets adverses sur le système cardiovasculaire (altération de la relaxation endothélium-indépendante) *via* les réactions inflammatoires engendrées. Ces résultats pourraient suggérer une contribution du bruit à la promotion de mécanismes cancéreux.

Dans leur plus récente étude, les auteurs se sont intéressés aux mécanismes d'effets chez des souris préalablement hypertendues (injection d'angiotensine) et ont montré des conséquences

²³ L'activité insuffisante des Nox peut être à l'origine de pathologies telles que les inflammations chroniques, les maladies cardio-vasculaires et diverses maladies liées au vieillissement (dont arthrose).

sanitaires accrues par la conjugaison d'une vulnérabilité (hypertension artérielle) et l'exposition à un stress environnemental que représente le bruit (Steven *et al.* 2020).

Ce mécanisme d'action s'avère également cohérent avec les observations de Schmidt *et al.* chez l'être humain (Schmidt *et al.* 2015, Schmidt *et al.* 2013). L'exposition d'individus sains (75 volontaires jeunes) à du bruit aérien durant leur sommeil (exposition simple aveugle dans leur résidence durant 3 nuits, une sans bruit, 2 autres scénarios d'évènements de 60 ou 30 dBA) a conduit à des altérations de la fonction endothéliale et a significativement stimulé la concentration d'adrénaline (Schmidt *et al.* 2013).

Des tests de la fonction endothéliale consécutivement à des expositions à du bruit aérien durant le sommeil ont été effectués auprès de personnes vulnérables (exposition simple aveugle de 60 patients présentant déjà des maladies coronariennes ou à fort risque de maladies cardiovasculaires) (Schmidt *et al.* 2015). Outre le constat d'une altération de la qualité du sommeil, des modifications significatives de paramètres vasculaires ont été observées (dilatation influencée par le flux de l'artère brachiale et pression sanguine).

Foraster *et al.* évoquent l'observation dans le cadre de l'étude SAPALDIA (voir détails de l'étude au chapitre 3.2.3.6) d'une réduction significative de l'activité physique consécutive aux expositions au bruit des transports (directement ou indirectement *via* la perturbation du sommeil) comme piste explicative possible des effets du bruit sur le système cardiovasculaire (Foraster *et al.* 2016).

Parmi les études épidémiologiques précédemment citées, on remarquera :

- Que nombre d'entre elles identifient la fenêtre d'exposition nocturne comme la plus sensible pour les effets sur le système cardiovasculaire, ((Babisch *et al.* 2013, Dimakopoulou *et al.* 2017, Evrard *et al.* 2017, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoog, *et al.* 2013, Floud, Blangiardo, Clark, de Hoogh, *et al.* 2013, Héritier *et al.* 2017, Héritier *et al.* 2018, Lefèvre *et al.* 2017, Seidler *et al.* 2018), accréditant ainsi l'hypothèse d'un mécanisme d'action du bruit sur le système cardiovasculaire pendant le sommeil ;
- Que plusieurs dénotent des effets plus marqués liés au caractère événementiel du bruit (Evrard *et al.* 2015, Héritier *et al.* 2017, Héritier *et al.* 2018, Seidler *et al.* 2016, Seidler *et al.* 2018) ;

Outre les facteurs phénotypiques désignés par Hwang *et al.*, l'âge et/ou l'état de santé constituent également des facteurs de vulnérabilité suivant 4 études (Azuma et Uchiyama 2017, Correia *et al.* 2013, Vienneau *et al.* 2015, Zeeb *et al.* 2017). Le facteur lié au genre demeure toujours controversé.

3.2.3 Gène liée au bruit

3.2.3.1 Controverse relative à la courbe exposition-réponse produite par l'OMS en 2018

Suite à la publication des nouvelles lignes directrices de l'OMS relatives au bruit dans l'environnement, en 2018, une vive controverse s'est installée concernant la réalisation de la méta-analyse de Guski *et al.* (Guski, Schreckenber, et Schuemer 2017), réalisée dans le cadre des travaux de l'OMS et sur laquelle s'adosse la recommandation d'abaisser les niveaux sonores du bruit aérien à 45 dB L_{den} . Cette controverse est alimentée par des échanges par articles interposés entre Guski *et al.*, équipe à l'origine de ces travaux, et Gjestland qui met en doute leur qualité (Gjestland 2018, 2019, Guski *et al.* 2019).

Ce dernier argumente son opinion sur plusieurs points : il remet tout d'abord en question la sélection des articles retenus, notamment l'inclusion des résultats de l'étude épidémiologique HYENA (Babisch et Van Kamp 2009). Pour Gjestland, cette étude initialement dédiée à l'examen des relations entre bruit aérien et hypertension, s'appuie sur les données issues d'une population âgée de plus de 40 ans. Cette particularité expliquerait d'après lui les réponses de gène particulièrement élevées de cette étude et conduirait à une sur-estimation. Le questionnaire, toujours d'après Gjestland, serait également source de biais.

Le chercheur critique également la méthode de méta-analyse mise en oeuvre pour construire la courbe exposition-réponse et propose une méta-analyse alternative aboutissant à des courbes exposition-réponse plus basses et à une proposition de valeur de gestion de 53 dB L_{den} .

3.2.3.2 Gêne liée au bruit aérien et facteurs modificateurs

Plusieurs études identifiées (Bartels, Márki, et Müller 2015, Bartels, Rooney, et Müller 2018, Griefahn *et al.* 2013) sont issues du projet COSMA (*Community Oriented Solutions to Minimise aircraft noise Annoyance*) financé par l'Union européenne et réalisé entre 2004 et 2007, dont l'objectif consistait à déterminer des critères techniques en appui à des solutions de réduction de la gêne liée au bruit aérien (*via* notamment la conception des avions).

Ces travaux soulignent la nécessité de la prise en compte des facteurs non acoustiques intervenant dans l'appréciation du bruit aérien. Une première liste de ces facteurs est proposée (Griefahn *et al.* 2013). À travers le suivi de la gêne autodéclarée et la mesure des niveaux de bruit par intervalles horaires au domicile de 55 riverains de l'aéroport de Cologne/Bonn (Allemagne), Bartels *et al.* montrent que les facteurs non acoustiques, dont les impacts sont connus sur la gêne à long terme, ont également un impact sur la gêne exprimée à court terme (Bartels, Márki, et Müller 2015). Ils estiment que les facteurs acoustiques seuls n'expliquent qu'une faible proportion de la variance de la gêne exprimée (13,7 %). Le nombre de survols a même constitué un indicateur plus prédictif que les niveaux de pression acoustique. Cette part de variance explicable s'élève à 27,6 % lorsque des facteurs situationnels (heure, jour de la semaine, activité effectuée l'heure précédente) et facteurs personnels (dont sensibilité au bruit, isolation phonique, etc.) sont considérés.

Dans une étude ultérieure, les niveaux de gêne liée au bruit aérien évaluée lors d'entretiens téléphoniques de 1 262 riverains de l'aéroport de Cologne/Bonn (Allemagne) ont été confrontés à une série de variables acoustiques (L_{dn} , hauteur de vol, type d'opération) et non acoustiques (sensibilité au bruit, degré d'urbanisation du lieu de résidence, etc.) (Bartels, Rooney, et Müller 2018). Les niveaux sonores en L_{dn} n'expliquaient que 16,5 % de la variance des déclarations de gêne. Cette part de variance s'élevait par contre à 54,8 % lorsque les variables non acoustiques sont considérées dans le modèle. Enfin, les auteurs attirent l'attention sur l'observation d'une sous-évaluation du niveau de gêne calculée à partir des courbes exposition-réponses européennes alors disponibles.

D'autres études se sont intéressées aux paramètres psychoacoustiques du bruit aérien (Chun *et al.* 2018, Otčenášek 2019, Soeta et Kagawa 2020). L'étude du caractère déplaisant du bruit des avions au décollage auprès de 23 individus exposés en laboratoire a ainsi permis d'identifier les paramètres pilotant cette appréciation (Otčenášek 2019). Comme précisé par les auteurs, ces paramètres²⁴ ne sont pas actuellement considérés dans l'évaluation de la gêne liée au bruit aérien. À partir de l'étude de l'influence des paramètres psychoacoustiques des bruits des transports aériens et routiers, Chun *et al.* ont développé un modèle de prédiction de la gêne combinant bruit aérien et bruit routier et s'appuyant sur la bruyance²⁵ (Chun *et al.* 2018). L'évaluation de l'appréciation subjective du bruit aérien à partir de déterminants physiques indique l'importance de 3 facteurs : le niveau sonore, sa variation temporelle et le contenu spectral du bruit (Soeta et Kagawa 2020).

Cherchant à établir des relations exposition-réponse entre proportion de riverains hautement gênés par le bruit (%HA) et exposition au bruit des transports, Brink *et al.* ont confronté à 4 reprises à différentes périodes de l'année la gêne déclarée par 5 592 résidents en Suisse aux niveaux de bruit calculés à leurs domiciles (L_{den} et indicateur d'intermittence du bruit reflétant le caractère évènementiel de l'exposition sonore) (Brink *et al.* 2019). Au-delà des associations significatives trouvées entre L_{den} et gêne exprimée, les auteurs de l'étude fournissent une estimation quantifiée des effets additionnels liés aux différences d'intermittence du bruit. Ainsi, pour un même niveau

²⁴ Descripteurs du bruit (en anglais) : *buzzing, metallic, hissing, shar, cutting, coarse, dark, booming, high, screeching, squealing, whistling, narrow, tenebrous, raucous, ringing, humming, hissing, tonal, deep.*

²⁵ La bruyance (ou sonie) est une grandeur subjective représentant le volume sonore perçu par l'être humain et s'exprime en sone.

sonore moyen, les différences en matière de composition événementielle du signal sonore pourraient entraîner des écarts jusqu'à 6 dB L_{den} sur les courbes de prédiction de la gêne.

Enfin, une étude expérimentale pratiquée sur 18 sujets visait à éclaircir les mécanismes neuronaux en jeu lors de l'évaluation de la gêne subjective liée au survol d'avions (Yu *et al.* 2020). Les examens par IRM effectués durant les expositions sonores et des questionnaires de gêne semblent montrer que le niveau de gêne exprimé est statistiquement associé à une plus faible connectivité fonctionnelle entre le cortex cingulaire antérieur et le cortex préfrontal, ainsi qu'à une activation plus forte du cortex cingulaire. Le masquage du bruit a conduit à activer d'autres régions du système nerveux central. Ces informations devraient contribuer à mieux objectiver les différences interpersonnelles en matière de sensibilité au bruit.

3.2.3.3 Évolutions des courbes exposition-réponse liées aux modifications des situations d'expositions sonore

Dans une revue systématique des données publiées entre 1980 et 2011, Lazlo *et al.* soulignent la lacune de connaissances relatives aux évolutions de la gêne liées à des modifications des expositions sonores, et donc la nécessité de disposer d'études épidémiologiques se rapportant à des conditions dynamiques des expositions, par opposition aux études épidémiologiques se rapportant classiquement à des expositions statiques (Laszlo *et al.* 2012).

Les enquêtes successives, l'une avant et 2 autres après l'ouverture d'un nouveau terminal (accroissement de 20 à 30 % du nombre de vols) à l'aéroport d'Hanoi (Vietnam), illustrent bien ce point d'attention (Thao Linh Nguyen *et al.* 2018, Nguyen *et al.* 2020, Thu Lan Nguyen *et al.* 2018). Menée auprès de 625 riverains, la première étude présente l'année de l'ouverture du terminal un fort excès de gêne par rapport au niveau attendu *via* les courbes exposition-réponse, fait lié d'après les auteurs à l'augmentation rapide et récente des expositions sonores. Le suivi de cette cohorte montre que cet excès tend à diminuer l'année suivante. Ces observations témoignent de fortes fluctuations du niveau des relations associant bruit aérien et gêne provoquées par la dynamique des évolutions du bruit.

Dans une autre situation, l'étude NORAH (*Noise-Related Annoyance, Cognition, and Health*) a notamment examiné les évolutions de la gêne liées à l'introduction d'un couvre-feu (23h-5h) à l'aéroport de Francfort (Allemagne) en compensation de l'ajout d'une nouvelle piste (Schreckenber *et al.* 2016). Le suivi d'une cohorte de 3 508 riverains, également déroulé en 3 vagues, a montré une diminution des coefficients de corrélation entre gêne et bruit aérien après ouverture de la piste et du couvre feu.

3.2.3.4 Spécificités géographiques des relations exposition-réponse

Nombre d'articles relatent la nécessité de disposer de relations exposition-réponse reposant sur des données spécifiques afin d'assurer la prédictivité de la gêne sonore liée au bruit aérien.

En France, une étude de la gêne liée au bruit des transports (dont aérien) pour 8 villes françaises (effectuée en 2012) montre une faible prédictivité des courbes exposition-réponse jusqu'alors proposées par la Commission européenne (Miedema 2001) pour évaluer la gêne (Gille, Marquis-Favre, et Morel 2016). Ces résultats sont améliorés avec des courbes exposition-réponse locales établies en suivant la méthodologie exposée par Miedema et Oudshoorn.

Dans cette quête de spécificité des relations exposition-réponse, Lekaviciute et Argalasova-Sobotova ont cherché à identifier des études épidémiologiques adaptées afin d'établir des courbes de prédictions opérantes pour les pays de l'Europe de l'Est et centrale (Lekaviciute et Argalasova-Sobotova 2013).

Si les enquêtes de Gjestland *et al.* effectuées dans 5 villes du Vietnam semblent indiquer des relations exposition-réponse pour le bruit aérien et routier comparables à celles établies pour l'Europe (Gjestland, Nguyen, et Yano 2015), les travaux de Nguyen *et al.* décrits plus haut autour

de l'aéroport d'Hanoï montrent des courbes exposition-réponses parallèles à celles établies pour l'Europe, mais significativement plus hautes (Thu Lan Nguyen *et al.* 2018).

Les évaluations des relations entre bruit des transports et niveaux de gêne exprimée effectuées en Corée du Sud pour Séoul et Ulsan montrent des différences pour ces relations entre ces villes (Sung *et al.* 2016).

3.2.3.5 Comparaison des sources de bruit entre elles et multi-expositions

La comparaison des relations entre bruit et gêne suivant les types de transport à la source de la nuisance sonore (aérien, ferroviaire et routier) indique régulièrement qu'à niveau sonore équivalent, le bruit des aéronefs est perçu comme plus gênant (Brink *et al.* 2019, Gille, Marquis-Favre, et Lam 2017). Concernant spécifiquement la gêne liée aux expositions sonores durant le sommeil, les travaux de Elmenhorst *et al.* (exposition expérimentale de 72 participants à divers types de bruits équivalents en nombre d'évènements et de niveau sonore moyen durant plusieurs nuits) indiquent que si le bruit ferroviaire entraîne plus d'effet de perturbation du sommeil (mesures objectives de motilité), le bruit aérien génère malgré tout le plus de gêne déclarée au réveil (Elmenhorst *et al.* 2012, Elmenhorst *et al.* 2014). Les auteurs associent leurs observations au temps de montée et de descente du signal plus rapide pour le bruit ferroviaire et des évènements de bruit de durée plus longue pour le bruit aérien. White *et al.* avancent quant à eux le fait que bruit aérien serait le plus gênant en raison de l'identifiabilité de la source et de la présence de composantes tonales (White, Bronkhorst, et Meeter 2017).

En matière de comparaison des réactions de gêne à court-terme exprimée provoquées par le bruit d'hélicoptère et d'avion à hélice, une étude expérimentale réalisée sur 56 individus ne décèle pas de différence de gêne exprimée en fonction de ces 2 types d'aéronefs (Taghipour, Pieren, et Schäffer 2019).

Nombre d'équipes de recherche se sont intéressées aux situations de multi-expositions (exposition simultanée à plus d'un type de source de bruit). Wothge *et al.* ont ainsi comparé dans le cadre de l'étude NORAH les niveaux de gêne déclarés par 4 905 individus exposés aux bruits aérien et routier à ceux de 4 777 individus exposés à la combinaison de bruits aérien et ferroviaire (Wothge *et al.* 2017). Les résultats montrent que l'autoévaluation de la gêne serait pilotée par la source de bruit jugée la plus gênante (le bruit aérien ici en l'occurrence). L'analyse de 1 031 entretiens d'habitants d'Innsbruck (Autriche) exposés concomitamment à plusieurs sources de bruit de transports, suggère que la gêne liée au bruit aérien ou ferroviaire serait indépendante du bruit de fond routier (bruit continu) en raison de leur caractère évènementiel (Lechner, Schnaiter, et Bose-O'Reilly 2019). La gêne totale montre un effet cumulatif des niveaux de gênes de chaque source considérée.

Afin d'améliorer la prédictivité de la gêne dans des situations de multi-exposition souvent rencontrées dans la pratique, plusieurs équipes ont développé des modèles d'évaluation de la gêne liée au bruit issu de plusieurs sources sonores combinées, voire au niveau de bruit total (Gille et Marquis-Favre 2019, Lechner, Schnaiter, et Bose-O'Reilly 2019).

3.2.3.6 Nature des associations entre gêne liée au bruit et autres types d'effets sanitaires

► **Gêne liée au bruit aérien et effets cardiovasculaires**

L'étude de la relation entre la gêne liée au bruit du transport aérien et routier et la prévalence de l'hypertension auprès de 4 861 individus issus de l'étude HYENA montre que la prévalence de l'hypertension est plus élevée chez les individus se déclarant gênés par le bruit aérien mais que les niveaux d'exposition au bruit aérien constitueraient toutefois une meilleure prédiction de l'hypertension que la gêne déclarée (Babisch *et al.* 2013, Babisch *et al.* 2012). Ces résultats soutiennent l'hypothèse, selon les auteurs, que la gêne liée au bruit agit en tant que modificateur de la relation entre niveau de bruit et hypertension.

Foraster *et al.* émettent l'hypothèse que la gêne liée au bruit des transports pourrait conduire à des effets comportementaux peu objectivés mais dont les conséquences pourraient être néfastes

sur le système cardiovasculaire (Foraster *et al.* 2016). Ainsi, le suivi d'une cohorte de 3 842 individus examinés à trois reprises (1991, 2001 et 2011) issus de l'étude SAPALDIA montre une relation significative entre gêne liée au bruit des transports et réduction de l'activité physique (ajustements des facteurs de confusion classiques pour ce type d'effet). La gêne liée au bruit durant 10 ans est significativement associée à une diminution de 3,2 % (95% IC à 95 % : 6,0%-0,2%) de l'indicateur d'activité physique par point de gêne déclarée. Cette association est d'autant plus marquée chez les femmes exprimant une somnolence diurne ou des maladies chroniques.

► Gêne liée au bruit aérien et perturbations du sommeil

À partir de l'analyse de questionnaires de 81 riverains de l'aéroport de Francfort (Allemagne), Elmenhorst *et al.* (Elmenhorst *et al.* 2016) montrent qu'une perception négative du trafic aérien est significativement associée à des altérations de la qualité du sommeil (augmentation du temps d'endormissement, modification de l'architecture du sommeil). Néanmoins, si cette relation est bien significative, les auteurs s'interrogent sur le sens de la causalité de cette association : cette perception négative constitue-t-elle un facteur de vulnérabilité individuelle au bruit ou bien est-elle une conséquence des perturbations du sommeil ?

Van den Berg *et al.* observent à travers l'analyse de questionnaires remplis en ligne par 6 876 riverains autour de l'aéroport d'Amsterdam (Pays-Bas) une plus forte corrélation de la perturbation du sommeil avec la gêne liée au bruit (dont le bruit des avions) qu'avec l'exposition sonore calculée au domicile (Van den Berg, Verhagen, et Uitenbroek 2014). Cette relation entre gêne et perturbation du sommeil serait conditionnée par divers facteurs dont notamment l'âge, l'usage de somnifères et le fait de résider seul.

Carugno *et al.* rapportent également de fortes associations entre niveau de bruit aérien, gêne liée au bruit et perturbation du sommeil chez les 400 riverains de l'aéroport de Bergame (Italie).

Le suivi, après 5 années, des troubles dépressifs, d'anxiété et de perturbations du sommeil déclarés par questionnaires chez 11 905 individus âgés de 35 à 74 ans issus de la cohorte allemande de la Gutenberg Health Study et de leurs expositions au bruit (sources : bruit routier, aérien, ferroviaire, bruit de voisinage) montre que le score de gêne (exprimée pour le jour et la nuit) constitue un bon prédicteur de nouvelles apparitions de symptômes d'anxiété, de dépression et de perturbations du sommeil (Beutel *et al.* 2020). La gêne liée spécifiquement au bruit aérien serait mieux associée à la prédiction de dépression et d'états anxieux. Au sein de la première étude transversale incluant 15 010 participants, une association avait été faite entre les individus fortement gênés et une prévalence 2 fois plus grande de dépression et d'anxiété par rapport à la population générale (Beutel *et al.* 2016).

► Gêne liée au bruit aérien et effets sur le système respiratoire

La gêne autodéclarée ainsi que les incidences de symptômes respiratoires asthmatiformes chez les individus asthmatiques et de cas d'asthmes ont été observées chez 7 049 individus de l'étude SAPALDIA et rapportées aux niveaux d'exposition sonore (L_{den}) au domicile (Eze *et al.* 2018). S'il ne semble pas y avoir de lien entre l'incidence de nouveaux cas d'asthme et les expositions au bruit, ces travaux montrent néanmoins une association significative entre gêne exprimée et symptômes respiratoires (facteurs de confusion classiques²⁶ contrôlés). Pour les auteurs, ces résultats suggèrent que le bruit des transports et la gêne contribuent à exacerber l'asthme chez l'adulte *via* probablement des réactions psychologiques et physiologiques face au bruit.

3.2.3.7 Qualité de vie

La qualité de vie liée à la santé a été évaluée à 2 reprises (2012 et 2015) pour des résidents (statuts socioéconomiques contrôlés) de 2 secteurs géographiques de Wellington City (Nouvelle Zélande), l'un à proximité de l'aéroport, l'autre à distance d'infrastructure de transports (Welch, Shepherd, et

²⁶ Âge, genre, niveau d'étude, tabagisme, précédents familiaux d'asthme, atopie, pollution atmosphérique (indicateur NO₂ et PM₁₀).

McBride 2016). L'analyse des questionnaires indiquent que les personnes se déclarant sensibles au bruit avaient une qualité de vie liée à la santé significativement plus faible lorsqu'ils vivaient dans le premier secteur à proximité de l'aéroport que lorsqu'ils résidaient dans la zone témoin. Ces résultats ont été réitérés à 3 ans d'intervalles. Au-delà de la reproductibilité de ces résultats, les auteurs soulignent leur cohérence avec ceux précédemment produits pour le bruit routier.

La question de la relation entre bruit aéroportuaire et qualité de vie a également été abordée dans le contexte de 17 aéroports en Angleterre. Une première étude s'appuyant sur le croisement de statistiques nationales pour environ 360 000 résidents (échantillon réduit à 189 162 après ajustement) et de cartes de bruit ne trouve pas d'association entre le fait de résider à proximité d'un aéroport (moins de 5 km) et le bien-être déclaré, mais montre cependant que le fait d'être exposé au-delà de 55 dB en journée ($L_{Aeq\ 16h}$) à domicile affecte négativement et de manière significative les scores des 5 indicateurs subjectifs de bien-être²⁷ (Lawton et Fujiwara 2016). Une association faible mais significative entre décibel supplémentaire et dégradation des indicateurs de bien-être conforte cette observation. L'absence d'association trouvée entre bien-être et bruit aérien de nuit est relativisée par les auteurs par la plus faible quantité de données disponibles pour cette période nocturne qui pourrait altérer la significativité des résultats. Dans une seconde étude, les chercheurs ont exploité des données de bien-être à court-terme déclarées, spatialisées en temps réel (*via* la localisation géographique des téléphones des déclarants) et considéré les activités en cours au moment des déclarations (Fujiwara, Lawton, et MacKerron 2017). Parmi les résultats présentés, l'analyse révèle une association significative négative entre présence dans une zone de bruit aérien élevé et scores de bien-être (bonheur et niveau de détente déclarés).

3.2.3.8 États d'anxiété, dépression et détresse psychologique

Outre les résultats issus de l'analyse de la cohorte Gutenberg en Allemagne précédemment cités (Beutel *et al.* 2020, Beutel *et al.* 2016), d'autres travaux se sont penchés sur les conséquences psychologiques liées à l'exposition au bruit aérien.

En France, dans le cadre de l'étude DEBATS, des entretiens en face-à-face ont été réalisés avec 1 244 riverains domiciliés près de 3 aéroports français afin de remplir un questionnaire permettant notamment d'évaluer la détresse psychologique et la gêne liée au bruit aérien (Baudin *et al.* 2018). L'analyse de ces données révèle des associations significatives entre d'une part la gêne et les sentiments dépressifs et d'autre part entre la gêne et la détresse psychologique. Suivant les catégories de gêne, les rapports de cotes (*odds ratio* OR) sont compris entre 0,89 (IC à 95 % : 0,50-1,59) et 2,61 (IC à 95 % : 1,09-6,23) pour les sentiments dépressifs ; ils sont entre 1,49 IC à 95% = 0,94-2,39) et 3,64 IC à 95 % = 1,70-7,78) pour l'effet de détresse psychologique. Les auteurs interrogent le sens de ces associations : les personnes gênées par le bruit aérien seraient-elles plus vulnérables aux troubles psychologiques ou bien est ce que les personnes préalablement affectées par des troubles psychologiques seraient plus à même d'être gênées ?

Seidler *et al.* ont examiné les relations entre dépressions et exposition au bruit des transport à travers une étude cas-témoin (77 295 cas déclarés entre 2006 et 2010 comparés à 578 246 témoins) en exploitant les données d'assurance de santé pour des personnes de plus de 40 ans vivant à proximité de l'aéroport de Francfort (Allemagne) (Seidler *et al.* 2017). Les expositions au domicile ont été déterminées *via* les cartes de bruit pour l'année 2005. Une relation exposition-réponse linéaire est trouvée pour le bruit routier, tandis que pour le bruit aérien, cette association bien que significative n'est pas linéaire, atteignant un maximum pour des expositions comprises entre 50 et 55 dB $L_{Aeq\ 24h}$ (OR = 1,23 ; IC à 95 % = 1,19-1,28), pour décroître ensuite. Afin d'expliquer ceci, les auteurs avancent l'hypothèse d'un biais de comportement : aux niveaux de bruit les plus élevés, les personnes les plus vulnérables adopteraient des comportements visant à réduire ces expositions (ex : isolation phonique ou déménagement hors de ces zones). L'association la plus forte est

²⁷ « Life satisfaction », « sense of worthwhile », « happiness », « anxiety » et « positive affect balance ».

observée pour des expositions au bruit global des transports dépassant 50 dB $L_{Aeq\ 24h}$ (OR = 1,42 ; IC à 95 % = 1,33-1,52).

L'étude transversale de Wright *et al.* visant à analyser les relations entre exposition au bruit aérien d'un aéroport régional (niveaux sonores calculés en $L_{Aeq\ 16h}$ au domicile) et risques de maladies mentales a été effectuée en 2011 auprès de 198 532 riverains de l'aéroport régional de Belfast (Royaume-Uni) (Wright *et al.* 2018). Les résultats montrent une prévalence plus élevée de mauvaise santé mentale autodéclarée pour les résidents exposés aux plus forts niveaux sonores (> 57 dB) comparativement aux niveaux d'exposition les plus faibles (< 54 dB) ; cependant, aucune association avec les niveaux de bruit n'est trouvée après ajustement avec les statuts socioéconomiques.

Suite à une précédente étude (Hiramatsu *et al.* 2002, Miyakita *et al.* 2002) montrant une association entre prévalence de troubles psychosomatiques et exposition au bruit aérien (L_{dn}) autour d'un terrain d'aviation militaire au Japon, Matsui *et al.* ont tenté d'élucider les mécanismes d'action à l'origine de cette observation (Matsui 2013). Leurs résultats obtenus à travers l'interrogation de 3 215 riverains montrent une forte corrélation de ces troubles avec les perturbations du sommeil et dans une moindre mesure avec la gêne exprimée. À la lumière de ces données, les auteurs considèrent que ces effets de santé pourraient être une conséquence des perturbations du sommeil liées au bruit aérien.

L'étude de la première cohorte relative aux impacts des expositions au bruit dans l'environnement à domicile sur la santé mentale des enfants (593 garçons et 602 filles en Allemagne suivis entre les niveaux équivalents CP et CM1, entre 2005-2006 et 2009-2010) par Dreger *et al.* montre des associations significatives avec le bruit du transport routier mais pas avec le bruit aérien (Dreger *et al.* 2015).

3.2.4 Perturbations du sommeil

3.2.4.1 Prévalence des perturbations du sommeil chez les riverains d'aéroports

Dans une étude réalisée sur la base de questionnaires par entretien auprès de 4 336 adultes au Canada, Perron *et al.* estiment que la proportion de la population dont le sommeil aurait été affecté par le bruit environnemental au cours des 4 semaines antérieures à l'entretien est de 12,4 % (Perron *et al.* 2016). Cette proportion pour le bruit aérien serait de 1,5 %.

Kim *et al.* montrent une prévalence significativement supérieure des perturbations du sommeil autodéclarées auprès des riverains les plus exposés (1 082 riverains interrogés) d'un aéroport militaire en Corée du Sud (Kim *et al.* 2014). L'interrogation (questionnaires) de 3 308 riverains autour de l'aéroport de Gimpo (Corée du Sud) montre également une prévalence significativement supérieure d'insomnie et d'hypersomnie parmi ceux les plus exposés à leurs domiciles (Kwak *et al.* 2016). Une étude transversale réalisée autour de l'aéroport de Birjand (Iran) indique que la perturbation du sommeil constitue l'effet adverse le plus fréquent chez les riverains (rapportés par plus de 55 % des 500 riverains participants) (Araghi et Yaghobi 2015). Autour de l'aéroport de Bergame (Carugno *et al.* 2018), Carugno *et al.* observent une forte association entre exposition au bruit aérien (estimé en fonction du niveau de bruit moyen assigné à la zone géographique de résidence) et perturbations du sommeil autodéclarées et gêne liée au bruit (400 riverains inclus dans l'étude transversale).

A contrario, dans une étude regroupant près de 750 000 participants relative à l'insuffisance de sommeil autodéclarée, aucune différence significative de prévalence n'est constatée entre riverains d'aéroports aux États-Unis et population témoin (Holt *et al.* 2015).

3.2.4.2 Relations exposition-réponse

Dans le cadre de l'étude DEBATS réalisée en France, Nassur *et al.* montrent dans la première étude écologique (1 244 individus) que l'exposition au bruit aérien la nuit est significativement associée

avec de faibles temps de sommeil total (moins de 6 h) (OR pour un accroissement de 10 dB L_n : 1,63 ; IC à 95 % : 1,15-3,32), au sentiment de fatigue au réveil le matin (OR pour un accroissement de 10 dB L_n : 1,23 ; IC à 95 % : 1,00-1,54) (Nassur, Lefevre, *et al.* 2019). L'enregistrement simultané du rythme cardiaque (mesuré toutes les 15 secondes durant une nuit au domicile pour 92 riverains) et du niveau sonore dans la chambre du dormeur montre que le niveau de pression maximale lié au passage d'aéronefs la nuit affecte le rythme cardiaque du dormeur durant son sommeil (Nassur, Léger, *et al.* 2019). De manière intéressante, il semble que ces effets soient indépendants de l'ancienneté de résidence (défini comme un temps de résidence supérieur à 5 ans au même domicile).

Les mesures d'actigraphie enregistrées chez 112 participants durant 8 nuits simultanément aux mesures de niveaux de bruit dans la chambre du dormeur montrent que l'augmentation des expositions au bruit aérien augmente le temps d'endormissement, le temps total d'interruption de sommeil et réduit ainsi l'efficacité du sommeil (Nassur, Leger, *et al.* 2019). L'association entre ces effets objectivement mesurés et l'exposition au bruit est particulièrement significative avec les indices de bruit évènementiel.

L'étude par Rocha *et al.* (Rocha *et al.* 2019) de 319 questionnaires complétés (3 159 questionnaires envoyés) par des riverains de l'aéroport d'Atlanta (États-Unis) montre des associations significatives entre exposition au bruit aérien de nuit (L_n calculé au domicile) et divers effets sur le sommeil autodéclarés : faible qualité de sommeil (OR = 1,04 par dB L_n supplémentaire), difficulté à l'endormissement (OR = 1,06 par dB L_n supplémentaire), perturbations liées à des éveils nocturnes (OR = 1,04 par dB L_n supplémentaire), sommeil très perturbé par les aéronefs (OR = 1,15 par dB L_n supplémentaire), gêne forte liée aux aéronefs (OR = 1,17 par dB L_n supplémentaire). Les associations trouvées dans cette étude pilote se rapportent à des effets ainsi qu'à des comportements d'adaptation au bruit, cependant les auteurs n'observent pas d'association entre ces expositions et des déclarations d'états dégradés de santé générale autodéclarés (troubles du sommeil, cardiopathies, hypertension ou diabète).

L'étude NORAH examinant les modifications d'effets sanitaires liés à l'introduction d'un couvre-feu (23h-5h) à l'aéroport de Francfort (Allemagne) en compensation d'une nouvelle piste mise en fonction montrent évidemment une diminution de perturbation du sommeil mais également, de manière très intéressante, une diminution des relations exposition-réponse caractérisant l'association entre exposition au bruit aérien et perturbations du sommeil (pour les effets spécifiques d'endormissement et d'éveil liées aux périodes horaires 22h-23h et 5h-6h, en dehors donc de la période de couvre-feu) (Quehl, Müller, et Mendolia 2017, Schreckenber *et al.* 2016).

3.2.4.3 Le rôle de l'habitation

Basner *et al.* ont mesuré les effets du bruit aérien sur le sommeil chez des individus précédemment exposés au bruit aérien (riverains d'aéroport) et les ont confronté à ceux d'individus non habitués au bruit aérien (Basner *et al.* 2015). Cette étude expérimentale polysomnographique a été réalisée en laboratoire (4 à 128 évènements sonores SPL 45 – 80 dB durant 9 nuits consécutives). Des mesures ont été effectuées au domicile de 64 riverains d'un aéroport (Cologne Bonn), dont 20 d'entre eux ont également participé aux études en laboratoire. La comparaison des résultats de ces derniers avec ceux issus de 36 individus non habituellement exposés au bruit aérien (domicile non exposé) montre de plus grandes probabilités d'éveil pour les riverains d'aéroport pour des évènements sonores de mêmes intensités. Pour les auteurs, ces résultats suggéreraient que l'habitation au bruit est spécifique aux expositions sonores et/ou à l'environnement sonore donné et que cette capacité d'habitation ne se transfère pas à d'autres situations sonores. L'exposition au bruit au domicile pourrait même rendre les individus plus sensibles à de nouvelles expositions.

Ces résultats, relatifs à l'habitation par rapport aux probabilités d'éveil, sont à considérer au regard de ceux issus de l'étude épidémiologique DEBATS précédemment abordée dans laquelle aucun effet d'habitation sur les effets sur le rythme cardiaque n'a été trouvé (période de résidence inférieure ou supérieure à 5 années) pour les effets rapportés (Nassur, Leger, *et al.* 2019).

3.2.4.4 Comparaison entre sources de bruit

Elmenhorst *et al.* ont comparé les différences de conséquences du bruit des transports sur le sommeil en fonction des types de sources de bruit. Dans une première étude (Elmenhorst *et al.* 2012), l'examen des données de polysomnographie de riverains de chemin de fer et de riverains d'aéroport (respectivement 33 et 61 individus) révèle des probabilités d'éveil plus importantes pour le bruit ferroviaire par rapport au bruit aérien. Les auteurs évoquent des différences de temps de montée des signaux sonores entre ces deux types de sources pour expliquer cette observation.

Ces observations sont confortées plus tard par l'analyse de données expérimentales issues de 3 études menées auprès de 237 individus (Elmenhorst *et al.* 2019) : après ajustement de différents facteurs de confusion, la probabilité d'éveil est trouvée moindre pour des événements sonores aériens par rapport aux autres sources (routier et ferroviaire) de niveau sonore équivalent. Ainsi, pour un niveau sonore de 70 dBA SPL, un réveil serait 7 % moins probable avec un bruit aérien par rapport à un bruit ferroviaire.

Ces résultats fondés sur des mesures objectives du sommeil se distinguent néanmoins de ceux relatifs aux évaluations subjectives du sommeil, faisant écho à la plupart des études relatives à la gêne sonore comparant les bruits des transports et pour lesquels, à même niveau sonore, le bruit aérien est considéré comme le plus gênant (voir chapitre 3.2.3.5). Ainsi, l'enquête effectuée par Douglas et Murphy (Douglas et Murphy 2016) s'appuyant sur l'analyse de 208 questionnaires complétés par des habitants de l'agglomération de Dublin (Irlande) suggère que le bruit aérien perturbe plus le sommeil que les autres sources sonores de transport (routières et ferroviaires), les auteurs soulignent néanmoins l'absence de cohérence entre les effets sur le sommeil objectivement mesurés et l'évaluation subjective de la qualité du sommeil.

Dans le cadre de l'étude SIRENE en Suisse (niveaux de bruit L_n calculés en façade des domicile, effets évalués par questionnaire auprès de 5 592 participants), l'examen du lien entre exposition au bruit des transports la nuit (routier, ferroviaire et aérien) et probabilité d'avoir un sommeil hautement perturbé montre une association plus forte avec le bruit provenant d'aéronefs (Brink *et al.* 2019).

En complément, l'analyse de sensibilité de différents facteurs montre l'effet modérateur important du positionnement de la chambre à coucher par rapport à la source (20 dB équivalent) mais ne montre pas d'association entre perturbation du sommeil et d'autres facteurs tels que la position de la fenêtre dans la chambre, de facteurs temporels de sommeil (heure de coucher et durée de sommeil), de saisonnalité de l'observation ou encore de la température.

Enfin, Vos *et al.* ont comparé les effets sur le sommeil de divers types d'événements de bruit à travers l'étude de 50 volontaires exposés après endormissement à différents bruits à caractère impulsif (bruit de tir, claquement de porte, transbordement de conteneurs et atterrissage d'aéronefs), pour différents niveaux sonores (35, 42, 49, 56, 63, et 70 dB pour les bruits impulsifs, 50, 57, 64, 71, 78, et 85 dB pour le bruit aérien), cela 18 nuits durant (Vos et Houben 2013). Les probabilités d'éveil observées pour l'exposition à un unique événement sonore diffèrent peu suivant la nature de ces bruits à niveau sonore identique. Ces probabilités d'éveils sont significativement plus élevées lors d'une exposition à une succession de bruits impulsifs (sous forme de salves ou d'événements répétés à intervalles de 15 minutes). Pour induire une probabilité d'éveil équivalente, le niveau sonore de ces séquences d'événements de bruit doit être diminué de 15 à 25 dB, suivant la dynamique de la séquence (salve d'événements ou espacement des bruits de plusieurs minutes) par rapport au niveau sonore d'un unique événement.

3.2.4.5 Indice de bruit et prédictivité des effets sur le sommeil

Pour Fidell *et al.*, les méthodes d'évaluation des effets du bruit aérien sur les éveils nocturnes basés sur des niveaux d'exposition sonores absolus ont une prédictivité très limitée et sont peu pertinents à utiliser (Fidell *et al.* 2013).

Dans une étude précédemment abordée (Douglas 2016), Douglas et Murphy soulignent la faible prédictivité des indicateurs de bruit moyen pour évaluer les effets de gêne et de perturbations du

sommeil. Ces auteurs suggèrent d'accompagner ces mesures physiques avec des données subjectives afin d'améliorer l'évaluation des perturbations du sommeil liées au bruit des transports.

Concernant la question de l'opportunité d'un indicateur évènementiel du bruit pour prédire la qualité du sommeil en complément de l'indicateur énergétique moyen préconisé par l'OMS (L_n), les travaux de Janssen *et al.* (étude de la qualité du sommeil à l'aide de paramètres objectifs et subjectifs chez 418 riverains de l'aéroport d'Amsterdam, Pays-Bas) montrent qu'à partir d'un niveau de bruit moyen, la prise en compte du nombre d'évènements de bruit n'améliore pas la prédiction de la qualité de sommeil déclarée (Janssen *et al.* 2014). Néanmoins, le nombre d'évènements de plus de 60 dB (L_{Amax}) est associé à une augmentation de la motilité chez le dormeur, suggérant une diminution de la qualité objective du sommeil. Ces travaux suggèrent que seuls le nombre d'évènements de bruit de fortes intensités pourrait fournir un complément d'information à l'indice intégré L_n .

Basner *et al.* ont récemment réalisé une étude pilote rapportant des mesures objectives et subjectives de sommeil (exposition en laboratoire) pour 40 riverains d'un aéroport (Philadelphie, États-Unis) et 40 individus témoins (caractéristiques sociodémographiques équivalentes) non exposés au bruit aérien à leurs domiciles respectifs (Basner, Witte, et McGuire 2019). Ils établissent une fonction exposition-réponse significative entre le niveau de pression acoustique maximale des évènements sonores aériens (L_{Amax}) et la probabilité d'éveil (déduite par des mesures de motilité et d'accélération cardiaque). Les mesures subjectives dénotent une qualité de sommeil et un état de santé déclarés plus faibles chez les riverains d'aéroport par rapport aux témoins, sans cependant de différence significative de l'appréciation du sommeil le matin au réveil.

Ces résultats invitent à nouveau à distinguer les mesures subjectives de qualité du sommeil (autoévaluation) des mesures objectives.

Cette même équipe de recherche s'est également intéressée à quantifier la part (variance totale, en pourcentage) des éveils liés au bruit aérien attribuable aux seules différences interindividuelles (McGuire *et al.* 2016). Dans cette étude expérimentale polysomnographique, la qualité du sommeil de 69 sujets sains exposés (exposition randomisée, en double aveugle, mesures répétées) a été suivie durant 9 nuits à 0, 40, 80 ou 120 bruits d'évènements sonores liés au transport (routier, ferroviaire ou aérien). À l'appui des données produites, les auteurs estiment que pour des nuits sans exposition sonore (nuit d'habituation), 40,5 % de la variance totale de la probabilité d'éveil et 52,0 % de la variance de la probabilité d'activation du système nerveux central sont attribuables aux seules différences interindividuelles. Lors des nuits pendant lesquelles les sujets sont exposés aux évènements de bruit, ces parts de variance s'élèvent respectivement à 46,7 % et 57,9 %. Ces résultats suggèrent que même dans une population relativement homogène (genre, état de santé, âge) et un protocole d'étude bien défini, une large part de variance observée peut trouver son explication dans des différences interindividuelles. Dans le contexte de plans nationaux de prévention de ces effets, les auteurs soulignent l'importance d'identifier les populations vulnérables (nécessité d'identifier des biomarqueurs de vulnérabilité) et s'interrogent sur la pertinence de la stratégie visant à protéger un dormeur « moyen ».

3.2.4.6 Nature des associations de la perturbation du sommeil avec d'autres types d'effets sanitaires

L'altération du sommeil, tout comme la gêne liée au bruit, semble avoir un rôle central dans les mécanismes explicatifs de plusieurs effets sanitaires associés au bruit.

Ainsi, plusieurs auteurs suggèrent le possible rôle de médiateur des perturbations du sommeil pour la survenue d'effets sur le système cardiovasculaire (voir détails dans le chapitre 3.2.2.5).

La gêne liée au bruit, ainsi que les effets d'ordre psychologique, sont souvent associés à la qualité du sommeil (voir détails dans le chapitre 3.2.3.6). Plusieurs études suggèrent cependant de bien différencier les perturbations subjectives (autodéclarées) du sommeil, qui peuvent en partie être une expression de la gêne, des effets objectifs (mesurés et possiblement non perçus par le dormeur).

L'influence de ces altérations sur les effets métaboliques (diabète, marqueurs d'obésité) apparaît controversée dans les articles identifiés. Si Eriksson *et al.* (Eriksson *et al.* 2014) n'observent pas d'influence de la qualité du sommeil sur la relation entre bruit aérien et augmentation du tour de taille dans leur cohorte (5 156 individus à Stockholm, Suède), Eze *et al.*, quant à eux, rapportent des effets particulièrement marqués (survenue de diabète) parmi les participants exposés au bruit aérien rapportant un sommeil de faible qualité dans la cohorte SAPALDIA (Eze *et al.* 2017). Pourtant, il est bien établi qu'un sommeil de trop courte durée ou de mauvaise qualité a un impact sur le métabolisme (Copinschi, Leproult, et Spiegel 2014). Ces études sont détaillées au chapitre 3.2.6.1.

Enfin, Hegewald *et al.* rappellent la plausibilité du rôle de l'altération du sommeil dans la survenue de cancers du sein (Hegewald *et al.* 2017).

3.2.5 Effets cognitifs

3.2.5.1 Études épidémiologiques

L'étude de la cohorte RANCH (*Road traffic noise and Aircraft Noise exposure and children's Cognition and Health*) constitue l'une des sources majeures d'information sur les associations entre exposition sonore à l'école et performances scolaires chez l'enfant.

Dans le cadre du suivi à 6 ans d'une partie de cette cohorte (de 2001-2003 à 2008) pour le Royaume-Uni (étude longitudinale intégrant 461 enfants des établissements d'enseignement riverains de l'aéroport d'Heathrow, Angleterre), Clark *et al.* ont examiné les associations entre l'exposition au bruit du trafic aérien à l'école (exposition moyenne annuelle calculée) et la gêne, la compréhension de la lecture et la santé psychologique chez ces enfants de 15-16 ans entrant au cycle d'étude supérieur (Clark, Head, et Stansfeld 2013). Une tendance significative d'augmentation de la gêne et non significative de la diminution de la compréhension écrite est observée et aucune association n'est trouvée pour des effets de santé de nature psychologique.

Le suivi de la cohorte RANCH pour l'Afrique du Sud a fait l'objet de nombreuses publications. Celle-ci comporte plusieurs particularités. La langue officielle d'étude (anglais) n'est pas la langue maternelle d'une part importante des élèves mais une langue additionnelle à celle parlée au domicile. Autre particularité, le suivi de cette cohorte s'est effectué en 3 vagues au cours desquelles l'aéroport, source du bruit aérien, a été déplacé. Son étude revêt donc un intérêt particulier pour le suivi des effets suite à l'arrêt des expositions.

Dans une première étude, les compétences de compréhension de la lecture sont testées pour 437 élèves issus d'une zone fortement exposée au bruit aérien et comparées à celles de 337 élèves provenant d'une zone plus silencieuse (Seabi 2013). Si les résultats à ces tests sont significativement plus élevés chez les enfants pour lesquels la langue étudiée constitue la langue maternelle, on observe une forte réduction significative de ces résultats chez ces élèves présents dans le groupe exposé au bruit aérien. Les différences entre groupe exposé / groupe témoin ne sont cependant pas marquées chez ceux dont l'anglais n'est pas la langue maternelle.

Völkel *et al.* attirent l'attention sur l'importance de considérer correctement les statuts socioéconomiques ainsi que les différences liées aux langues maîtrisées par les élèves (Völkel *et al.* 2016).

Les travaux effectués par Hollander et de Andrade (comparaisons de tests auditifs et évaluations des processus de traitement auditifs entre 61 élèves d'une école exposée au bruit aérien et 68 élèves d'une école non exposée, en Afrique du Sud) suggèrent un effet délétère chez l'enfant des expositions au bruit aéroportuaire à l'école sur les capacités de traitement auditif du langage (troubles du traitement auditif) (Hollander et de Andrade 2014).

Dans le cadre de l'étude NORAH, Klatter *et al.* ont examiné les effets du bruit aérien à l'école sur les performances cognitives et la qualité de vie déclarée par 1 243 élèves issus de 29 écoles situées aux alentours de l'aéroport de Francfort/Main (Allemagne) (Klatter *et al.* 2017). Ces résultats montrent, pour des expositions sonores inférieures à 60 dB, une association linéaire des niveaux

d'exposition au bruit aérien avec de plus faibles scores de l'évaluation de la qualité de vie, une gêne autodéclarée plus importante ainsi qu'une diminution des performances au score de lecture. D'après les auteurs, un accroissement de l'exposition de 20 dB est associé à une diminution des scores de lecture équivalant à un retard de 2 mois d'apprentissage. Cependant, ceux-ci ne constatent pas d'effet relatif aux précurseurs verbaux d'acquisition de la lecture.

Les performances scolaires chez 586 enfants de 8-9 ans en France ont été évaluées au regard de leur exposition au bruit urbain (dont le bruit aérien) à l'école ($L_{Aeq, day}$) et au domicile (L_{den}) (Pujol *et al.* 2014). Ces travaux montrent que ces 2 formes d'expositions sont individuellement et significativement associées à des diminutions des performances scolaires.

► Réversibilité et rémanence des effets après arrêt des expositions

La cohorte RANCH pour l'Afrique du Sud a permis d'étudier les états de santé et performances de 732 élèves une première fois en 2009, puis de suivre ces données après déplacement de l'aéroport en 2010 (649 élèves) et 2011 (174 élèves), permettant d'étudier si les effets identifiés persistent après l'arrêt de ces expositions aéroportuaires.

Seabi *et al.* rapportent que les niveaux de gêne liée au bruit déclarée par les enfants autrefois exposés au bruit aérien demeurent significativement plus élevés (systématiquement à l'école et pour les 2 premières vagues de suivi au domicile) par rapport au groupe témoin (Seabi 2013). Le suivi des tests de lecture semble également indiquer une persistance du retard à l'apprentissage après arrêt des expositions (Seabi *et al.* 2015).

► Rôle de la pollution atmosphérique

Les chercheurs ont également examiné le rôle de la pollution atmosphérique dans ces associations (Clark *et al.* 2012, Van Kempen *et al.* 2012). L'étude d'un sous-groupe de la cohorte RANCH-UK (Clark *et al.* 2012) (719 enfants de 9-10 ans répartis dans 22 écoles autour de l'aéroport d'Heathrow, Angleterre, pour lesquelles les niveaux de pollution atmosphériques sont documentés) montre que l'exposition au bruit aérien à l'école est significativement associée à de plus faibles performances cognitives chez l'enfant (reconnaissance mnémorique, mémoire conceptuelle, compréhension de la lecture, tests réalisés en 2002) après ajustement sur la pollution atmosphérique (indicateur NO_2). Pour les auteurs, la pollution atmosphérique ne semble pas associée aux effets cognitifs étudiés ni constituer un facteur de confusion (rôle modérateur) des associations entre bruit et effets cognitifs.

À l'inverse, l'étude d'un autre échantillon de cette même cohorte par van Kempen *et al.* (553 enfants âgés de 9-11 ans issus de 24 écoles jouxtant l'aéroport d'Heathrow, Angleterre, ajustés en fonction de facteurs socioéconomiques et relatifs aux modes de vie) trouvent un effet marqué de la pollution atmosphérique sur les capacités cognitives (Van Kempen *et al.* 2012) : une association significative entre exposition à la pollution atmosphérique (indicateur : NO_2) à l'école et capacités mémorielles réduites, indépendamment des expositions sonores. Les expositions combinées du bruit routier et aérien à l'école sont elles significativement associées à des capacités attentionnelles réduites, indépendamment de la pollution atmosphérique. Aucune association n'est cependant trouvée entre les expositions (sonores et à la pollution atmosphérique) aux domiciles des enfants et des effets cognitifs.

3.2.5.2 Études expérimentales

Les travaux de Aşçigil Dincer et Yilmaz se sont focalisés sur les effets spécifiques du bruit au domicile sur les performances de devoirs (Aşçigil Dincer et Yilmaz 2016). Au cours de cette étude expérimentale, 32 lycéens (17-18 ans) ont dû résoudre des équations tout en étant soumis à différentes situations d'exposition sonore (absence de bruit, bruit de décollages d'avions, bruit continu de trafic routier, bruit de téléviseur, musique et bruit d'enfants en train de jouer, les bruits étant de même niveau sonores $L_{Aeq} = 55$ dBA). Les résultats montrent des performances significativement affectées par le bruit aérien (également pour le bruit de jeux d'enfants et de télévision). Ces données montrent l'importance de considérer les effets du bruit sur les performances

scolaires au regard non pas uniquement des expositions à l'école mais également de celles au domicile.

Elmenhorst *et al.* ont étudié les associations entre exposition au bruit des transports durant la nuit et performances cognitives le lendemain (Elmenhorst *et al.* 2014). Exposés à divers types de bruit (nombre d'évènements sonores et $L_{AS,eq}$ constants) durant plusieurs nuits en laboratoire, les 72 participants à l'étude devaient exprimer leur gêne sonore et effectuer des tests le matin suivant. Outre le fait que le bruit aérien était la source source correspondant à la plus grande gêne exprimée, une diminution faible mais significative du temps de réaction a été trouvée suivant les expositions nocturnes au bruit des transports (indépendamment du type de transport) par rapport aux nuits sans exposition.

L'étude des capacités cognitives d'apprentissage chez des volontaires exposés soit à des bruits de voisinage (45 dBA, 20 individus) soit à des bruits de passage d'avion (48 dBA, 19 individus) montre des altérations des capacités dans les 2 cas (Trimmel *et al.* 2012). Selon les auteurs, le processus cognitif d'apprentissage serait structurellement modifié pour le groupe exposé au bruit aérien, s'accompagnant d'une augmentation de la fluctuation de la conductivité de la peau en plus d'un accroissement de la fréquence cardiaque en fin de test. Les auteurs avancent diverses pistes explicatives parmi lesquelles la sollicitation de mécanismes cognitifs de vigilance liée au passage des avions, des exigences accrues d'attention (perception sélective) et des difficultés à changer de stratégie cognitive durant l'exposition au bruit.

L'examen de 3 paramètres acoustiques (bruit de fond, temps de réverbération et isolation phonique) dans des écoles exposées au bruit aérien à proximité de l'aéroport international Ataturk (Turquie) au regard de questionnaires portant sur l'intelligibilité de la parole (720 élèves et 114 professeurs) souligne l'importance cruciale du paramètre de réverbération (Tamer Bayazit, Şan Özbilen, et Savcı Özgüven 2016).

3.2.6 Autres types d'effets

3.2.6.1 Effets métaboliques (obésité, diabète)

Une méta-analyse intégrant 9 études²⁸ des associations entre exposition au bruit (non spécifique au bruit aérien) et risque de diabète de type 2 montre une association significative entre exposition et augmentation de ce risque (Dzhambov 2015b, a). Ce risque serait ainsi plus élevé de 19 % pour les individus exposés à des niveaux de bruit supérieurs à 60 dB (L_{den}) par rapport à ceux exposés à des niveaux moindres. La méta-analyse menée en parallèle pour les expositions professionnelles ne montrent pas de différences de risque entre les populations de travailleurs exposés à plus ou à moins 85 dB.

La méta-analyse effectuée plus récemment par Sakhvidi *et al.* s'intéresse plus largement au cas de diabète sucré (diabète de types 1, 2 et gestationnel) et intègre quant à elle 15 études²⁹, soit 444 460 adultes et 17 430 cas de diabète sucré (Sakhvidi *et al.* 2018). Les auteurs observent une augmentation du risque de 6 % pour une augmentation de l'exposition sonore de 5 dB (IC à 95 % : 3%-9%) indépendamment du type de source sonore. La force de l'association pour le bruit aérien s'avère la plus élevée.

L'étude et le suivi durant presque 10 années d'une cohorte de 5 156 individus à Stockholm (Suède) ne permet pas de dégager d'association claire entre exposition au bruit aérien (avec considération de l'historique résidentiel) et augmentation de l'indice de masse corporel (IMC) ou de survenue de

²⁸ (Bainbridge, Cheng, et Cowie 2010, Eriksson *et al.* 2014, Heidemann *et al.* 2014, Jang *et al.* 2011, Rhee *et al.* 2008, Selander *et al.* 2009, Song 2013, Sørensen *et al.* 2013, Suadicani, Hein, et Gyntelberg 2012)

²⁹ 6 cohortes : (Clark *et al.* 2017, Eriksson *et al.* 2014, Eze *et al.* 2017, Heidemann *et al.* 2014, Ohlwein *et al.* 2017, Sørensen *et al.* 2013), 6 études transversales (Dzhambov 2017, Dzhambov et Dimitrova 2016, Kim *et al.* 2008, Park *et al.* 2017, Rhee *et al.* 2008, Suadicani, Hein, et Gyntelberg 2012), 3 études cas-témoins (Samelli *et al.* 2017, Song 2013, Spankovich *et al.* 2017).

diabète de type 2 (Eriksson *et al.* 2014). Cependant, une association significative est trouvée après ajustement avec différents facteurs de confusion et l'augmentation du tour de taille : une augmentation de l'exposition de 5 dB mesurée en L_{den} est associée à une augmentation de 1,51 cm (IC à 95 % : 1,13-1,89). Ces associations ne semblent pas modifiées par les perturbations du sommeil.

Dans une seconde analyse consacrée à la recherche d'indicateurs d'obésité, les auteurs rapportent une relation exposition-réponse entre un accroissement de 10 dB L_{den} du bruit aérien au domicile et un gain de tour de taille de 0,16 cm/an (IC à 95 % : 0,14-0,17) pour un accroissement de 10 dB L_{den} du bruit aérien au domicile (Pyko *et al.* 2017). Un gain de poids est également observé, exclusivement pour les expositions au bruit aérien. Enfin, l'incidence de l'obésité abdominale particulièrement marquée chez ceux exposés aux 3 types de bruit de transport, suggère un effet particulièrement délétère de la multi-exposition.

La recherche d'associations entre exposition au bruit et effets métaboliques a également été effectuée au sein de la cohorte Suisse SAPALDIA. Eze *et al.* ont ainsi examiné le suivi de l'incidence des diabètes de types 1 et 2 confondus auprès de 2 631 participants entre 2002 et 2011 (non diabétiques en 2002 et n'ayant pas déménagé durant cette période) et de leurs expositions sonores au domicile (pour le bruit routier, ferroviaire et aérien, calculé en L_{den} , prise en compte du nombre d'événements sonores de nuit et d'un indicateur d'intermittence du bruit reflétant le caractère événementiel de l'exposition sonore) (Eze *et al.* 2017). Des associations sont observées entre exposition aux bruits routier et aérien et l'incidence du diabète, indépendamment de la pollution atmosphérique (indicateur : NO_2). Significative pour le bruit routier, cette association pour le bruit aérien s'approche de la significativité (RR = 1,86 ; IC à 95 % : 0,96-3,59). Ces effets sont particulièrement importants chez les participants exposés au bruit aérien, rapportant un sommeil de faible qualité ou dormant fenêtre ouverte.

Dans une seconde analyse de cette cohorte, portant sur d'autres indicateurs (IMC, tour de taille, surpoids et obésité), aucune association n'est trouvée avec l'exposition au bruit aérien contrairement aux bruits routier et ferroviaire (Foraster *et al.* 2018). D'autres facteurs évoqués dans d'autres travaux (présence d'espace vert à proximité, facteurs socioéconomiques et tabagisme) modifient ces associations (Persson *et al.* 2018).

Les travaux de Rocha *et al.* décrits plus avant reposant sur l'interrogation de 319 riverains de l'aéroport d'Atlanta (États-Unis) n'observent pas d'association entre exposition au bruit aérien au domicile et prévalence de cas de diabète (Rocha *et al.* 2019).

3.2.6.2 Cancer du sein

Partant du constat que d'une part, l'exposition au bruit des transports est associée à des perturbations du sommeil et que, d'autre part, des associations entre temps de sommeil réduit, travail de nuit et risques de survenue de cancer du sein ont été documentés, Hegewald *et al.* se sont intéressés aux relations entre exposition au bruit des transports et risque de cancer du sein (Hegewald *et al.* 2017).

Dans cette étude cas-témoins, les expositions au bruit des transports (aérien, routier et ferroviaire) des 6 643 cas recensés entre 2005 et 2010 chez des femmes de plus de 40 ans résidant autour de l'aéroport de Francfort (Allemagne) sont comparées à celles disponibles pour 471 596 témoins (ajustement sur âge, hormonothérapie, niveau de formation, situation professionnelle et indicateur géographique de niveau socioéconomique). Les résultats montrent une augmentation significative des tumeurs au récepteur des œstrogènes négatif (ER-) uniquement pour les expositions au bruit aérien (OR pour le niveau d'exposition [55-59] dB $LA_{eq\ 24h}$ = 1,41, IC à 95 % = 1,04-1,90). Aucune association n'est trouvée pour les cancers du sein au récepteur des œstrogènes positif (ER+).

Les auteurs en concluent que le bruit aérien pourrait être un facteur étiologique du cancer du sein au récepteur des œstrogènes négatif mais avertissent que de nombreux facteurs de confusion n'ont pu être pris en considération dans ces travaux.

Dans un éditorial, Hansen commente la suggestion d'explication par Hegewald *et al.* (association entre diminution du temps de sommeil et risque du cancer du sein) au regard des connaissances disponibles par ailleurs sur les facteurs étiologiques du cancers du sein (Hansen 2017). L'auteur relève la documentation d'associations de ces effets avec le travail décalé de nuit mais souligne l'absence d'association avec la réduction, voire la qualité, du sommeil.

Par ailleurs, de récents travaux expérimentaux qui visaient à élucider le mécanisme d'action du bruit sur le système cardiovasculaire (abordés en détail dans le chapitre 3.2.2.5) semblent indiquer un probable rôle d'exacerbation des lésions oxydatives de l'ADN et de survenue d'inflammation chez la souris exposée à du bruit aérien ce qui est potentiellement mutagénique et pourrait donc promouvoir le cancer (Kvandova *et al.* 2020).

3.2.6.3 Effets sur la reproduction

Ristovska *et al.* ont réalisé une revue de littérature sur les associations entre effets sur la reproduction et expositions au bruit dans l'environnement (9 études épidémiologiques³⁰) ou dans un contexte professionnel (14 études épidémiologiques incluses³¹) (Ristovska, Laszlo, et Hansell 2014). Les auteurs considèrent que le niveau de preuve est suffisant pour conclure en l'existence d'associations claires entre expositions sonores professionnelles (niveaux sonores élevés) et divers effets tels que le faible poids à la naissance, la prématurité et faibles tailles durant la période gestationnelle. Ces effets seraient cohérents avec les données expérimentales chez l'animal. Toujours d'après les auteurs, en raison du faible nombre d'études épidémiologiques disponibles à ce sujet pour le bruit dans l'environnement, les preuves d'effets du bruit des transports sur la reproduction chez l'être humain demeurent pour l'instant limitées mais sont particulièrement suggestives notamment concernant le poids à la naissance.

³⁰ (Ando et Hattori 1973, 1977, Edmonds, Layde, et Erickson 1979, Gehring *et al.* 2014, Knipschild, Meijer, et Sallé 1981, Matsui *et al.* 2003, Schell 1981, Wang, Liu, et Dai 2011, Wu *et al.* 1996)

³¹ (Chen *et al.* 2000, Croteau, Marcoux, et Brisson 2006, Hartikainen *et al.* 1994, Hartikainen-Sorri *et al.* 1988, Hrubá, Kukla, et Tyrlik 1999, Kurppa *et al.* 1989, Luke *et al.* 1995, Magann *et al.* 2005, McDonald *et al.* 1986, McDonald *et al.* 1988, Nurminen et Kurppa 1989, Saurel-Cubizolles *et al.* 2004, Zhan *et al.* 1991, Zhang, Cai, et Lee 1992)

4 Mise en perspective des nouvelles connaissances produites sur les effets sanitaires du bruit aérien

Les rapports publiés par l'OMS en 2009 et 2012 sur les conséquences sanitaires du bruit dans l'environnement identifiaient déjà 4 effets sanitaires extra-auditifs majeurs : les maladies cardiovasculaires, les perturbations du sommeil, la gêne et les effets sur la cognition (OMS 2009, 2012). Les travaux effectués peu après par l'Anses sur une méthode d'évaluation des impacts sanitaires du bruit dans l'environnement (Anses 2013) se référaient à ces mêmes effets de santé et mettaient en avant la robustesse des nombreuses données disponibles, sauf pour les effets cardiovasculaires pour lesquels des incertitudes persistaient. Ces travaux soulignaient par ailleurs la nécessité de développer puis de recourir à une notion de paysage sonore afin de s'extraire de l'impasse des approches uniquement fondées sur les seuls niveaux sonores moyens.

L'actualisation en 2018 des lignes directrices OMS Europe du bruit dans l'environnement constitue l'une des publications marquantes de ces dernières années (OMS 2018). Cette revue systématique, qui s'appuie majoritairement sur des données épidémiologiques qui étudient la force de la relation entre l'exposition au bruit des transports et la survenue des effets sur la santé, conforte la confiance dans les niveaux de preuve de ces 4 effets sanitaires liés à l'exposition au bruit des transports. Elle a conduit l'OMS à renforcer ses recommandations relatives à la limitation des niveaux d'exposition aux bruits des transports dans l'environnement. Quelle que soit la qualification du niveau de preuve de la relation exposition-réponse pour chacun de ces effets (appréciation de la qualité des données épidémiologiques sur lesquelles sont fondées ces relations exposition-réponse), l'OMS considère que les données scientifiques sont suffisantes (notamment la causalité) pour agir et qualifie ses recommandations de lignes directrices « fortes ». Ainsi, concernant spécifiquement le bruit aérien, l'OMS recommande de réduire fortement les niveaux d'exposition sonore, abaissant les valeurs recommandées à 45 dB pour la moyenne pondérée sur la journée entière (L_{den})³² et à 40 dB pour les expositions nocturnes (L_n). Les fondements scientifiques invoqués par l'OMS pour établir le seuil L_{den} à 45 dB ont cependant soulevé, depuis leur publication, une controverse scientifique.

Parmi les travaux récents et innovants identifiés dans cette revue de littérature, il faut mentionner l'investigation de mécanismes d'action du bruit aérien sur le système cardiovasculaire issues d'études expérimentales qui fournit des pistes intéressantes. Une analyse de la portée exacte de ces observations chez la souris pour l'être humain (pertinence de l'extrapolation) paraît particulièrement opportune. En effet, si la pertinence de ces résultats chez l'être humain était confirmée, le niveau de preuve associé au lien entre exposition au bruit et effets cardiovasculaires serait alors sensiblement augmenté.

Au delà d'apporter de nouvelles informations pour apprécier le lien de causalité entre expositions chroniques au bruit aérien et effets cardiovasculaires, les données produites depuis 2012 confirment le rôle du bruit aérien dans la survenue de la gêne et la perturbation du sommeil, effets pour lesquels la causalité est clairement démontrée. L'altération du sommeil, au-delà d'être un effet néfaste sur la santé, joue un rôle central dans la survenue d'autres conséquences délétères bien documentées par ailleurs.

Jusqu'ici, les effets sur le sommeil avaient été essentiellement observés *via* des études épidémiologiques reposant sur des données subjectives (déclarations par les riverains) et des études expérimentales (en laboratoire). Les études issues du programme de recherches DEBATS ont permis de montrer objectivement, par la mesure des paramètres physiologiques du sommeil,

³² Pour rappel, la réglementation française réclame l'établissement de cartes de bruit autour des aéroports servant notamment de support aux plans d'exposition au bruit (PEB) fixant les conditions d'utilisation des sols exposés au bruit des aéronefs. Dans cette cartographie sonore, la zone où le bruit est le plus faible (zone D), pour laquelle les constructions sont soumises à des obligations d'isolation acoustique, est délimitée par des expositions supérieures à 50 L_{den} .

des diminutions de la durée et de la qualité du sommeil liées au bruit aérien chez des riverains d'aéroports en France. Notons que les enregistrements du rythme cardiaque confirment l'absence d'habituation physiologique au bruit durant le sommeil tels que le suggéraient de précédents travaux expérimentaux³³ signalés dans un précédent rapport de l'Anses (Anses, 2013).

Les connaissances disponibles, d'une part, sur le lien entre perturbations chroniques du sommeil et altération du processus de régulation de la glycémie (et des conséquences associées tels que le diabète de type II et l'obésité), et d'autre part sur la perturbation du sommeil induite par le bruit des aéronefs, renforcent les résultats de récentes études documentant des relations entre l'exposition au bruit aérien et effets métaboliques.

Très peu de nouvelles données ont été produites depuis 2012 sur la question des effets de l'exposition aux bruits aériens sur la cognition, et en particulier sur les performances scolaires. L'apparente persistance des retards à l'apprentissage observée dans l'étude RANCH après arrêt des expositions sonores vient toutefois témoigner de l'importance de ces effets s'ils s'avèrent effectivement non réversibles.

Enfin, parmi les autres effets étudiés, l'exacerbation supposée des troubles respiratoires chez les individus asthmatiques par le bruit (notamment *via* la gêne), mérite une attention particulière. Des données de recherches supplémentaires sont toutefois nécessaires pour confirmer ces effets.

Récemment, le ministère de l'environnement, de l'alimentation et des affaires rurales du Royaume-Uni (Defra³⁴) a actualisé la revue systématique de l'OMS, en employant la même méthodologie, spécifiquement pour les effets de l'exposition au bruit sur la santé mentale, le bien-être, la qualité de vie, les effets cancérigènes, les démences, les effets sur la reproduction et sur la cognition³⁵. Concernant le bruit aérien, les auteurs évoquent un nouvel effet à considérer, à savoir les effets cancérigènes, pour lesquels ils identifient toutefois un niveau de preuve faible. L'appréciation de la force des associations avec l'exposition au bruit pour les autres effets sanitaires étudiés demeure inchangée dans cette étude. Enfin, les auteurs estiment comme prioritaire l'élaboration d'outils ou de méthodes permettant une meilleure quantification des effets sanitaires dans les cas de multi-expositions (bruit global).

À l'issue de cette revue des nouvelles connaissances produites depuis 2012 sur l'impact du bruit aérien sur la santé, il apparaît que des travaux complémentaires pourraient être menés pour affiner le niveau de preuve de certains effets sanitaires (effets sur le système cardiovasculaire et autres effets tels que le cancer du sein, les effets métaboliques de type obésité et diabète, ou encore les effets sur le système respiratoire).

Si ces pistes de travail visent à combler des lacunes de connaissance, il est à souligner que ces incertitudes ne sont pas bloquantes pour prévenir dès à présent les conséquences indéniables et délétères du bruit aérien sur la santé : les altérations du sommeil et la gêne. Les conséquences multiples des altérations chroniques du sommeil sont déjà amplement documentées, et les études d'impact sanitaire du bruit au niveau populationnel rappellent régulièrement le poids considérable de ces effets qui peuvent, de plus, être à l'origine d'autres conséquences sanitaires. À ce titre, l'OMS recommande des valeurs guides de 45 dB (L_{den}) en journée et 40 dB (L_n) la nuit concernant le bruit aérien.

Une autre perspective de travaux d'intérêts réside également dans la poursuite de l'identification des facteurs de risques qui présenteraient des effets synergiques avec une exposition au bruit.

³³ Muzet 2007

³⁴ Department for Environment, Food & Rural Affairs.

³⁵ Clark, Crumpler, et Notley 2020.

Le développement et l'application de méthodes incluant des facteurs non-acoustiques, telles que celle proposée dans le rapport de l'Anses 2013, permettrait d'améliorer l'évaluation des effets du bruit sur la santé, mais aussi de fournir des solutions complémentaires aux mesures d'abaissement des niveaux sonores pour la gestion des risques liés au bruit.

5 Bibliographie

- Ancona, C., F. Forastiere, F. Mataloni, C. Badaloni, T. Fabozzi, et C. A. Perucci. 2010. "Aircraft noise exposure and blood pressure among people living near Ciampino airport in Rome." 2010.
- Ando, Y., et H. Hattori. 1973. "Statistical studies on the effects of intense noise during human fetal life." *Journal of Sound and Vibration* 27 (1):101-110.
- Ando, Y., et H. Hattori. 1977. "Effects of noise on human placental lactogen (HPL) levels in maternal plasma." *BJOG: An International Journal of Obstetrics & Gynaecology* 84 (2):115-118.
- Anses. 2013. "Évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental (saisine 2009-SA-0333)." Maisons-Alfort. 295 p.
- Araghi, Morteza, et Mohammad Mehdi Yaghobi. 2015. "The study of noise pollution caused by Birjand airport on the surrounding residents." *Indian Journal of Science and technology* 8 (11):1.
- Aşçigil Dincer, Mine, et Sevtap Yılmaz. 2016. "Effect of sound environment on homework performance." *AJ Z ITU Journal of the Faculty of Architecture* 13 (2):79-86.
- Azuma, Kenichi, et Iwao Uchiyama. 2017. "Association between environmental noise and subjective symptoms related to cardiovascular diseases among elderly individuals in Japan." *PLOS one* 12 (11):e0188236.
- Babisch, Wolfgang, D. Houthuijs, Jessica Kwekkeboom, Wim Swart, Goran Pershagen, Gosta Bluhm, Jenny Selander, Klea Katsouyanni, A. Charalambidis, et Manolis Velonakis. 2005. "HYENA-Hypertension and Exposure to Noise near Airports. An European study on health effects of aircraft noise." 2005.
- Babisch, Wolfgang, Danny Houthuijs, Göran Pershagen, Ennio Cadum, Klea Katsouyanni, Manolis Velonakis, Marie-Louise Dudley, Heinz-Dieter Marohn, Wim Swart, et Oscar Breugelmans. 2009. "Annoyance due to aircraft noise has increased over the years—Results of the HYENA study." *Environment international* 35 (8):1169-1176.
- Babisch, Wolfgang, Danny Houthuijs, Goran Pershagen, Klea Katsouyanni, Manolis Velonakis, Ennio Cadum, et Lars Jarup. 2008. "Associations between road traffic noise level, road traffic noise annoyance and high blood pressure in the HYENA study." *Journal of the Acoustical Society of America* 123 (5):3448-3448.
- Babisch, Wolfgang, Hartmut Ising, John E. J. Gallacher, Pete M. Sweetnam, et Peter C. Elwood. 1999. "Traffic noise and cardiovascular risk: the Caerphilly and Speedwell studies, third phase-10-year follow up." *Archives of Environmental Health: An International Journal* 54 (3):210-216.
- Babisch, Wolfgang, Hartmut Ising, Barbara Kruppa, et Daniel Wiens. 1994. "The incidence of myocardial infarction and its relation to road traffic noise—The Berlin case-control studies." *Environment international* 20 (4):469-474.
- Babisch, Wolfgang, Göran Pershagen, Jenny Selander, Danny Houthuijs, Oscar Breugelmans, Ennio Cadum, Federica Vigna-Taglianti, Klea Katsouyanni, Alexandros S. Haralabidis, et Konstantina Dimakopoulou. 2013. "Noise annoyance—A modifier of the association between noise level and cardiovascular health?" *Science of the Total Environment* 452:50-57.
- Babisch, Wolfgang, Wim Swart, Danny Houthuijs, Jenny Selander, Gösta Bluhm, Göran Pershagen, Konstantina Dimakopoulou, Alexandros S. Haralabidis, Klea Katsouyanni, et Elli Davou. 2012. "Exposure modifiers of the relationships of transportation noise with high blood pressure and noise annoyance." *The Journal of the Acoustical Society of America* 132 (6):3788-3808.
- Babisch, Wolfgang, et Irene Van Kamp. 2009. "Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension." *Noise and health* 11 (44):161.

- Bainbridge, Kathleen E., Yiling J. Cheng, et Catherine C. Cowie. 2010. "Potential mediators of diabetes-related hearing impairment in the US population: National Health and Nutrition Examination Survey 1999–2004." *Diabetes care* 33 (4):811-816.
- Bartels, Susanne, Ferenc Márki, et Uwe Müller. 2015. "The influence of acoustical and non-acoustical factors on short-term annoyance due to aircraft noise in the field—The COSMA study." *Science of the Total Environment* 538:834-843.
- Bartels, Susanne, Uwe Müller, et Joachim Vogt. 2013. "Predictors of aircraft noise annoyance: results of a telephone study."
- Bartels, Susanne, Daniel Rooney, et Uwe Müller. 2018. "Assessing aircraft noise-induced annoyance around a major German airport and its predictors via telephone survey—The COSMA study." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 59:246-258.
- Basner, Mathias, Sarah McGuire, Eva-Maria Elmenhorst, et Uwe Muller. 2015. "Effects of Aircraft Noise on Sleep: Habituation in the Laboratory and in the Field." 2015.
- Basner, Mathias, Alexander Samel, et Ullrich Isermann. 2006. "Aircraft noise effects on sleep: application of the results of a large polysomnographic field study." *The Journal of the Acoustical Society of America* 52 (5):109-123.
- Basner, Mathias, Maryam Witte, et Sarah McGuire. 2019. "Aircraft Noise Effects on Sleep—Results of a Pilot Study Near Philadelphia International Airport." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (17):3178.
- Baudin, Clémence, Marie Lefèvre, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, Bernard Laumon, et Anne-Sophie Evrard. 2018. "Aircraft noise and psychological ill-health: the results of a cross-sectional study in France." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (8):1642.
- Baudin, Clémence, Marie Lefèvre, Jenny Selander, Wolfgang Babisch, Ennio Cadum, Marie-Christine Carlier, Patricia Champelovier, Konstantina Dimakopoulou, Danny Huithuijs, et Jacques Lambert. 2019. "Saliva cortisol in relation to aircraft noise exposure: pooled-analysis results from seven European countries." *Environmental Health* 18 (1):102.
- Beck, U. 1992. *Risk society: towards a new modernity*. Vol. 17: Sage Publications Ltd.
- Beelen, Rob, Gerard Hoek, Danny Houthuijs, Piet A. van den Brandt, R. Alexandra Goldbohm, Paul Fischer, Leo J. Schouten, Ben Armstrong, et Bert Brunekreef. 2009. "The joint association of air pollution and noise from road traffic with cardiovascular mortality in a cohort study." *Occupational and Environmental Medicine* 66 (4):243-250.
- Beutel, Manfred E., Elmar Brähler, Mareike Ernst, Eva Klein, Iris Reiner, Jörg Wiltink, Matthias Michal, Philipp S. Wild, Andreas Schulz, et Thomas Münzel. 2020. "Noise annoyance predicts symptoms of depression, anxiety and sleep disturbance 5 years later. Findings from the Gutenberg Health Study." *European Journal of Public Health* 30 (3):516-521.
- Beutel, Manfred E., Claus Jünger, Eva M. Klein, Philipp Wild, Karl Lackner, Maria Blettner, Harald Binder, Matthias Michal, Jörg Wiltink, et Elmar Brähler. 2016. "Noise annoyance is associated with depression and anxiety in the general population—the contribution of aircraft noise." *PLOS one* 11 (5):e0155357.
- Black, Deborah A., John A. Black, Tharit Issarayangyun, et Stephen E. Samuels. 2007. "Aircraft noise exposure and resident's stress and hypertension: A public health perspective for airport environmental management." *Journal of air transport management* 13 (5):264-276.
- Bluhm, G., C. Eriksson, A. Hilding, et C. G. Östenson. 2004. "Aircraft noise exposure and cardiovascular risk on men. First results from a study around Stockholm Arlanda airport." 2004.
- Breugelmans, O. 2004. "Tussenrapportage Monitoring Gezondheidskundige Evaluatie Schiphol: Gezondheid en beleving van de omgevingskwaliteit in de regio Schiphol: 2002." *RIVM rapport* 630100001.

- Brink, Mark, Beat Schäffer, Danielle Vienneau, Maria Foraster, Reto Pieren, Ikenna C. Eze, Christian Cajochen, Nicole Probst-Hensch, Martin Röösl, et Jean-Marc Wunderli. 2019. "A survey on exposure-response relationships for road, rail, and aircraft noise annoyance: Differences between continuous and intermittent noise." *Environment international* 125:277-290.
- Brink, Mark, Katja E. Wirth, Christoph Schierz, Georg Thomann, et Georg Bauer. 2008. "Annoyance responses to stable and changing aircraft noise exposure." *The Journal of the Acoustical Society of America* 124 (5):2930-2941.
- Cairns, Benjamin J., et Colin Baigent. 2014. *Air pollution and traffic noise: do they cause atherosclerosis?*: Oxford University Press.
- Carugno, Michele, Piero Imbrogno, Alberto Zucchi, Roberta Ciampichini, Carmen Tereanu, Giuseppe Sampietro, Giorgio Barbaglio, Bruno Pesenti, Francesco Barretta, et Pier Alberto Bertazzi. 2018. "Effects of aircraft noise on annoyance, sleep disorders, and blood pressure among adult residents near the Orio al Serio International Airport (BGY), Italy."
- Chen, Dafang, Sung-Il Cho, Changzhong Chen, Xiaobin Wang, Andrew I. Damokosh, Louise Ryan, Thomas J. Smith, David C. Christiani, et Xiping Xu. 2000. "Exposure to benzene, occupational stress, and reduced birth weight." *Occupational and Environmental Medicine* 57 (10):661-667.
- Chun, Chanil, Doo Young Gwak, Kiseop Yoon, et Soogab Lee. 2018. "Short-term annoyance model of combined aircraft and road traffic noise based on partial loudness model." *Journal of Mechanical Science and Technology* 32 (8):3557-3562.
- Clark, C., C. Crumpler, et A. H. Notley. 2020. "Evidence for Environmental Noise Effects on Health for the United Kingdom Policy Context: A Systematic Review of the Effects of Environmental Noise on Mental Health, Wellbeing, Quality of Life, Cancer, Dementia, Birth, Reproductive Outcomes, and Cognition." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (2).
- Clark, Charlotte, Rosanna Crombie, Jenny Head, Irene Van Kamp, Elise Van Kempen, et Stephen A. Stansfeld. 2012. "Does traffic-related air pollution explain associations of aircraft and road traffic noise exposure on children's health and cognition? A secondary analysis of the United Kingdom sample from the RANCH project." *American journal of epidemiology* 176 (4):327-337.
- Clark, Charlotte, Jenny Head, et Stephen A. Stansfeld. 2013. "Longitudinal effects of aircraft noise exposure on children's health and cognition: A six-year follow-up of the UK RANCH cohort." *Journal of Environmental Psychology* 35:1-9.
- Clark, Charlotte, Rocio Martin, Elise Van Kempen, Tamuno Alfred, Jenny Head, Hugh W. Davies, Mary M. Haines, Isabel Lopez Barrio, Mark Matheson, et Stephen A. Stansfeld. 2006. "Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension: the RANCH project." *American journal of epidemiology* 163 (1):27-37.
- Clark, Charlotte, Hind Sbihi, Lillian Tamburic, Michael Brauer, Lawrence D. Frank, et Hugh W. Davies. 2017. "Association of long-term exposure to transportation noise and traffic-related air pollution with the incidence of diabetes: a prospective cohort study." *Environmental health perspectives* 125 (8):087025.
- Copinschi, Georges, Rachel Leproult, et Karine Spiegel. 2014. "The important role of sleep in metabolism." *Frontiers of Hormone Research* 42:59-72. doi: 10.1159/000358858.
- Corbin, Joel C. 2013. "PM_{0.1} particles from aircraft may increase risk of vascular disease." *Bmj* 347:f6783.
- Correia, Andrew W., Junenette L. Peters, Jonathan I. Levy, Steven Melly, et Francesca Dominici. 2013. "Residential exposure to aircraft noise and hospital admissions for cardiovascular diseases: multi-airport retrospective study." *Bmj* 347:f5561.

- Croteau, Agathe, Sylvie Marcoux, et Chantal Brisson. 2006. "Work activity in pregnancy, preventive measures, and the risk of delivering a small-for-gestational-age infant." *American Journal of Public Health* 96 (5):846-855.
- Deo, Rajat, et Christine M. Albert. 2012. "Epidemiology and genetics of sudden cardiac death." *Circulation* 125 (4):620-637.
- Dimakopoulou, Konstantina, Konstantinos Koutentakis, Ifigeneia Papageorgiou, Maria-Iosifina Kasdagli, Alexandros S. Haralabidis, Panayota Sourtzi, Evangelia Samoli, Danny Houthuijs, Wim Swart, et Anna L. Hansell. 2017. "Is aircraft noise exposure associated with cardiovascular disease and hypertension? Results from a cohort study in Athens, Greece." *Occupational and Environmental Medicine* 74 (11):830-837.
- Douglas, O., et E. Murphy. 2016. "Source-based subjective responses to sleep disturbance from transportation noise." *Environment international* 92:450-456.
- Dreger, Stefanie, Nicole Meyer, Hermann Fromme, et Gabriele Bolte. 2015. "Environmental noise and incident mental health problems: A prospective cohort study among school children in Germany." *Environmental research* 143:49-54.
- Dzhambov, Angel M., et Donka D. Dimitrova. 2016. "Exposure-response relationship between traffic noise and the risk of stroke: a systematic review with meta-analysis." *Arhiv za higijenu rada i toksikologiju* 67 (2):136-151.
- Dzhambov, Angel Mario. 2015a. "Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: a meta-analysis." *Noise & Health* 17 (74):23.
- Dzhambov, Angel Mario. 2015b. "Long-term noise exposure and the risk for type 2 diabetes: a meta-analysis: erratum." *Noise & Health* 17 (75):123.
- Dzhambov, Angel Mario. 2017. "Exposure to self-reported occupational noise and diabetes-A cross-sectional relationship in 7th European Social Survey (ESS7, 2014)." *International journal of occupational medicine and environmental health* 30 (4):437.
- Eagan, Mary Ellen, Grant Anderson, Bradley Nicholas, Richard Horonjeff, et Terry Tivnan. 2004. "Relation between aircraft noise reduction in schools and standardized test scores." *Federal Interagency Committee on Aviation Noise. Mr Alan F. Zusman, Chariman, Department of the Navy, Washington Navy Yard* 1322:20374-5065.
- Edmonds, Larry D., Peter M. Layde, et J. David Erickson. 1979. "Airport noise and teratogenesis." *Archives of Environmental Health: An International Journal* 34 (4):243-247.
- Elmenhorst, Eva-Maria, Barbara Griefahn, Vinzent Rolny, et Mathias Basner. 2019. "Comparing the Effects of Road, Railway, and Aircraft Noise on Sleep: Exposure-Response Relationships from Pooled Data of Three Laboratory Studies." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (6):1073.
- Elmenhorst, Eva-Maria, Franco Mendolia, Julia Quehl, et Daniel Aeschbach. 2016. "Residents' Attitude towards Air Traffic and Objective Sleep Quality are Related." 2016.
- Elmenhorst, Eva-Maria, Sibylle Pennig, Vinzent Rolny, Julia Quehl, Uwe Mueller, Hartmut Maa's, et Mathias Basner. 2012. "Examining nocturnal railway noise and aircraft noise in the field: Sleep, psychomotor performance, and annoyance." *Science of the Total Environment* 424:48-56.
- Elmenhorst, Eva-Maria, Julia Quehl, Uwe Müller, et Mathias Basner. 2014. "Nocturnal air, road, and rail traffic noise and daytime cognitive performance and annoyance." *The Journal of the Acoustical Society of America* 135 (1):213-222.
- Eriksson, Charlotta, Gösta Bluhm, Agneta Hilding, Claes-Göran Östenson, et Göran Pershagen. 2010. "Aircraft noise and incidence of hypertension—gender specific effects." *Environmental research* 110 (8):764-772.
- Eriksson, Charlotta, Agneta Hilding, Andrei Pyko, Gösta Bluhm, Göran Pershagen, et Claes-Göran Östenson. 2014. "Long-term aircraft noise exposure and body mass index, waist

- circumference, and type 2 diabetes: a prospective study." *Environmental health perspectives* 122 (7):687-694.
- Eriksson, Charlotta, Mats Rosenlund, Göran Pershagen, Agneta Hilding, Claes-Göran Östenson, et Gösta Bluhm. 2007. "Aircraft noise and incidence of hypertension." *Epidemiology*:716-721.
- Eurobarometre. 1995. "Les Européens et l'environnement." Sondage Eurobaromètre pour la Commission Européenne, 1995.: Commission Européenne.
- Eurobarometre. 2010. "Flash eurobaromètre." : Commission Européenne.
- Evans, Gary W., et Lorraine Maxwell. 1997. "Chronic noise exposure and reading deficits: The mediating effects of language acquisition." *Environment and Behavior* 29 (5):638-656.
- Evrard, Anne-Sophie, Liacine Bouaoun, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, et Bernard Laumon. 2015. "Does exposure to aircraft noise increase the mortality from cardiovascular disease in the population living in the vicinity of airports? Results of an ecological study in France." *Noise & Health* 17 (78):328.
- Evrard, Anne-Sophie, Liacine Bouaoun, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, et Bernard Laumon. 2016. "Does exposure to aircraft noise increase mortality from cardiovascular disease in people living near airports in France?" *Environnement, Risques & Santé* 15 (6):506-514.
- Evrard, Anne-Sophie, Inès Khati, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, et Bernard Laumon. 2013. "Cardiovascular effects of aircraft noise near Paris-Charles de Gaulle airport: Results from the pilot study of the DEBATS research program." 2013.
- Evrard, Anne-Sophie, Marie Lefèvre, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, et Bernard Laumon. 2017. "Does aircraft noise exposure increase the risk of hypertension in the population living near airports in France?" *Occupational and Environmental Medicine* 74 (2):123-129.
- Eze, Ikenna C., Maria Foraster, Emmanuel Schaffner, Danielle Vienneau, Harris Héritier, Reto Pieren, Laurie Thiesse, Franziska Rudzik, Thomas Rothe, et Marco Pons. 2018. "Transportation noise exposure, noise annoyance and respiratory health in adults: A repeated-measures study." *Environment international* 121:741-750.
- Eze, Ikenna C., Maria Foraster, Emmanuel Schaffner, Danielle Vienneau, Harris Héritier, Franziska Rudzik, Laurie Thiesse, Reto Pieren, Medea Imboden, et Arnold von Eckardstein. 2017. "Long-term exposure to transportation noise and air pollution in relation to incident diabetes in the SAPALDIA study." *International journal of epidemiology* 46 (4):1115-1125.
- Fidell, Sanford, Barbara Tabachnick, Vincent Mestre, et Linda Fidell. 2013. "Aircraft noise-induced awakenings are more reasonably predicted from relative than from absolute sound exposure levels." *The Journal of the Acoustical Society of America* 134 (5):3645-3653.
- Floud, Sarah, Marta Blangiardo, Charlotte Clark, K. de Hoog, Wolfgang Babisch, Danny Houthuijs, Wim Swart, Goran Pershagen, Klea Katsouyanni, et Manolis Velonakis. 2013. "Heart disease and stroke in relation to aircraft noise and road traffic noise—the HYENA study." 2013.
- Floud, Sarah, Marta Blangiardo, Charlotte Clark, Kees de Hoogh, Wolfgang Babisch, Danny Houthuijs, Wim Swart, Göran Pershagen, Klea Katsouyanni, et Manolis Velonakis. 2013. "Exposure to aircraft and road traffic noise and associations with heart disease and stroke in six European countries: a cross-sectional study." *Environmental Health* 12 (1):89.
- Floud, Sarah, Federica Vigna-Taglianti, Anna Hansell, Marta Blangiardo, Danny Houthuijs, Oscar Breugelmans, Ennio Cadum, Wolfgang Babisch, Jenny Selander, et Göran Pershagen. 2011. "Medication use in relation to noise from aircraft and road traffic in six European countries: results of the HYENA study." *Occupational and Environmental Medicine* 68 (7):518-524.
- Foraster, Maria, Ikenna C. Eze, Danielle Vienneau, Mark Brink, Christian Cajochen, Seraina Caviezel, Harris Héritier, Emmanuel Schaffner, Christian Schindler, et Miriam Wanner. 2016. "Long-term transportation noise annoyance is associated with subsequent lower levels of physical activity." *Environment international* 91:341-349.

- Foraster, Maria, Ikenna C. Eze, Danielle Vienneau, Emmanuel Schaffner, Ayoung Jeong, Harris Héritier, Franziska Rudzik, Laurie Thiesse, Reto Pieren, et Mark Brink. 2018. "Long-term exposure to transportation noise and its association with adiposity markers and development of obesity." *Environment international* 121:879-889.
- Frerichs, Ralph R., Barbara L. Beeman, et Anne H. Coulson. 1980. "Los Angeles airport noise and mortality—faulty analysis and public policy." *American Journal of Public Health* 70 (4):357-362.
- Fujiwara, Daniel, Ricky N. Lawton, et George MacKerron. 2017. "Experience sampling in and around airports. Momentary subjective wellbeing, airports, and aviation noise in England." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 56:43-54.
- Gan, Wen Qi, Hugh W. Davies, Mieke Koehoorn, et Michael Brauer. 2012. "Association of long-term exposure to community noise and traffic-related air pollution with coronary heart disease mortality." *American journal of epidemiology* 175 (9):898-906.
- Gehring, Ulrike, Lillian Tamburic, Hind Sbihi, Hugh W. Davies, et Michael Brauer. 2014. "Impact of noise and air pollution on pregnancy outcomes." *Epidemiology*:351-358.
- Gelderblom, Femke B., Truls T. Gjestland, Idar L. N. Granoien, et Gunnar Taraldsen. 2014. "The impact of civil versus military aircraft noise on noise annoyance." 2014.
- Gille, Laure-Anne, et Catherine Marquis-Favre. 2019. "Estimation of field psychoacoustic indices and predictive annoyance models for road traffic noise combined with aircraft noise." *The Journal of the Acoustical Society of America* 145 (4):2294-2304.
- Gille, Laure-Anne, Catherine Marquis-Favre, et Kin-Che Lam. 2017. "Partial and total annoyance due to road traffic noise combined with aircraft or railway noise: Structural equation analysis." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (12):1478.
- Gille, Laure-Anne, Catherine Marquis-Favre, et Julien Morel. 2016. "Testing of the European Union exposure-response relationships and annoyance equivalents model for annoyance due to transportation noises: The need of revised exposure-response relationships and annoyance equivalents model." *Environment international* 94:83-94.
- Gjestland, Truls. 2018. "A systematic review of the basis for WHO's new recommendation for limiting aircraft noise annoyance." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (12):2717.
- Gjestland, Truls. 2019. "Reply to Guski, Schreckenber, Schuemer, Brink and Stansfeld: Comment on Gjestland, T. A Systematic Review of the Basis for WHO's New Recommendation for Limiting Aircraft Noise Annoyance. *Int. J. Env. Res. Pub. Health* 2018, 15, 2717." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (7):1105.
- Gjestland, Truls, Thu Lan Nguyen, et Takashi Yano. 2015. "Community response to noise in Vietnam: Exposure-response relationships based on the community tolerance level." *The Journal of the Acoustical Society of America* 137 (5):2596-2601.
- Goto, K., et T. Kaneko. 2002. "Distribution of blood pressure data from people living near an airport." *Journal of Sound and Vibration* 250 (1):145-149.
- Green, Kendall B., Bernard S. Pasternack, et Roy E. Shore. 1982. "Effects of aircraft noise on reading ability of school-age children." *Archives of Environmental Health: An International Journal* 37 (1):141-145.
- Griefahn, Barbara, Karl Bolin, Ian Flindell, Jacques Lambert, Cathérine Lavandier, Ferenc Marki, et Uwe Müller. 2013. "Moderators that influence annoyance of residents near 6 European airports." 2013.
- Guski, Rainer, Dirk Schreckenber, et Rudolf Schuemer. 2017. "WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (12):1539.

- Guski, Rainer, Dirk Schreckenberger, Rudolf Schuemer, Mark Brink, et Stephen A. Stansfeld. 2019. "Comment on Gjestland, T. A Systematic Review of the Basis for WHO's New Recommendation for Limiting Aircraft Noise Annoyance. *Int. J. Env. Res. Pub. Health* 2018, 15, 2717." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (7):1088.
- Hahad, Omar, Manfred Beutel, Tommaso Gori, Andreas Schulz, Maria Blettner, Norbert Pfeiffer, Thomas Rostock, Karl Lackner, Mette Sørensen, et Jürgen H. Prochaska. 2018. "Annoyance to different noise sources is associated with atrial fibrillation in the Gutenberg Health Study." *International Journal of Cardiology* 264:79-84.
- Haines, Mary M., Stephen A. Stansfeld, Sarah Brentnall, Jenny Head, Bernard Berry, Mark Jiggins, et Staffan Hygge. 2001. "The West London Schools Study: the effects of chronic aircraft noise exposure on child health." *Psychological medicine* 31 (8):1385.
- Haines, Mary M., Stephen A. Stansfeld, R. F. Soames Job, Birgitta Berglund, et Jenny Head. 2001a. "Chronic aircraft noise exposure, stress responses, mental health and cognitive performance in school children." *Psychological medicine* 31 (2):265.
- Haines, Mary M., Stephen A. Stansfeld, R. F. Soames Job, Birgitta Berglund, et Jenny Head. 2001b. "A follow-up study of effects of chronic aircraft noise exposure on child stress responses and cognition." *International journal of epidemiology* 30 (4):839-845.
- Halonen, Jaana I. 2019. "Transportation noise and cardiovascular health: role of multiple noise sources." *Occupational and Environmental Medicine* 76 (4):199-200.
- Hansell, Anna L., Marta Blangiardo, Lea Fortunato, Sarah Floud, Kees de Hoogh, Daniela Fecht, Rebecca E. Ghosh, Helga E. Laszlo, Clare Pearson, et Linda Beale. 2013. "Aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London: small area study." *Bmj* 347:f5432.
- Hansell, Anna L., Marta Blangiardo, Lea Fortunato, Sarah Floud, Kees de Hoogh, Daniela Fecht, Rebecca E. Ghosh, Helga E. Laszlo, Clare Pearson, et Linda Beale. 2014. "Daytime and night-time aircraft noise and cardiovascular disease near Heathrow airport in London." 2014.
- Hansen, Johnni. 2017. "Environmental noise and breast cancer risk?" *Scandinavian journal of work, environment & health* 43 (6):505-508.
- Hartikainen-Sorri, Anna-Liisa, Martti Sorri, Hannu P. Anttonen, Risto Tuimala, et Esa Läärä. 1988. "Occupational noise exposure during pregnancy: a case control study." *International archives of occupational and environmental health* 60 (4):279-283.
- Hartikainen, Anna-Liisa, Martti Sorri, Hannu Anttonen, Risto Tuimala, et Esa Läärä. 1994. "Effect of occupational noise on the course and outcome of pregnancy." *Scandinavian journal of work, environment & health*:444-450.
- Hegewald, Janice, Melanie Schubert, Mandy Wagner, Patrik Dröge, Ursel Prote, Enno Swart, Ulrich Möhler, Dipl Ing, Hajo Zeeb, et Andreas Seidler. 2017. "Breast cancer and exposure to aircraft, road, and railway noise: a case-control study based on health insurance records." *Scandinavian journal of work, environment & health*:509-518.
- Heidemann, C., H. Niemann, R. Paprott, Y. Du, W. Rathmann, et C. Scheidt-Nave. 2014. "Residential traffic and incidence of type 2 diabetes: the German Health Interview and Examination Surveys." *Diabetic medicine* 31 (10):1269-1276.
- Héritier, Harris, Danielle Vienneau, Maria Foraster, Ikenna C. Eze, Emmanuel Schaffner, Kees de Hoogh, Laurie Thiesse, Franziska Rudzik, Manuel Habermacher, et Micha Köpfli. 2019. "A systematic analysis of mutual effects of transportation noise and air pollution exposure on myocardial infarction mortality: a nationwide cohort study in Switzerland." *European Heart Journal* 40 (7):598-603.
- Héritier, Harris, Danielle Vienneau, Maria Foraster, Ikenna C. Eze, Emmanuel Schaffner, Laurie Thiesse, Franziska Rudzik, Manuel Habermacher, Micha Köpfli, et Reto Pieren. 2018. "Diurnal variability of transportation noise exposure and cardiovascular mortality: A

- nationwide cohort study from Switzerland." *International journal of hygiene and environmental health* 221 (3):556-563.
- Héritier, Harris, Danielle Vienneau, Maria Foraster, Ikenna Collins Eze, Emmanuel Schaffner, Laurie Thiesse, Franziska Rudzik, Manuel Habermacher, Micha Köpfli, et Reto Pieren. 2017. "Transportation noise exposure and cardiovascular mortality: a nationwide cohort study from Switzerland." *European journal of epidemiology* 32 (4):307-315.
- Hiramatsu, K., T. Matsui, T. Miyakita, A. Ito, T. Tokuyama, Y. Osada, et T. Yamamoto. 2002. "Population-based questionnaire survey on health effects of aircraft noise on residents living around US airfields in the Ryukyus—Part II: An analysis of the discriminant score and the factor score." *Journal of Sound and Vibration* 250 (1):139-144.
- Hollander, Cara, et Victor Manuel de Andrade. 2014. "The Effects of Aircraft Noise on the Auditory Language Processing Abilities of English First Language Primary School Learners in Durban, South Africa." *Urban Education* 49 (7):783-805.
- Holt, James B., Xingyou Zhang, Natalia Sizov, et Janet B. Croft. 2015. "Peer Reviewed: Airport Noise and Self-Reported Sleep Insufficiency, United States, 2008 and 2009." *Preventing chronic disease* 12.
- Houthuijs, D. J. M., et Cmag van Wiechen. 2006. "Monitoring of health and perceptions around Schiphol Airport." *National Institute for Public Health and the Environment: Bilthoven, The Netherlands*.
- Hruba, D., L. Kukla, et M. Tyrlik. 1999. "Occupational risks for human reproduction: ELSPAC Study. European Longitudinal Study of Pregnancy and Childhood." *Central European journal of public health* 7 (4):210-215.
- Huang, Di, XuPing Song, Qi Cui, Jinhui Tian, Quan Wang, et Kehu Yang. 2015. "Is there an association between aircraft noise exposure and the incidence of hypertension? A meta-analysis of 16784 participants." *Noise & Health* 17 (75):93.
- Huss, Anke, Adrian Spoerri, Matthias Egger, et Martin Röösli. 2010. "Aircraft noise, air pollution, and mortality from myocardial infarction." *Epidemiology*:829-836.
- Hwang, Bing-Fang, Ta-Yuan Chang, Kang-Yin Cheng, et Chiu-Shong Liu. 2012. "Gene-environment interaction between angiotensinogen and chronic exposure to occupational noise contribute to hypertension." *Occupational and Environmental Medicine* 69 (4):236-242.
- Hygge, Staffan, Gary W. Evans, et Monika Bullinger. 2002. "A prospective study of some effects of aircraft noise on cognitive performance in schoolchildren." *Psychological science* 13 (5):469-474.
- INSEE. 2002. "Mesurer la qualité de vie dans les grandes agglomérations." : INSEE.
- Jang, Tae-Won, Beom-Gyu Kim, Young-Jun Kwon, et Hyoung-June Im. 2011. "The association between impaired fasting glucose and noise-induced hearing loss." *Journal of occupational health*:1106070189-1106070189.
- Janssen, Sabine A., Marjolein R. Centen, Henk Vos, et Irene van Kamp. 2014. "The effect of the number of aircraft noise events on sleep quality." *Applied Acoustics* 84:9-16.
- Jarup, Lars, Wolfgang Babisch, Danny Houthuijs, Göran Pershagen, Klea Katsouyanni, Ennio Cadum, Marie-Louise Dudley, Pauline Savigny, Ingeburg Seiffert, et Wim Swart. 2008. "Hypertension and exposure to noise near airports: the HYENA study." *Environmental health perspectives* 116 (3):329-333.
- Jarup, Lars, Marie-Louise Dudley, Wolfgang Babisch, Danny Houthuijs, Wim Swart, Göran Pershagen, Gösta Bluhm, Klea Katsouyanni, Manolis Velonakis, et Ennio Cadum. 2005. "Hypertension and exposure to noise near airports (HYENA): study design and noise exposure assessment." *Environmental health perspectives* 113 (11):1473-1478.
- Kim, Hyunjoo, Sangchul Roh, Ho Jang Kwon, Ki Chung Paik, Moo Yong Rhee, Jae Yun Jeong, Myung Ho Lim, Mi Jin Koo, Chang Hoon Kim, et Hae Young Kim. 2008. "Study on the Health

- Status of the Residents near Military Airbases in Pyeongtaek City." *Journal of Preventive Medicine and Public Health* 41 (5):307-314.
- Kim, Soo Jeong, Sang Kug Chai, Keou Won Lee, Jae-Beom Park, Kyoung-Bok Min, Hyun Gwon Kil, Chan Lee, et Kyung Jong Lee. 2014. "Exposure–response relationship between aircraft noise and sleep quality: A community-based cross-sectional study." *Osong public health and research perspectives* 5 (2):108-114.
- Klatte, M., K. Bergström, J. Spilski, J. Mayerl, et M. Meis. 2014. "Wirkungen chronischer Fluglärmbelastung auf kognitive Leistungen und Lebensqualität bei Grundschulkindern." *Endbericht zur NORAH-Kinderstudie*.
- Klatte, Maria, Jan Spilski, Jochen Mayerl, Ulrich Möhler, Thomas Lachmann, et Kirstin Bergström. 2017. "Effects of aircraft noise on reading and quality of life in primary school children in Germany: Results from the NORAH study." *Environment and Behavior* 49 (4):390-424.
- Knipschild, Paul. 1977. "V. Medical effects of aircraft noise: community cardiovascular survey." *International archives of occupational and environmental health* 40 (3):185-190.
- Knipschild, Paul, Hans Meijer, et Herman Sallé. 1981. "Aircraft noise and birth weight." *International archives of occupational and environmental health* 48 (2):131-136.
- Kolstad, Henrik A., Zara A. Stokholm, Aase M. Hansen, Kent L. Christensen, et Jens Peter Bonde. 2013. "Whether noise exposure causes stroke or hypertension is still not known." *Bmj* 347:f7444.
- Kröller-Schön, Swenja, Andreas Daiber, Sebastian Steven, Matthias Oelze, Katie Frenis, Sanela Kalinovic, Axel Heimann, Frank P. Schmidt, Antonio Pinto, et Miroslava Kvandova. 2018. "Crucial role for Nox2 and sleep deprivation in aircraft noise-induced vascular and cerebral oxidative stress, inflammation, and gene regulation." *European Heart Journal* 39 (38):3528-3539.
- Kurppa, Kari, Kaarina Rantala, Tuula Nurminen, Peter C. Holmberg, et Jukka Starck. 1989. "Noise exposure during pregnancy and selected structural malformations in infants." *Scandinavian journal of work, environment & health*:111-116.
- Kvandova, Miroslava, Konstantina Filippou, Sebastian Steven, Matthias Oelze, Sanela Kalinovic, Paul Stamm, Katie Frenis, Ksenija Vujacic-Mirski, Kunihiro Sakumi, et Yusaku Nakabeppu. 2020. "Environmental aircraft noise aggravates oxidative DNA damage, granulocyte oxidative burst and nitrate resistance in Ogg1–/–mice." *Free Radical Research*:1-13.
- Kwak, Kyeong Min, Young-Su Ju, Young-Jun Kwon, Yun Kyung Chung, Bong Kyu Kim, Hyunjoo Kim, et Kanwoo Youn. 2016. "The effect of aircraft noise on sleep disturbance among the residents near a civilian airport: a cross-sectional study." *Annals of occupational and environmental medicine* 28 (1):38.
- Laszlo, H. E., E. S. McRobie, S. A. Stansfeld, et A. L. Hansell. 2012. "Annoyance and other reaction measures to changes in noise exposure—A review." *Science of the Total Environment* 435:551-562.
- Lawton, Ricky N., et Daniel Fujiwara. 2016. "Living with aircraft noise: Airport proximity, aviation noise and subjective wellbeing in England." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 42:104-118.
- Lechner, Christoph, David Schnaiter, et Stephan Bose-O'Reilly. 2019. "Combined Effects of Aircraft, Rail, and Road Traffic Noise on Total Noise Annoyance—A Cross-Sectional Study in Innsbruck." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (18):3504.
- Lefèvre, Marie, Marie-Christine Carlier, Patricia Champelovier, Jacques Lambert, Bernard Laumon, et Anne-Sophie Evrard. 2017. "Effects of aircraft noise exposure on saliva cortisol near airports in France." *Occupational and Environmental Medicine* 74 (8):612-618.
- Lekaviciute, Jurgita, et Lubica Argalasova-Sobotova. 2013. "Environmental noise and annoyance in adults: research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and newly independent states." *Noise and health* 15 (62):42.

- Luke, Barbara, Nicole Mamelie, Louis Keth, Francoise Munoz, John Minogue, Emile Papiernik, et Timothy R. B. Johnson. 1995. "The association between occupational factors and preterm birth: a United States nurses' study." *American journal of obstetrics and gynecology* 173 (3):849-862.
- Magann, Everett F., Sharon F. Evans, Suneet P. Chauhan, Thomas E. Nolan, Jenni Henderson, Jack H. Klausen, John P. Newnham, et John C. Morrison. 2005. "The effects of standing, lifting and noise exposure on preterm birth, growth restriction, and perinatal death in healthy low-risk working military women." *The Journal of Maternal-Fetal & Neonatal Medicine* 18 (3):155-162.
- Matheson, Mark, Charlotte Clark, Rocio Martin, Elise Van Kempen, Mary Haines, Isabel Lopez Barrio, Staffan Hygge, et Stephen Stansfeld. 2010. "The effects of road traffic and aircraft noise exposure on children's episodic memory: The RANCH Project." *Noise and health* 12 (49):244.
- Matsui, T., S. Stansfeld, M. Haines, et J. Head. 2004. "Children's cognition and aircraft noise exposure at home—the West London Schools Study." *Noise and health* 7 (25):49.
- Matsui, Toshihito. 2013. "Psychosomatic disorder due to aircraft noise and its causal pathway." 2013.
- Matsui, Toshihito, Tomoyuki Matsuno, Kaoru Ashimine, Takashi Miyakita, Kozo Hiramatsu, et Takeo Yamamoto. 2003. "Association between the rates of low birth-weight and/or preterm infants and aircraft noise exposure." *Nippon Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene)* 58 (3):385-394.
- Matsui, Toshihito, Takashi Uehara, Takashi Miyakita, Kozo Hiramatsu, K. Osada, et Takeo Yamamoto. 2001. "Association between blood pressure and aircraft noise exposure around Kadena airfield in Okinawa." 2001.
- McDonald, A. D., J. C. McDonald, B. Armstrong, N. M. Cherry, A. D. Nolin, et D. Robert. 1988. "Prematurity and work in pregnancy." *Occupational and Environmental Medicine* 45 (1):56-62.
- McDonald, Alison D., Benedict Armstrong, Nicola M. Cherry, Claude Delorme, Anna Diodati-Nolin, J. Corbett McDonald, et Diane Robert. 1986. "Spontaneous abortion and occupation." *Journal of occupational medicine.: official publication of the Industrial Medical Association* 28 (12):1232-1238.
- McGuire, Sarah, Uwe Müller, Eva-Maria Elmenhorst, et Mathias Basner. 2016. "Inter-individual differences in the effects of aircraft noise on sleep fragmentation." *Sleep* 39 (5):1107-1110.
- Miyakita, T., T. Matsui, A. Ito, T. Tokuyama, K. Hiramatsu, Y. Osada, et T. Yamamoto. 2002. "Population-based questionnaire survey on health effects of aircraft noise on residents living around us airfields in the ryukyus—part i: An analysis of 12 scale scores." *Journal of Sound and Vibration* 250 (1):129-137.
- Moore, Nicholas. 2013. "Study missed opportunity to confirm link in causality between noise and coronary heart disease." *Bmj* 347:f6788.
- Mozaffarian, Dariush. 2016. "Dietary and policy priorities for cardiovascular disease, diabetes, and obesity: a comprehensive review." *Circulation* 133 (2):187-225.
- Münzel, Thomas, Andreas Daiber, Sebastian Steven, Lan P. Tran, Elisabeth Ullmann, Sabine Kossmann, Frank P. Schmidt, Matthias Oelze, Ning Xia, et Huige Li. 2017. "Effects of noise on vascular function, oxidative stress, and inflammation: mechanistic insight from studies in mice." *European Heart Journal* 38 (37):2838-2849.
- Muzet, Alain. 2007. "Environmental noise, sleep and health." *Sleep medicine reviews* 11 (2):135-142.
- Nassur, Ali-Mohamed, Marie Lefevre, Bernard Laumon, Damien Léger, et Anne-Sophie Evrard. 2019. "Aircraft noise exposure and subjective sleep quality: the results of the DEBATS study in France." *Behavioral sleep medicine* 17 (4):502-513.

- Nassur, Ali-Mohamed, Damien Leger, Marie Lefevre, Maxime Elbaz, Fanny Miettlicki, Philippe Nguyen, Carlos Ribeiro, Matthieu Sineau, Bernard Laumon, et Anne-Sophie Evrard. 2019. "The impact of aircraft noise exposure on objective parameters of sleep quality: Results of the DEBATS study in France." *Sleep medicine* 54:70-77.
- Nassur, Ali-Mohamed, Damien Léger, Marie Lefèvre, Maxime Elbaz, Fanny Miettlicki, Philippe Nguyen, Carlos Ribeiro, Matthieu Sineau, Bernard Laumon, et Anne-Sophie Evrard. 2019. "Effects of aircraft noise exposure on heart rate during sleep in the population living near airports." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (2):269.
- Nguyen, Lan T., Takashi Yano, Quang H. Nguyen, Tsuyoshi Nishimura, Tetsumi Sato, et Takashi Morihara. 2012. "Community response to aircraft noise around three airports in Vietnam." 2012.
- Nguyen, T. L., T. Yano, H. Q. Hguyen, T. L. Hoang, T. Nishimura, T. Morihara, Y. Hashimoto, et T. Sato. 2010. "Community response to aircraft and combined noises in Hanoi." 2010.
- Nguyen, Thao Linh, Thu Lan Nguyen, Makoto Morinaga, Shigenori Yokoshima, Takashi Yano, Tetsumi Sato, et Ichiro Yamada. 2018. "Community response to a step change in the aircraft noise exposure around Hanoi Noi Bai International Airport." *The Journal of the Acoustical Society of America* 143 (5):2901-2912.
- Nguyen, Thu Lan, Thao Linh Nguyen, Takashi Yano, Makoto Morinaga, Ichiro Yamada, Tetsumi Sato, et Tsuyoshi Nishimura. 2015. "Social surveys around Noi Bai Airport before and after the opening of the new terminal building." 2015.
- Nguyen, Thu Lan, Bach Lien Trieu, Yasuhiro Hiraguri, Makoto Morinaga, Takashi Morihara, et Takashi Yano. 2020. "Effects of Changes in Acoustic and Non-Acoustic Factors on Public Health and Reactions: Follow-Up Surveys in the Vicinity of the Hanoi Noi Bai International Airport." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 17 (7):2597.
- Nguyen, Thu Lan, T. Yano, T. Nishimura, et T. Sato. 2009. "Social survey on community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City." 2009.
- Nguyen, Thu Lan, Takashi Yano, Yasuhiro Hiraguri, Makoto Morinaga, Takashi Morihara, Thao Linh Nguyen, Bach Lien Trieu, et Thanh Loc Bui. 2018. "Long-Term Follow-Up Study of Community Response to Step-Change in Aircraft Noise Exposure around Noi Bai International Airport." 2018.
- Nguyen, Thu Lan, Takashi Yano, Huy Quang Nguyen, Khanh Tuyen Thi Nguyen, Hiroaki Fukushima, Keiji Kawai, Tsuyoshi Nishimura, et Tetsumi Sato. 2012. "Aircraft and road traffic noise annoyance in Da Nang City, Vietnam." 2012.
- Nguyen, Thu Lan, Takashi Yano, Huy Quang Nguyen, Tsuyoshi Nishimura, Hiroaki Fukushima, Tetsumi Sato, Takashi Morihara, et Yoritaka Hashimoto. 2011. "Community response to aircraft noise in Ho Chi Minh City and Hanoi." *Applied Acoustics* 72 (11):814-822.
- Nurminen, Tuula, et Kari Kurppa. 1989. "Occupational noise exposure and course of pregnancy." *Scandinavian journal of work, environment & health*:117-124.
- Ohlwein, S., F. Hennig, S. Lucht, S. Moebus, K. H. Jöckel, et B. Hoffmann. 2017. "Road traffic noise and incident diabetes mellitus after 5 years of follow-up—Results from the Heinz Nixdorf Recall Study." *Das Gesundheitswesen* 79 (08/09):V-153.
- OMS. 1986. "WHO - The Ottawa Charter for Health Promotion " WHO - The Ottawa Charter for Health Promotion Ottawa
- OMS. 2009. "Night noise guidelines for Europe." Copenhagen Ø, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe.
- OMS. 2012. "Burden of disease from environmental noise - Quantification of healthy life years lost in Europe." Copenhagen Ø, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe.
- OMS. 2018. "Environmental noise guidelines for the European region." Copenhagen Ø, Denmark: World Health Organization Regional Office for Europe.

- Otčenášek, Jan. 2019. "Environmental aircraft take-off noise—Sound quality factors associated with unpleasantness." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 67:366-374.
- Park, Jangho, Seockhoon Chung, Jiho Lee, Joo Hyun Sung, Seung Woo Cho, et Chang Sun Sim. 2017. "Noise sensitivity, rather than noise level, predicts the non-auditory effects of noise in community samples: a population-based survey." *BMC public health* 17 (1):315.
- Passchier-Vermeer, W., H. Vos, J. H. M. Steenbekkers, F. D. Van der Ploeg, et K. Groothuis-Oudshoorn. 2002. "Sleep disturbance and aircraft noise exposure: Exposure-effect relationships." *Report TNO*.
- Patrick, David M., et David G. Harrison. 2018. "Nocturnal noise knocks NOS by Nox: mechanisms underlying cardiovascular dysfunction in response to noise pollution." *European Heart Journal* 39 (38):3540.
- Pearson, Tim, Michael J. Campbell, et Ravi Maheswaran. 2016. "Acute effects of aircraft noise on cardiovascular admissions—an interrupted time-series analysis of a six-day closure of London Heathrow Airport caused by volcanic ash." *Spatial and spatio-temporal epidemiology* 18:38-43.
- Perron, Stéphane, Céline Plante, Martina S. Ragetti, David J. Kaiser, Sophie Goudreau, et Audrey Smargiassi. 2016. "Sleep disturbance from road traffic, railways, airplanes and from total environmental noise levels in Montreal." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (8):809.
- Persson, A. A., A. Pyko, T. Lind, T. Bellander, C. G. Östenson, G. Pershagen, C. Eriksson, et M. Löhmus. 2018. "Urban residential greenness and adiposity: A cohort study in Stockholm County." *Environment international* 121:832-841.
- Pujol, Sophie, Jean-Pierre Levain, Hélène Houot, Rémy Petit, Marc Berthillier, Jérôme Defrance, Joseph Lardies, Cyril Masselot, et Frédéric Mauny. 2014. "Association between ambient noise exposure and school performance of children living in an urban area: a cross-sectional population-based study." *Journal of Urban Health* 91 (2):256-271.
- Pyko, Andrei, Niklas Andersson, Charlotta Eriksson, Ulf de Faire, Tomas Lind, Natalya Mitkovskaya, Mikael Ögren, Claes-Göran Östenson, Nancy L. Pedersen, et Debora Rizzuto. 2019. "Long-term transportation noise exposure and incidence of ischaemic heart disease and stroke: a cohort study." *Occupational and Environmental Medicine* 76 (4):201-207.
- Pyko, Andrei, Charlotta Eriksson, Tomas Lind, Natalya Mitkovskaya, Alva Wallas, Mikael Ögren, Claes-Göran Östenson, et Göran Pershagen. 2017. "Long-term exposure to transportation noise in relation to development of obesity—a cohort study." *Environmental health perspectives* 125 (11):117005.
- Pyko, Andrei, Tomas Lind, Natalya Mitkovskaya, Mikael Ögren, Claes-Göran Östenson, Alva Wallas, Göran Pershagen, et Charlotta Eriksson. 2018. "Transportation noise and incidence of hypertension." *International journal of hygiene and environmental health* 221 (8):1133-1141.
- Quehl, Julia, Uwe Müller, et Franco Mendolia. 2017. "Short-term annoyance from nocturnal aircraft noise exposure: Results of the NORAH and STRAIN sleep studies." *International archives of occupational and environmental health* 90 (8):765-778.
- Rhee, Moo-Yong, Hae-Young Kim, Sang-Chul Roh, Hyun-Joo Kim, et Ho-Jang Kwon. 2008. "The effects of chronic exposure to aircraft noise on the prevalence of hypertension." *Hypertension Research* 31 (4):641-647.
- Ristovska, Gordana, Helga Elvira Laszlo, et Anna L. Hansell. 2014. "Reproductive outcomes associated with noise exposure—a systematic review of the literature." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11 (8):7931-7952.
- Rocha, Sarah, Michael G. Smith, Maryam Witte, et Mathias Basner. 2019. "Survey Results of a Pilot Sleep Study Near Atlanta International Airport." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (22):4321.

- Rojek, Marta, Marek W. Rajzer, Wiktoria Wojciechowska, Tomasz Drozd, Pawel Skalski, Tomasz Pizon, Andrzej Januszewicz, et Danuta Czarnecka. 2019. "Relationship among long-term aircraft noise exposure, blood pressure profile, and arterial stiffness." *Journal of hypertension* 37 (7):1350-1358.
- Rosenlund, M., Niklas Berglind, Göran Pershagen, Lars Järup, et Gösta Bluhm. 2001. "Increased prevalence of hypertension in a population exposed to aircraft noise." *Occupational and Environmental Medicine* 58 (12):769-773.
- Sakhvidi, Mohammad Javad Zare, Fariba Zare Sakhvidi, Amir Houshang Mehrparvar, Maria Foraster, et Payam Dadvand. 2018. "Association between noise exposure and diabetes: A systematic review and meta-analysis." *Environmental research* 166:647-657.
- Samelli, Alessandra G., Itamar S. Santos, Renata R. Moreira, Camila M. Rabelo, Laurie P. Rolim, Isabela J. Bensenõr, et Paulo A. Lotufo. 2017. "Diabetes mellitus and sensorineural hearing loss: is there an association? Baseline of the Brazilian Longitudinal Study of Adult Health (ELSA-Brasil)." *Clinics* 72 (1):5-10.
- Sato, T., et T. Yano. 2011. "Effects of airplane and helicopter noise on people living around a small airport in Sapporo, Japan." 2011.
- Saurel-Cubizolles, Marie J., Jennifer Zeitlin, Nathalie Lelong, Emile Papiernik, Gian Carlo Di Renzo, et Gérard Bréart. 2004. "Employment, working conditions, and preterm birth: results from the Europop case-control survey." *Journal of Epidemiology & Community Health* 58 (5):395-401.
- Schell, Lawrence M. 1981. "Environmental noise and human prenatal growth." *American Journal of Physical Anthropology* 56 (1):63-70.
- Schmidt, Frank, Kristoffer Kolle, Katharina Kreuder, Boris Schnorbus, Philip Wild, Marlene Hechtner, Harald Binder, Tommaso Gori, et Thomas Münzel. 2015. "Nighttime aircraft noise impairs endothelial function and increases blood pressure in patients with or at high risk for coronary artery disease." *Clinical Research in Cardiology* 104 (1):23-30.
- Schmidt, Frank P., Mathias Basner, Gunnar Kröger, Stefanie Weck, Boris Schnorbus, Axel Muttray, Murat Sariyar, Harald Binder, Tommaso Gori, et Ascan Warnholtz. 2013. "Effect of nighttime aircraft noise exposure on endothelial function and stress hormone release in healthy adults." *European Heart Journal* 34 (45):3508-3514.
- Schreckenber, D., U. Heudorf, T. Eikmann, et M. Meis. 2009. "Aircraft noise and health of residents living in the vicinity of Frankfurt airport." *Euronoise 2009*.
- Schreckenber, Dirk, Frank Faulbaum, Rainer Guski, Ulrich Möhler, et Jan Spilski. 2016. "Effects of aircraft noise on annoyance and sleep disturbances before and after expansion of Frankfurt Airport-Results of the NORAH study, WP 1'Annoyance and quality of life'." 2016.
- Schreckenber, Dirk, et Markus Meis. 2007. "Lärmbelästigung und Lebensqualität in der Bevölkerung am Frankfurter Flughafen." *Laermbekaempfung* 2:225-233.
- Seabi, Joseph. 2013. "An epidemiological prospective study of children's health and annoyance reactions to aircraft noise exposure in South Africa." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10 (7):2760-2777.
- Seabi, Joseph, Kate Cockcroft, Paul Goldschagg, et Michael Greyling. 2015. "A prospective follow-up study of the effects of chronic aircraft noise exposure on learners' reading comprehension in South Africa." *Journal of exposure science & environmental epidemiology* 25 (1):84-88.
- Seabi, Joseph, Kate Cockcroft, Paul Goldschagg, et Mike Greyling. 2012. "The impact of aircraft noise exposure on South African children's reading comprehension: the moderating effect of home language." *Noise and health* 14 (60):244.
- Seidler, Andreas, Janice Hegewald, Anna Lene Seidler, Melanie Schubert, Mandy Wagner, Patrik Dröge, Eva Haufe, Jochen Schmitt, Enno Swart, et Hajo Zeeb. 2017. "Association between aircraft, road and railway traffic noise and depression in a large case-control study based on secondary data." *Environmental research* 152:263-271.

- Seidler, Andreas, Mandy Wagner, Melanie Schubert, Patrik Dröge, Karin Römer, Jörn Pons-Kühnemann, Enno Swart, Hajo Zeeb, et Janice Hegewald. 2016. "Aircraft, road and railway traffic noise as risk factors for heart failure and hypertensive heart disease—A case-control study based on secondary data." *International journal of hygiene and environmental health* 219 (8):749-758.
- Seidler, Anna Lene, Janice Hegewald, Melanie Schubert, Verena Maria Weihofen, Mandy Wagner, Patrik Dröge, Enno Swart, Hajo Zeeb, et Andreas Seidler. 2018. "The Effect of Aircraft, Road, and Railway Traffic Noise on Stroke—Results of a Case–Control Study Based on Secondary Data." *Noise & Health* 20 (95):152.
- Selander, Jenny, Mats E. Nilsson, Gösta Bluhm, Mats Rosenlund, Magnus Lindqvist, Gun Nise, et Göran Pershagen. 2009. "Long-term exposure to road traffic noise and myocardial infarction." *Epidemiology*:272-279.
- Sharp, Ben H., Donald McLaughlin, Charlotte Clark, et Joy Hervey. 2014. "Assessing Aircraft Noise Conditions Affecting Student Learning, Volume 1." ; .
- Slovic, P. E. 2000. *The perception of risk*. Earthscan Publications.
- Soeta, Yoshiharu, et Hiroko Kagawa. 2020. "Three dimensional psychological evaluation of aircraft noise and prediction by physical parameters." *Building and Environment* 167:106445.
- Song, Chaojie. 2013. "Occupational noise exposure and the risk of diabetes, rheumatoid arthritis, and cardiovascular disease." PhD Thesis, University of British Columbia, Google Scholar.
- Sørensen, Mette. 2017. "Aircraft noise exposure and hypertension." *Occupational and Environmental Medicine* 74 (2):85-86.
- Sørensen, Mette, Zorana J. Andersen, Rikke B. Nordsborg, Thomas Becker, Anne Tjønneland, Kim Overvad, et Ole Raaschou-Nielsen. 2013. "Long-term exposure to road traffic noise and incident diabetes: a cohort study." *Environmental health perspectives* 121 (2):217-222.
- Sørensen, Mette, Zorana J. Andersen, Rikke B. Nordsborg, Steen S. Jensen, Kenneth G. Lillielund, Rob Beelen, Erik B. Schmidt, Anne Tjønneland, Kim Overvad, et Ole Raaschou-Nielsen. 2012. "Road traffic noise and incident myocardial infarction: a prospective cohort study." *PLOS one* 7 (6):e39283.
- Spankovich, Christopher, Colleen G. Le Prell, Edward Lobarinas, et Linda J. Hood. 2017. "Noise history and auditory function in young adults with and without type 1 diabetes mellitus." *Ear and Hearing* 38 (6):724-735.
- Stansfeld, Stephen A. 2015. "Noise effects on health in the context of air pollution exposure." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (10):12735-12760.
- Stansfeld, Stephen A., Birgitta Berglund, Charlotte Clark, Isabel Lopez-Barrio, Peter Fischer, Evy Öhrström, Mary M. Haines, Jenny Head, Staffan Hygge, et Irene Van Kamp. 2005. "Aircraft and road traffic noise and children's cognition and health: a cross-national study." *The Lancet* 365 (9475):1942-1949.
- Stansfeld, Stephen, Staffan Hygge, Charlotte Clark, et Tamuno Alfred. 2010. "Night time aircraft noise exposure and children's cognitive performance." *Noise and health* 12 (49):255.
- Steven, Sebastian, Katie Frenis, Sanela Kalinovic, Miroslava Kvandova, Matthias Oelze, Johanna Helmstädter, Omar Hahad, Konstantina Filippou, Kamil Kus, et Chiara Trevisan. 2020. "Exacerbation of adverse cardiovascular effects of aircraft noise in an animal model of arterial hypertension." *Redox Biology*:101515.
- Suadicani, Poul, Hans Ole Hein, et Finn Gyntelberg. 2012. "Occupational noise exposure, social class, and risk of ischemic heart disease and all-cause mortality—a 16-year follow-up in the Copenhagen Male Study." *Scandinavian journal of work, environment & health*:19-26.
- Sung, Joo Hyun, Jiho Lee, Sang Jin Park, et Chang Sun Sim. 2016. "Relationship of transportation noise and annoyance for two metropolitan cities in Korea: Population based study." *PLOS one* 11 (12):e0169035.

- Taghipour, Armin, Reto Pieren, et Beat Schäffer. 2019. "Short-term annoyance reactions to civil helicopter and propeller-driven aircraft noise: A laboratory experiment." *The Journal of the Acoustical Society of America* 145 (2):956-967.
- Tamer Bayazit, Nurgün, Bilge Şan Özbilen, et Zeynep Savcı Özgüven. 2016. "Subjective and objective assessment of environmental and acoustical quality in schools around Istanbul Ataturk International Airport." *AJ ZITU Journal of the Faculty of Architecture* 13 (2):101-119.
- Trimmel, Michael, Jürgen Atzlsdorfer, Nina Tupy, et Karin Trimmel. 2012. "Effects of low intensity noise from aircraft or from neighbourhood on cognitive learning and electrophysiological stress responses." *International journal of hygiene and environmental health* 215 (6):547-554.
- Van den Berg, Frits, Claudia Verhagen, et Daan Uitenbroek. 2014. "The relation between scores on noise annoyance and noise disturbed sleep in a public health survey." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 11 (2):2314-2327.
- van Kamp, Irene, Danny Houthuijs, Carta van Wiechen, et Oscar Breugelmans. 2006. "Environmental noise and cardiovascular diseases: Results from a monitoring programme on aircraft noise." 2006.
- Van Kempen, Elise, Paul Fischer, Nicole Janssen, Danny Houthuijs, Irene van Kamp, Stephen Stansfeld, et Flemming Cassee. 2012. "Neurobehavioral effects of exposure to traffic-related air pollution and transportation noise in primary schoolchildren." *Environmental research* 115:18-25.
- Van Kempen, Elise, Irene Van Kamp, Erik Lebet, Jan Lammers, Harry Emmen, et Stephen Stansfeld. 2010. "Neurobehavioral effects of transportation noise in primary schoolchildren: a cross-sectional study." *Environmental Health* 9 (1):25.
- Van Poll, R., C. Ameling, O. Breugelmans, D. Houthuijs, E. van Kempen, M. Marra, et W. Swart. 2014. "Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen (Desk research) I: Hoofdrapportage: samenvatting, conclusies en aanbevelingen Gezondheidsonderzoek Vliegbasis Geilenkirchen."
- Vienneau, Danielle, Harris Héritier, Maria Foraster, Ikenna C. Eze, Emmanuel Schaffner, Laurie Thiesse, Franziska Rudzik, Manuel Habermacher, Micha Köpfli, et Reto Pieren. 2019. "Façades, floors and maps—Influence of exposure measurement error on the association between transportation noise and myocardial infarction." *Environment international* 123:399-406.
- Vienneau, Danielle, Christian Schindler, Laura Perez, Nicole Probst-Hensch, et Martin Röösli. 2015. "The relationship between transportation noise exposure and ischemic heart disease: a meta-analysis." *Environmental research* 138:372-380.
- Völkel, Gabriela, Joseph Seabi, Kate Cockcroft, et Paul Goldschagg. 2016. "The impact of gender, socioeconomic status and home language on primary school children's reading comprehension in KwaZulu-Natal." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (3):322.
- Vos, Joos, et Mark M. J. Houben. 2013. "Enhanced awakening probability of repetitive impulse sounds." *The Journal of the Acoustical Society of America* 134 (3):2011-2025.
- Wang, Yan, Yin-mei Liu, et Y. A. Dai. 2011. "1: 2 matched case-control study on risk factors of unexplained recurrent spontaneous abortion." *Chin. J. Prev. Control Chronic Dis* 19:49-51.
- Weihofen, Verena Maria, Janice Hegewald, Ulrike Euler, Peter Schlattmann, Hajo Zeeb, et Andreas Seidler. 2019. "Aircraft Noise and the Risk of Stroke: A Systematic Review and Meta-analysis." *Deutsches Ärzteblatt International* 116 (14):237.
- Welch, David, Daniel Shepherd, et David McBride. 2016. "Health-related quality of life is impacted by proximity to an airport in noise sensitive people." 2016.

- White, Kim, Adelbert W. Bronkhorst, et Martijn Meeter. 2017. "Annoyance by transportation noise: The effects of source identity and tonal components." *The Journal of the Acoustical Society of America* 141 (5):3137-3144.
- Wothge, Jördis, Christin Belke, Ulrich Möhler, Rainer Guski, et Dirk Schreckenber. 2017. "The combined effects of aircraft and road traffic noise and aircraft and railway noise on noise annoyance—An analysis in the context of the joint research initiative NORAH." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (8):871.
- Wright, David M., Katherine Newell, Aideen Maguire, et Dermot O'Reilly. 2018. "Aircraft noise and self-assessed mental health around a regional urban airport: a population based record linkage study." *Environmental Health* 17 (1):74.
- Wu, Trong-Neng, Li-Jen Chen, Jim-Shoung Lai, Guey-Nu Ko, Chen-Yang Shen, et Po-Ya Chang. 1996. "Prospective study of noise exposure during pregnancy on birth weight." *American journal of epidemiology* 143 (8):792-796.
- Yano, Takashi, Thao Linh Nguyen, Thu Lan Nguyen, Masahito Takata, Ichiro Yamada, Makoto Morinaga, Tetsumi Sato, et Tsuyoshi Nishimura. 2015. "Community response to a step change in aircraft noise exposure: The first socio-acoustic survey around Noi Bai Airport in Hanoi." 2015.
- Yu, Nishuai, Jun Cai, Xuanyue Xu, Yining Yang, et Junfeng Sun. 2020. "Masking effects on subjective annoyance to aircraft flyover noise: An fMRI study." *Human Brain Mapping*.
- Zeeb, Hajo, Janice Hegewald, Melanie Schubert, Mandy Wagner, Patrik Dröge, Enno Swart, et Andreas Seidler. 2017. "Traffic noise and hypertension—results from a large case-control study." *Environmental research* 157:110-117.
- Zhan, C., Y. Lu, C. Li, Z. Wu, Y. Long, L. Zhou, et B. Zhou. 1991. "A study of textile noise influence on maternal function and embryo-growth." *Hua xi yi ke da xue xue bao= Journal of West China University of Medical Sciences= Huaxi yike daxue xuebao* 22 (4):394-398.
- Zhang, Jun, Wen-Wei Cai, et David J. Lee. 1992. "Occupational hazards and pregnancy outcomes." *American journal of industrial medicine* 21 (3):397-408.
- Zusman, A. F. 2007. "Findings of the FICAN pilot study on the relationship between aircraft noise reduction and changes in standardized test scores." *Federal Interagency Committee on Aviation Noise*.

ANNEXES

Annexe 1 : Lettre de la demande



MINISTÈRE DES SOLIDARITÉS
ET DE LA SANTÉ

Direction générale de la santé

MINISTÈRE DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE ET SOLIDAIRE

Direction générale de la prévention des risques

Paris, le

Le Directeur général de la santé

Le Directeur général de la prévention des risques

à

**Monsieur le Directeur général
de l'Agence nationale de sécurité sanitaire de
l'alimentation, de l'environnement et du
travail (Anses)**

14 rue Pierre et Marie Curie
94701 Maisons-Alfort cedex

Objet : Demande d'appui scientifique et technique (AST) concernant la réalisation d'une synthèse de l'état des connaissances scientifiques sur les effets sur la santé de l'exposition au bruit provenant du trafic aérien.

En 2013, l'Anses a publié, suite à une saisine de la DGS et de la DGPR, un avis et un rapport d'expertise relatifs à l'évaluation des impacts sanitaires extra-auditifs du bruit environnemental. Les principales sources de bruit considérées dans cette expertise étaient les transports terrestres et aériens, ainsi que les activités industrielles et de loisir. Compte tenu notamment de l'existence du faible nombre de relations dose-effet documentées pour les différentes situations d'exposition au bruit, l'agence a établi, dans le cadre de cette expertise, une méthode d'évaluation des risques sanitaires basée sur une grille-support.

Les enquêtes réalisées régulièrement auprès de la population montrent que les impacts du bruit sur la santé constituent toujours une préoccupation importante pour les Français. Parmi les bruits qui génèrent le plus d'inquiétudes quant à leurs effets sur la santé figure le bruit lié au trafic aérien pour les riverains des plateformes aéroportuaires. Lors des récentes réunions publiques concernant le projet de construction d'un quatrième terminal (T4) sur l'aéroport de Paris-Charles-de-Gaulle (Paris-CDG) et le projet d'aménagement et d'extension de l'aéroport Nantes-Atlantique, les riverains de ces plateformes aéroportuaires et les associations de protection de riverains ont fait part de leurs fortes attentes en matière d'informations sur les impacts pour leur santé liés au bruit du trafic aérien actuel et sur les éventuels impacts supplémentaires attendus avec ces projets. De telles attentes sont également exprimées par les riverains d'autres plateformes aéroportuaires françaises, notamment lors des commissions consultatives de l'environnement (CCE).

1

Ainsi, afin de répondre aux sollicitations des populations riveraines de plateformes aéroportuaires, il apparaît nécessaire que les autorités publiques puissent disposer d'une synthèse des dernières connaissances scientifiques en matière d'impacts sur la santé liés à l'exposition au bruit du trafic aérien.

Depuis l'expertise de l'Anses publiée en 2013, plusieurs études scientifiques sur ce sujet sont parues. C'est le cas par exemple en France d'une partie des résultats du programme de recherche scientifique DEBATS (Discussion sur les Effets du Bruit des Aéronefs Touchant la Santé), cofinancé par la DGS, la DGPR, la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) et l'Autorité de contrôle des nuisances sonores aériennes (ACNUSA). Lancé en 2012 et coordonné par l'Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar), DEBATS étudie les effets sur la santé du bruit des aéronefs sur les riverains des aéroports de Paris-CDG, Lyon-Saint-Exupéry et Toulouse-Blagnac. Des études scientifiques ont également été publiées au niveau international. Certaines de ces études ont alimenté les travaux menés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans le cadre de sa mise à jour en 2018 des valeurs guides relatives au bruit environnemental.

Dans ce contexte, il vous est demandé de réaliser une synthèse comprenant :

1. un rappel des conclusions de l'expertise de 2013 quant aux impacts sanitaires liés aux expositions de riverains au bruit des aéronefs, en précisant les niveaux de preuve associés à chaque effet sur la santé considéré ;
2. une mise en perspective de ces données avec les résultats publiés depuis, aussi bien en France, notamment ceux publiés dans le cadre du programme DEBATS, qu'au niveau international. Concernant les travaux internationaux, il s'agira cependant de ne retenir que les études qui apparaissent pertinentes vis-à-vis du contexte français.

Ce document de synthèse doit pouvoir être facilement compréhensible de personnes non expertes en matière de caractérisation du bruit, notamment de bruit aérien, d'évaluation de l'exposition au bruit et d'évaluation des impacts sanitaires associés. Il doit pouvoir servir à la réalisation d'un support d'information destiné au grand public.

Nous vous remercions de bien vouloir nous indiquer les modalités de réponse à cet AST ; le document de synthèse étant attendu pour la fin du 1^{er} semestre de 2020.

Le Directeur général
de la santé

Le Directeur Général de la Santé,

Professeur Jérôme SALOMON

Le Directeur général
de la prévention des risques

Le directeur général
de la prévention des risques

Cédric BOURILLET

Annexe 2 : Références exclues de la revue de littérature

Tableau 8 : liste des références issues de la recherche bibliographique et exclues de l'analyse

Référence	Justification
Agarwal, M. 2014. "Environmental Noise and Hearing: Impacts of Road Traffic Noise Pollution on Hearing": LAP Lambert Academic Publishing.	Revue trop générale
Albarrán, M. Y. Pereda, M. Kreimeier, W. Enders, et E. Stumpf. 2020. "Noise evaluation of battery powered small aircraft." CEAS Aeronautical Journal 11 (1):125-135.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Antony, Kathleen M., Deborah Ehrental, Ann Evensen, et J. Igor Iruretagoyena. 2017. "Travel during pregnancy: considerations for the obstetric provider." Obstetrical & gynecological survey 72 (2):97-115.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)
Appel, Percy, Roman Thierbach, et Annett Zeisler. 2015. "Public participation in the legal definition of flight procedures in Germany." 2015.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Arahchige, Buddhi, et Suresh Perinpanayagam. 2018. "Uncertainty quantification in aircraft gas turbine engines." Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering 232 (9):1628-1638.	Hors sujet
Ärztblatt, Deutscher Ärzteverlag GmbH Redaktion Deutsches. 2019 "Noise Pollution From Small Planes." Deutsches Ärzteblatt.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Asensio, C., L. Gasco, et G. de Arcas. 2017. "A review of non-acoustic measures to handle community response to noise around airports." Current Pollution Reports 3 (3):230-244.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Asensio, C., I. Pavón, M. Recuero, et M. Ausejo. 2012. "Airport noise insulation programs: The Spanish case." Noise & Vibration Worldwide 43 (2):8-15.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Atalay, Hayriye, Seda Türkoğlu Babakurban, et Erdinç Aydın. 2015. "Evaluation of hearing loss in pilots." Turkish archives of otorhinolaryngology 53 (4):155.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Bakker, Roel H., Eja Pedersen, Godefridus Petrus van den Berg, Roy E. Stewart, W. Lok, et J. Bouma. 2012. "Impact of wind turbine sound on annoyance, self-reported sleep disturbance and psychological distress." Science of the total environment 425:42-51.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (éolien)
Balazikova, Michaela, Marianna Tomaskova, et Martina Dulebova. 2017. "Evaluation of acoustic risks in aircraft using the risk matrix." Small 60 (65):60-80.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Banatvala, Jangu, et Mala Rao. 2013. Aviation and public health: British Medical Journal Publishing Group.	Revue trop générale
Bao, Qiao, Shenfang Yuan, Fangyu Guo, et Lei Qiu. 2019. "Transmitter beamforming and weighted image fusion-based multiple signal classification algorithm for corrosion monitoring." Structural Health Monitoring 18 (2):621-634.	Hors sujet
Basner, Mathias. 2012. "Design for a US field study on the effects of aircraft noise on sleep." Partnership for Air Transportation Noise and Emissions Reduction (PARTNER) Report No. PARTNER-COE-2012-003, Cambridge, MA.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Basner, Mathias, et Mark Brink. 2013. "Sample size estimation for field studies on the effects of aircraft noise on sleep." Applied acoustics 74 (6):812-817.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Basner, Mathias, Wolfgang Babisch, Adrian Davis, Mark Brink, Charlotte Clark, Sabine Janssen, et Stephen Stansfeld. 2014. "Auditory and non-auditory effects of noise on health." The lancet 383 (9925):1325-1332.	Revue trop générale
Basner, Mathias, Charlotte Clark, Anna Hansell, James I. Hileman, Sabine Janssen, Kevin Shepherd, et Victor Sparrow. 2017. "Aviation noise impacts: state of the science." Noise & health 19 (87):41.	Revue trop générale
Baumann, Ingo, et Michael Trimmel. 2013. "Distribution of subjective assessments in a controlled aircraft environment." Aerospace Science and Technology 25 (1):93-101.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)

Beale, Christopher, David J. Willis, Christopher Niezrecki, et Murat Inalpolat. 2020. "Passive acoustic damage detection of structural cavities using flow-induced acoustic excitations." <i>Structural Health Monitoring</i> 19 (3):751-764.	Hors sujet
Behere, Ameya, Dongwook Lim, Michelle Kirby, et Dimitri N. Mavris. 2019. "Alternate Departure Procedures for Takeoff Noise Mitigation at Atlanta Hartsfield-Jackson International Airport." 2019.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Berbente, Sorin, Irina-Carmen Andrei, Gabriela Stroe, et Mihaela-Luminita Costea. 2020. "Topical Issues in Aircraft Health Management with Applications to Jet Engines." <i>INCAS Bulletin</i> 12 (1):13-26.	Hors sujet
Blinstrub, Jason. 2019. "Immission-Based Noise Reduction within Conceptual Aircraft Design." PhD Thesis.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Booi, Hester, et Frits Van den Berg. 2012. "Quiet areas and the need for quietness in Amsterdam." <i>International journal of environmental research and public health</i> 9 (4):1030-1050.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Brambilla, Giovanni, Veronica Gallo, et Giovanni Zambon. 2013. "The soundscape quality in some urban parks in Milan, Italy." <i>International journal of environmental research and public health</i> 10 (6):2348-2369.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Brown, A. L. 2014. "An overview of concepts and past findings on noise events and human response to surface transport noise." 2014.	Ne concerne pas la source sonore étudiée
Brown, A. L., et Irene van Kamp. 2018. "Transport noise interventions and health." 2018.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Cambridge, Howard M., et Dietrich H. Schwela. 2012. "A contribution to the estimation of the burden of disease due to noise exposure around Heathrow airport." 2012.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Campos, Luís M. B. C. 2015. "On physical aeroacoustics with some implications for low-noise aircraft design and airport operations." <i>Aerospace</i> 2 (1):17-90.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Carton, Linda, et Peter Ache. 2017. "Citizen-sensor-networks to confront government decision-makers: Two lessons from the Netherlands." <i>Journal of Environmental Management</i> 196:234-251.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Chang, Ta-Yuan, Bing-Fang Hwang, Chiu-Shong Liu, Ren-Yin Chen, Ven-Shing Wang, Bo-Ying Bao, et Jim-Shoung Lai. 2013. "Occupational noise exposure and incident hypertension in men: a prospective cohort study." <i>American journal of epidemiology</i> 177 (8):818-825.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Chang, Eva Yi-Wei. 2020. "From aviation tourism to suborbital space tourism: A study on passenger screening and business opportunities." <i>Acta Astronautica</i> .	Hors sujet
Chatelain, Paul, et Mathieu Van Vyve. 2018. "Modeling fair air traffic assignment in the vicinity of airports." <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> 65:213-228.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Cheng, Huijuan, Guodong Sun, Mei Li, Minhong Yin, et Hao Chen. 2019. "Neuron loss and dysfunctionality in hippocampus explain aircraft noise induced working memory impairment: a resting-state fMRI study on military pilots." <i>Bioscience trends</i> .	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Coebergh, Jan. 2013. "Working at Heathrow airport may be a risk factor for cardiovascular disease." <i>Bmj</i> 347:f6794.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Daiber, Andreas, Jos Lelieveld, Sebastian Steven, Matthias Oelze, Swenja Kröller-Schön, Mette Sørensen, et Thomas Münzel. 2019. "The "exposome" concept—how environmental risk factors influence cardiovascular health." <i>Acta Biochimica Polonica</i> 66 (3):269-283.	Revue trop générale
da Silva Menegon, Lizandra, Silvana Ligia Vincenzi, Dalton Francisco de Andrade, Pedro Alberto Barbetta, Peter Vink, et Eugenio Andrés Díaz Merino. 2019. "An aircraft seat discomfort scale using item response theory." <i>Applied ergonomics</i> 77:1-8.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)
de Oliveira, Rafael Fernandes, et Büskens, Christof. 2012. "Benefits of optimal flight planning on noise and emissions abatement at the Frankfurt airport." 2012.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Dedoussi, Irene C., Sebastian D. Eastham, Erwan Monier, et Steven R. H. Barrett. 2020. "Premature mortality related to United States cross-state air pollution." <i>Nature</i> 578 (7794):261-265.	Hors sujet

Dehghan Niri, Ehsan, Alireza Farhidzadeh, et Salvatore Salamone. 2013. "Adaptive multisensor data fusion for acoustic emission source localization in noisy environment." <i>Structural Health Monitoring</i> 12 (1):59-77.	Hors sujet
Delhaye, Eef, Griet De Ceuster, Filip Vanhove, et Sven Maerivoet. 2017. "Internalisation of external costs of transport in Flanders." <i>Reflets et perspectives de la vie économique</i> 56 (2):55-74.	Hors sujet
Di, Guoqing, et Yaqian Xu. 2017. "Influences of combined traffic noise on anxiety in mice." <i>Science of the total environment</i> 579:1439-1445.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route, rail)
Dominoni, Davide M., Stefan Greif, Erwin Nemeth, et Henrik Brumm. 2016. "Airport noise predicts song timing of European birds." <i>Ecology and evolution</i> 6 (17):6151-6159.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (effets environnementaux)
Druet, Tom, Bastien Chapuis, Manfred Jules, Guillaume Laffont, et Emmanuel Moulin. 2018. "Passive guided waves measurements using fiber Bragg gratings sensors." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 144 (3):1198-1202.	Hors sujet
Dzhambov, Angel M., Donka D. Dimitrova, et Vanina K. Mihaylova-Alakidi. 2016. "Burden of sleep disturbance due to traffic noise in Bulgaria." <i>Folia Medica</i> 57 (3-4):264-269.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route)
Fallah-Shorshani, Masoud, Laura Minet, Rick Liu, Céline Plante, Sophie Goudreau, Tor Oiamo, Audrey Smargiassi, Scott Weichenthal, et Marianne Hatzopoulou. 2018. "Capturing the spatial variability of noise levels based on a short-term monitoring campaign and comparing noise surfaces against personal exposures collected through a panel study." <i>Environmental research</i> 167:662-672.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Feng X., Zhang C., Lu M., Xu B. 2014. An airport noise annoyance model and its application on BCIA	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Freestone, Robert, et Douglas Baker. 2018. "Negotiating the problem of airport noise: Comparative lessons from the Australian experience." <i>The Political Quarterly</i> 89 (3):457-465.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Freire, S., et N. Gomes. 2013. "Advancing environmental noise pollution analysis in urban areas by considering the variation of population exposure in space and time." <i>International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences</i> 40:155-160.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Fu, Xuyun, Hui Luo, Shisheng Zhong, et Lin Lin. 2019. "Aircraft engine fault detection based on grouped convolutional denoising autoencoders." <i>Chinese Journal of Aeronautics</i> 32 (2):296-307. doi: 10.1016/j.cja.2018.12.011.	Hors sujet
Gajalakshmi G., Kameshwari B., Edwin A., Bapi Raju M. 2019. "Noise level assessment -a case study in St. Thomas Mount – Chennai." <i>International Journal of Civil Engineering and Technology</i> 10 (01): 2250–2259	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Gasco, Luis, Cesar Asensio, et Guillermo de Arcas. 2017. "Communicating airport noise emission data to the general public." <i>Science of the total environment</i> 586:836-848.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Gidlöf-Gunnarsson, Anita, Mikael Ögren, Tomas Jerson, et Evy Öhrström. 2012. "Railway noise annoyance and the importance of number of trains, ground vibration, and building situational factors." <i>Noise and Health</i> 14 (59):190.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (rail)
Giering, Kerstin, Tobias Klein, Ulrich Möhler, et Dirk Schreckenber. 2016. "Willingness to pay in the Rhine-Main region according to aircraft noise, railway noise and road traffic noise." 2016.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (données économétriques uniquement)
Grampella, Mattia, Gianmaria Martini, Davide Scotti, et Giovanni Zambon. 2016. "The factors affecting pollution and noise environmental costs of the current aircraft fleet: An econometric analysis." <i>Transportation Research Part A: Policy and Practice</i> 92:310-325.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (données économétriques uniquement)
Greenwell, Brandon M., Anthony P. Tvaryanas, et Genny M. Maupin. 2018. "Risk Factors for Hearing Decrement Among US Air Force Aviation-Related Personnel." <i>Aerospace medicine and human performance</i> 89 (2):80-86.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Groves, Trish. 2013. It's the ecology, stupid: British Medical Journal Publishing Group.	Revue trop générale
Grün, Gunnar, Michael Trimmel, et Andreas Holm. 2012. "Low humidity in the aircraft cabin environment and its impact on well-being—results from a laboratory study." <i>Building and environment</i> 47:23-31.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)

Guénot, Pierre, Vincent Beauchamps, Samuel Madec, Cyril Carfantan, Mathieu Boutonnet, Laura Bareau, Hélène Romain, et Stéphane Travers. 2019. "Fixed wing tactical aircraft for air medical evacuation in Sahel." <i>Air Medical Journal</i> 38 (5):350-355.	Hors sujet
Guest, Maya, May Boggess, et John Attia. 2012. "Relative risk of elevated hearing threshold compared to ISO1999 normative populations for Royal Australian Air Force male personnel." <i>Hearing research</i> 285 (1-2):65-76.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Guo S., Chen J., uU Y., Wang Y., Dong H. 2020. "Hydraulic piston pump in civil aircraft: current status, future directions and critical technologies." <i>Chinese Journal of Aeronautics</i> 33 (1):16-30.	Hors sujet
Guski R. 2018. "Influence of study weighting on the calculation of a common exposure effect curve for aircraft noise annoyance" 26 th International Congress on Sound and Vibration, 7-11 July, Montreal	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Guthrie, O'neil W., Brian A. Wong, Shawn M. McInturf, James E. Reboulet, Pedro A. Ortiz, et David R. Mattie. 2015. "Inhalation of hydrocarbon jet fuel suppress central auditory nervous system function." <i>Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A</i> 78 (18):1154-1169.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Hammoudi, N., S. Aoudi, M. Tizi, K. Larbi, et R. Bougherbal. 2013. "Relationship between noise and blood pressure in an airport environment." 2013.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Hansell, Anna L., Rebecca E. Ghosh, et Paul Elliott. 2013. "Authors' reply to Kolstad and colleagues." <i>Bmj</i> 347:f7464.	Commentaire
Hansell, Anna L., John Gulliver, Sean Beevers, et Paul Elliott. 2013. "Authors' reply to Corbin, Moore, and Coebergh." <i>BMJ: British Medical Journal (Online)</i> 347.	Commentaire
Hatzfeld, Jennifer, Jennifer Serres, et Susan Dukes. 2018. "Factors that affect pain management in aeromedical evacuation: An ethnographic approach." <i>Critical care nurse</i> 38 (2):46-51.	Hors sujet
Hede, Andrew J. 2017. "Using mindfulness to reduce the health effects of community reaction to aircraft noise." <i>Noise & health</i> 19 (89):165.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Hiroe, Masaaki, Saburo Ogata, Akihiro Tamura, Shôsuke Suzuki, Ichiro Yamada, et Masahito Yasuoka. 2016. "A questionnaire survey on health effects of aircraft noise for residents living in the vicinity of Narita International Airport: Part-2 Analysis and result detail." 2016	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Ho-Huu, Vinh, Emir Ganić, Sander Hartjes, Obrad Babić, et Richard Curran. 2019. "Air traffic assignment based on daily population mobility to reduce aircraft noise effects and fuel consumption." <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> 72:127-147.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Ho-Huu, Vinh, S. Hartjes, Hendrikus G. Visser, et Richard Curran. 2019. "An optimization framework for route design and allocation of aircraft to multiple departure routes." <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> 76:273-288.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Holford, Karen M., Mark J. Eaton, James J. Hensman, Rhys Pullin, Sam L. Evans, Nikolaos Dervilis, et Keith Worden. 2017. "A new methodology for automating acoustic emission detection of metallic fatigue fractures in highly demanding aerospace environments: An overview." <i>Progress in Aerospace Sciences</i> 90:1-11.	Hors sujet
Holmes, Geoffrey, Pia Sartor, Stephen Reed, Paul Southern, Keith Worden, et Elizabeth Cross. 2016. "Prediction of landing gear loads using machine learning techniques." <i>Structural Health Monitoring</i> 15 (5):568-582.	Hors sujet
Homola, Daniel, Jan Boril, Vladimir Smrz, Jan Leuchter, et Erik Blasch. 2019. "Aviation Noise-Pollution Mitigation Through Redesign of Aircraft Departures." <i>Journal of Aircraft</i> 56 (5):1907-1919.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Houthuijs, Danny, Irene van Kamp, Oscar Breugelmans, Caroline Ameling, Martin Marra, et Ric van Poll. 2012. "Community response to aircraft noise: recent examples from the Netherlands." 2012.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Hu, Chun-song, et Tengiz Tkebuchava. 2019. "E-noise: An increasingly relevant health risk." <i>Journal of integrative medicine</i> 17 (5):311-314.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (e-noise)
Huang, Xun. 2012. "Single-Sensor Identification of Spinning Mode Noise from Aircraft Engine." <i>AIAA journal</i> 50 (3):761-766.	Hors sujet

Ibhadode, Osagie, O. S. Oyedepo, A. S. Ogunro, A. Joseph, Solomon O Banjo, I. I. Umanah, E. S. Apeh, et A. R. Ayoola. 2018. "An Experimental-assessment of Human Exposure-levels to Aircraft Noise-hazards in the Neighbouring-environments of four Nigerian Airports. Il IOP Conf. Ser." Mater. Sci. Eng 413 (012080):413.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Merchan, Carlos Iglesias, Luis Diaz-Balteiro, et Mario Soliño. 2014. "Noise pollution in national parks: Soundscape and economic valuation." Landscape and Urban Planning 123:1-9.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (données économétriques uniquement)
Iglesias-Merchan, Carlos, Luis Diaz-Balteiro, et Mario Soliño. 2015. "Transportation planning and quiet natural areas preservation: Aircraft overflights noise assessment in a National Park." Transportation Research Part D: Transport and Environment 41:1-12.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (effets environnementaux)
Jagtap, S. S. 2019. "Systems evaluation of subsonic hybrid-electric propulsion concepts for NASA N+ 3 goals and conceptual aircraft sizing." International Journal of Automotive and Mechanical Engineering 16:7259-7286.	Hors sujet
Jarosińska, Dorota, Marie-Ève Héroux, Poonum Wilkhu, James Creswick, Jos Verbeek, Jördis Wothge, et Elizabet Paunović. 2018. "Development of the WHO environmental noise guidelines for the European region: an introduction." International journal of environmental research and public health 15 (4):813.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Jiao, Boshen, Zafar Zafari, Brian Will, Kai Ruggeri, Shukai Li, et Peter Muennig. 2017. "The cost-effectiveness of lowering permissible noise levels around US airports." International journal of environmental research and public health 14 (12):1497.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Johannigman, Jay A., David Zonies, Joseph Dubose, Thomas C. Blakeman, Dennis Hanseman, et Richard D. Branson. 2015. "Reducing secondary insults in traumatic brain injury." Military medicine 180 (suppl_3):50-55.	Hors sujet
Jones, Heath G., Nathaniel T. Greene, Michael R. Chen, Cierrah M. Azcona, Brandon J. Archer, et Efrem R. Reeves. 2018. "The Danger Zone for Noise Hazards Around the Black Hawk Helicopter." Aerospace medicine and human performance 89 (6):547-551.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Kälsch, Hagen, Frauke Hennig, Susanne Moebus, Stefan Möhlenkamp, Nico Dragano, Hermann Jakobs, Michael Memmesheimer, Raimund Erbel, Karl-Heinz Jöckel, et Barbara Hoffmann. 2014. "Are air pollution and traffic noise independently associated with atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall Study." European heart journal 35 (13):853-860.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route)
Kaelin Jr, William G. 2017. "Common pitfalls in preclinical cancer target validation." Nature Reviews Cancer 17 (7):425.	Hors sujet
Karipidis, Ioannis, Micha Köpfli, Danielle Vienneau, Mark Brink, Christian Cajochen, Nicole Probst-Hensch, et Martin Röösli. 2014. "SiRENE-an interdisciplinary study on the health effects of transportation noise exposure: noise calculation solutions on the example of air traffic.", 7th Forum Acusticum 2014	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Keith Wilson, D., Dan Valente, Edward T. Nykaza, et Chris L. Pettit. 2013. "Information-criterion based selection of models for community noise annoyance." The Journal of the Acoustical Society of America 133 (3):EL195-EL201.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Konopka, Wies law, Ma Igorzata Pawlaczyk-Luszczynska, et Mariola Śliwińska-Kowalska. 2014. "The influence of jet engine noise on hearing of technical staff." Med Pr 65 (5):583-592.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Lahtinen, Taija M. M., et Tuomo K. Leino. 2015. "Molded communication earplugs in military aviation." Aerospace medicine and human performance 86 (9):808-814.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Larson, Kristine M., Scott Palo, Carolyn Roesler, Mario Mattia, Valentina Bruno, Mauro Coltelli, et David Fee. 2017. "Detection of plumes at Redoubt and Etna volcanoes using the GPS SNR method." Journal of Volcanology and Geothermal Research 344:26-39.	Hors sujet
Li, Jingchao, Guoyin Zhang, et Yulong Ying. 2018. "Gas turbine gas path fault diagnosis based on adaptive nonlinear steady-state thermodynamic model." International Journal of Performability Engineering 14 (4):751-764.	Hors sujet
Licitra, Gaetano, Paolo Gagliardi, Luca Fredianelli, et Duccio Simonetti. 2014. "Noise mitigation action plan of Pisa civil and military airport and its effects on people exposure." Applied acoustics 84:25-36.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)

Liu, Kaibo, Abdallah Chehade, et Changyue Song. 2015. "Optimize the signal quality of the composite health index via data fusion for degradation modeling and prognostic analysis." <i>IEEE Transactions on Automation Science and Engineering</i> 14 (3):1504-1514.	Hors sujet
Liu, Xu, Lulu Zhang, Yuan Liu, Peng Kang, et Zhipeng Liu. 2012. "Critical care aeromedical evacuation staff in batang airport after the yushu earthquake at high altitude." <i>Aviation, Space, and Environmental Medicine</i> 83 (4):436-440.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Lu, Feng, Yu Chen, Jinquan Huang, Dongdong Zhang, et Nan Liu. 2014. "An integrated nonlinear model-based approach to gas turbine engine sensor fault diagnostics." <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering</i> 228 (11):2007-2021.	Hors sujet
Lu, Feng, Jinquan Huang, et Yiqiu Lv. 2013. "Gas path health monitoring for a turbofan engine based on a nonlinear filtering approach." <i>Energies</i> 6 (1):492-513.	Hors sujet
Mace, Britton L., Grant C. Corser, Levi Zitting, et Jake Denison. 2013. "Effects of overflights on the national park experience." <i>Journal of Environmental Psychology</i> 35:30-39.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Marcias, Gabriele, Maria Francesca Casula, Michele Uras, Andrea Falqui, Edoardo Miozzi, Elisa Sogne, Sergio Pili, Ilaria Pilia, Daniele Fabbri, et Federico Meloni. 2019. "Occupational Fine/Ultrafine Particles and Noise Exposure in Aircraft Personnel Operating in Airport Taxiway." <i>Environments</i> 6 (3):35.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Marques, Gonçalo, et Rui Pitarma. 2019. "Noise mapping through mobile crowdsourcing for enhanced living environments." 2019.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Márquez-Molina, Miguel, Luis Pastor Sánchez-Fernández, Sergio Suárez-Guerra, et Luis Alejandro Sánchez-Pérez. 2014. "Aircraft take-off noises classification based on human auditory's matched features extraction." <i>Applied acoustics</i> 84:83-90.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Martin, K. Heath, Brooks D. Lindsey, Jianguo Ma, Mike Lee, Sibó Li, F. Stuart Foster, Xiaoning Jiang, et Paul A. Dayton. 2014. "Dual-frequency piezoelectric transducers for contrast enhanced ultrasound imaging." <i>Sensors</i> 14 (11):20825-20842.	Hors sujet
Martinez, Paul, Kenneth Patino, et Keith Meyer. 2013. "Pediatric International Transports: A Single Program's Experience With an Often Difficult Endeavor." <i>Clinical Pediatric Emergency Medicine</i> 14 (3):188-192.	Hors sujet
Masiol, Mauro, et Roy M. Harrison. 2014. "Aircraft engine exhaust emissions and other airport-related contributions to ambient air pollution: A review." <i>Atmospheric Environment</i> 95:409-455.	Revue trop générale
Masiol, Mauro, Tuan V. Vu, David C. S. Beddows, et Roy M. Harrison. 2016. "Source apportionment of wide range particle size spectra and black carbon collected at the airport of Venice (Italy)." <i>Atmospheric Environment</i> 139:56-74.	Hors sujet
Matos, Joan Carles Blanco, Ian Flindell, Paul Le Masurier, et Chris Pownall. 2013. "A comparison of hedonic price and stated preference methods to derive monetary values for aircraft noise disturbance and annoyance." <i>Transportation Research Part D: Transport and Environment</i> 20:40-47.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (données économétriques uniquement)
McGuire, Sarah, et Patricia Davies. 2012. "Introducing faster dynamics into a nonlinear model that can predict effects of aircraft noise on sleep." 2012.	Hors sujet
McGuire, Sarah, et Mathias Basner. 2016. "Evaluation and refinement of a methodology for examining the effects of aircraft noise on sleep in communities in the US." 2016.	Hors sujet
McNeely, Eileen, Sara Gale, Ira Tager, Laurel Kincl, Julie Bradley, Brent Coull, et Steve Hecker. 2014. "The self-reported health of US flight attendants compared to the general population." <i>Environmental Health</i> 13 (1):13.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Moehler, Ulrich, Maximilian Mühlbacher, Maria Klätte, Berthold Vogelsang, et Georg Thomann. 2016. "The acoustic basis of the NORAH field studies." 2016.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Muhr, Per, Ann-Christin Johnson, Jenny Selander, Eva Svensson, et Ulf Rosenhall. 2019. "Noise Exposure and Hearing Impairment in Air Force Pilots." <i>Aerospace medicine and human performance</i> 90 (9):757-763.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Münzel, Thomas, et Mette Sørensen. 2017. "Noise pollution and arterial hypertension." <i>European Cardiology Review</i> 12 (1):26.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route, rail)

Nega, Tsegaye Habte, Laura Chihara, Kimberly Smith, et Mallika Jayaraman. 2013. "Traffic noise and inequality in the twin cities, Minnesota." <i>Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal</i> 19 (3):601-619.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (inégalités environnementales)
Nguyen, Thu Lan, Takashi Morihara, Takashi Yano, et Shigenori Yokoshima. 2018. "Structural equation models of road traffic and aircraft noise annoyance in Vietnam." <i>Noise Control Engineering Journal</i> 66 (6):459-471.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Nguyen, Thao Linh, Thu Lan Nguyen, Makoto Morinaga, Shigenori Yokoshima, Takashi Yano, Tetsumi Sato, et Ichiro Yamada. 2018. "Community response to a step change in the aircraft noise exposure around Hanoi Noi Bai International Airport." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 143 (5):2901-2912.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Noweir, Madbuli H., et Mohamed A. Zytoon. 2013. "Occupational exposure to noise and hearing thresholds among civilian aircraft maintenance workers." <i>International Journal of Industrial Ergonomics</i> 43 (6):495-502.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Ogata, Saburo, Koichi Makino, Akihiro Tamura, Shôsuke Suzuki, Ichiro Yamada, et Masahito Yasuoka. 2016. "A questionnaire survey on health effects of aircraft noise for residents living in the vicinity of Narita International Airport: Part-1 Background and summary." 2016.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Ogata, Saburo, et Kazuya Tamaki. 2017. "Efforts for further airport function enhancement without increasing noise impact at Narita." 2017.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Park, Won-Ju, et Jai-Dong Moon. 2016. "Changes in the mean hearing threshold levels in military aircraft maintenance conscripts." <i>Archives of environmental & occupational health</i> 71 (6):347-352.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Pennig, Sibylle, Julia Quehl, et Vinzent Rolny. 2012. "Effects of aircraft cabin noise on passenger comfort." <i>Ergonomics</i> 55 (10):1252-1265.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)
Petrone, Giuseppe, Giacomo Melillo, Aurelio Laudiero, et Sergio De Rosa. 2019. "A Statistical Energy Analysis (SEA) model of a fuselage section for the prediction of the internal Sound Pressure Level (SPL) at cruise flight conditions." <i>Aerospace Science and Technology</i> 88:340-349.	Hors sujet
Prokopenko, L. V., O. K. Kravchenko, et N. N. Kur'erov. 2016. "On assessment of exposure to noise in crew members of civil aviation aircrafts." <i>Meditsina truda i promyshlennaia ekologiia</i> (11):45.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Prottengeier, Johannes, Stefan Elsner, Andreas Wehrfritz, Andreas Moritz, Joachim Schmidt, et Michael Meyer. 2020. "Nociception testing during fixed-wing ambulance flights. An interventional pilot study on the effects of flight-related environmental changes on the nociception of healthy volunteers." <i>Plos one</i> 15 (2):e0217530.	Hors sujet
Ramos, Renato T., Danielle A. De Mattos, J. Rebouças, et Ronald D. Ranvaud. 2012. "Space and motion perception and discomfort in air travel." <i>Aviation, Space, and Environmental Medicine</i> 83 (12):1162-1166.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)
Ramsey, Richard, J. Greenough, et J. Breeze. 2019. "Noise-induced hearing loss in the military dental setting: a UK legislative perspective." <i>Journal of the Royal Army Medical Corps</i> :jranc-2018.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Ranjan, C. K., et Piush Renjhen. 2017. "Casualty air evacuation: Sine quo non of combat casualty." <i>Medical Journal Armed Forces India</i> 73 (4):394-399.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Ren, Yuanqiang, Lei Qiu, Shenfang Yuan, et Qiao Bao. 2017. "On-line multi-damage scanning spatial-wavenumber filter based imaging method for aircraft composite structure." <i>Materials</i> 10 (5):519.	Hors sujet
Rhodes D., Turner S., Notley H. 2017. "Survey of noise attitudes 2014: Aircraft." Civil Aviation Authority: West Sussex, UK. Available from http://publicapps.caa.co.uk/docs/33/CAP_201506 .	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Rietdijk, Frederik. 2016. "Auralization of aircraft noise in an urban environment." 2016.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Kiani Sadr M., Nassiri P., Hosseini S.M., Monavari M., Gharagozlou A.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Sahai, Abhishek K., Mirjam Snellen, et Dick G. Simons. 2018. "Objective quantification of perceived differences between measured and synthesized aircraft sounds." <i>Aerospace Science and Technology</i> 72:25-35.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)

Sahai, Abhishek K., Mirjam Snellen, Dick G. Simons, et Eike Stumpf. 2017. "Aircraft design optimization for lowering community noise exposure based on annoyance metrics." <i>Journal of Aircraft</i> 54 (6):2257-2269.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Sanchez-Perez, Luis A., Luis P. Sanchez-Fernandez, Adnan Shaout, et Sergio Suarez-Guerra. 2016. "Airport take-off noise assessment aimed at identify responsible aircraft classes." <i>Science of the total environment</i> 542:562-577.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Sandu, Constantin, Marius Deaconu, Valentin Silivestru, Cristian-Teodor Olariu, et Constantin-Radu Sandu. 2018. "Experimental Investigations on the Possibility to Apply the Corrugated Sheet Metal Used in the Past with Junkers Aircraft to Reduce Noise for Future European Aircraft. Other Noise Reduction Experiments for Future European Aircraft." <i>INCAS Bulletin</i> 10 (4):141-151.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Santos, Gustavo Sobreiro, Rogéria de Arantes Gomes, et Emmanuel Antônio dos Santos. 2018. "PPGIS as an urban planning tool around airports." <i>Journal of Air Transport Management</i> 69:269-278.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Satish, T. N., A. Vivek, S. N. Anagha, A. N. V. Rao, G. Uma, M. Umopathy, U. Chandrasekhar, et G. Kiran. 2020. "Novel resistor-capacitor (RC) network-based capacitance signal conditioning circuit for tip clearance measurement on gas turbine engine." <i>Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part G: Journal of Aerospace Engineering</i> 234 (2):342-360.	Hors sujet
Saucy, Apolline, Beat Schäffer, Louise Tangermann, Danielle Vienneau, Jean-Marc Wunderli, et Martin Röösl. 2020. "Individual Aircraft Noise Exposure Assessment for a Case-Crossover Study in Switzerland." <i>International journal of environmental research and public health</i> 17 (9):3011.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Scatolini, Fabio, et Cláudio Jorge Pinto Alves. 2016. "Background noise analysis in urban airport surroundings of Brazilian cities, Congonhas Airport, São Paulo." <i>Revista de Saúde Pública</i> 50:69.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Schaal, Nicholas, Kevin Lange, et Maria Majar. 2019. "Noise at sea: Characterization of extended shift noise exposures among US Navy aircraft carrier support personnel." <i>Journal of occupational and environmental hygiene</i> 16 (2):109-119.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Schaal, N. Cody, Raushan A. Salaam, Michael Stevens, et Alex Stubner. 2019. "Noise characterization of "effective quiet" areas on a US Navy aircraft carrier." <i>Journal of occupational and environmental hygiene</i> 16 (5):329-335.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Schaal, Nicholas Cody, Raushan A. Salaam, Michael E. Stevens, et Alex H. Stubner. 2019. "Living at Work: 24-hour Noise Exposure Aboard US Navy Aircraft Carriers." <i>Annals of work exposures and health</i> 63 (3):316-327.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Schaal, Nicholas Cody, Maria Majar, et Andrew Hunter. 2019. "Sound Level Measurements in Berthing Areas of an Aircraft Carrier." <i>Annals of work exposures and health</i> 63 (8):918-929.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Schäffer, Beat, Reto Pieren, Franco Mendolia, Mathias Basner, et Mark Brink. 2017. "Noise exposure-response relationships established from repeated binary observations: Modeling approaches and applications." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 141 (5):3175-3185.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Schreckenberg, Dirk, Christin Belke, et Jan Spilski. 2018. "The Development of a Multiple-Item Annoyance Scale (MIAS) for transportation noise annoyance." <i>International journal of environmental research and public health</i> 15 (5):971.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Schwendicke, Anna, et M. Ercan Altinsoy. 2017. "How we can describe good vibrations?-Context-independent descriptors for whole body vibrations." 2017.	Hors sujet
Siagian, Minarma. 2012. "Hypertension in Indonesian air force pilots." <i>Medical Journal of Indonesia</i> 21 (1):38-43.	Exposition non environnementale (expositions professionnelles)
Silva, Bruno, Gustavo Santos, Rogeria Eller, et Truls Gjestland. 2017. "Annoyance survey by means of social media." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 141 (2):1019-1026.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Smith, Michael G., Sarah Rocha, Maryam Witte, et Mathias Basner. 2020. "On the feasibility of measuring physiologic and self-reported sleep disturbance by aircraft noise on a national scale: A pilot study around Atlanta airport." <i>Science of the total environment</i> 718:137368.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Smith, Michael G., Maryam Witte, Sarah Rocha, et Mathias Basner. 2019. "Effectiveness of incentives and follow-up on increasing survey response rates and participation in field studies." <i>BMC medical research methodology</i> 19 (1):230.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (méthodologie uniquement)
Sohrabi, Soheil, et Haneen Khreis. 2020. "Burden of disease from transportation noise and motor vehicle crashes: Analysis of data from Houston, Texas." <i>Environment international</i> 136:105520.	Hors sujet

Sun, Jianzhong, Pengpeng Liu, Yibing Yin, Hongfu Zuo, et Chaoyi Li. 2017. "Symbolic Time-Series Analysis of Gas Turbine Gas Path Electrostatic Monitoring Data." <i>Journal of Engineering for Gas Turbines and Power</i> 139 (10).	Hors sujet
Sutin, A., H. Salloum, N. Sedunov, A. Sedunov, A. Merzhevskiy, S. Tsyuryupa, et C. Francis. 2019. "Microphones on drones - Perspectives for soundscape." <i>Proceedings of the 26th International Congress on Sound and Vibration, ICSV 2019, 2019.</i>	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Taraldsen, Gunnar, Femke B. Gelderblom, et Truls T. Gjestland. 2016. "How to measure community tolerance levels for noise." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 140 (1):692-701.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Tiesler, Carla M. T., Matthias Birk, Elisabeth Thiering, Gabriele Kohlböck, Sibylle Koletzko, Carl-Peter Bauer, Dietrich Berdel, Andrea von Berg, Wolfgang Babisch, et Joachim Heinrich. 2013. "Exposure to road traffic noise and children's behavioural problems and sleep disturbance: results from the GINIplus and LISAPlus studies." <i>Environmental research</i> 123:1-8.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route)
Tobollik, Myriam, Matthias Hintzsche, Jördis Wothge, Thomas Myck, et Dietrich Plass. 2019. "Burden of disease due to traffic noise in Germany." <i>International journal of environmental research and public health</i> 16 (13):2304.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route)
van den Berg, Frits, Marieke Dijkema, et Fred Woudenberg. 2014. "Health and mobility: a broader perspective on urban transport noise."	Revue trop générale
Van Komen, David F., Blaine M. Harker, Tracianne B. Neilsen, Kent L. Gee, S. Hales Swift, Alan T. Wall, J. Micah Downing, et Michael M. James. 2020. "Characterizing distinct components of tactical aircraft noise sources." <i>The Journal of the Acoustical Society of America</i> 147 (5):3550-3564.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Van Overmeire, M., F. J. Verbandt, et R. E. Jonckheere. 2013. "Noise Pollution: Causes, effects and control." <i>Dans Environmental Management in Practice: Compartments, Stressors and Sectors</i> , 96-110.	Revue trop générale
Wang, Xiaojun, Yunlong Li, Zhiliang Ma, Weichao Fan, Lei Wang, et Menghui Xu. 2017. "Robust optimization of structural-acoustic coupled system with random parameters." <i>Aerospace Science and Technology</i> 60:48-57.	Hors sujet
Wang, Xiaohong, Wenhui Fan, Xinjun Li, et Lizhi Wang. 2019. "Weak degradation characteristics analysis of UAV motors based on laplacian eigenmaps and variational mode decomposition." <i>Sensors</i> 19 (3):524.	Hors sujet
Wing, Sam E., Timothy V. Larson, Neelakshi Hudda, Sarunporn Boonyarattaphan, Scott Fruin, et Beate Ritz. 2020. "Preterm Birth among Infants Exposed to in Utero Ultrafine Particles from Aircraft Emissions." <i>Environmental Health Perspectives</i> 128 (4):047002.	Ne concerne pas la source sonore étudiée
Wolfenden, Andrew D., Hans Slabbekoorn, Karolina Kluk, et Selvino R. de Kort. 2019. "Aircraft sound exposure leads to song frequency decline and elevated aggression in wild chiffchaffs." <i>Journal of Animal Ecology</i> 88 (11):1720-1731.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (effets environnementaux)
Wunderli, Jean Marc, Reto Pieren, Manuel Habermacher, Danielle Vienneau, Christian Cajochen, Nicole Probst-Hensch, Martin Rössli, et Mark Brink. 2016. "Intermittency ratio: A metric reflecting short-term temporal variations of transportation noise exposure." <i>Journal of exposure science & environmental epidemiology</i> 26 (6):575-585.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (exposition uniquement)
Yankaskas, Kurt, Raymond Fischer, Jesse Spence, et Jeffrey Komrower. 2017. "Engineering out the noise." <i>Hearing research</i> 349:37-41.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Yim, Steve H. L., Gideon L. Lee, In Hwan Lee, Florian Allroggen, Akshay Ashok, Fabio Caiazzo, Sebastian D. Eastham, Robert Malina, et Steven R. H. Barrett. 2015. "Global, regional and local health impacts of civil aviation emissions." <i>Environmental research letters</i> 10 (3):034001	Revue trop générale
Yousuf, Waleed Bin, Tariq Khan, et Taha Ali. 2017. "Prognostic algorithms for flaw growth prediction in an aircraft wing." <i>IEEE Transactions on Reliability</i> 66 (2):478-486.	Hors sujet
Zafari, Zafar, Boshen Jiao, Brian Will, Shukai Li, et Peter Alexander Muennig. 2018. "The Trade-Off between Optimizing Flight Patterns and Human Health: A Case Study of Aircraft Noise in Queens, NY, USA." <i>International journal of environmental research and public health</i> 15 (8):1753.	Pas d'informations relatives aux effets sanitaires (gestion des risques uniquement)
Zevitas, Christopher D., John D. Spengler, Byron Jones, Eileen McNeely, Brent Coull, Xiaodong Cao, Sin Ming Loo, Anna-Kate Hard, et Joseph G. Allen. 2018. "Assessment of noise in the airplane cabin environment." <i>Journal of exposure science & environmental epidemiology</i> 28 (6):568-578.	Exposition non environnementale (passagers d'aéronefs)

Zhao, Yan, DianYin Hu, Meng Zhang, Wei Dai, et Weifang Zhang. 2020. "The Location Monitoring of Fatigue Crack Damage by Using the Spectral Area Extracted from FBG Spectra." <i>Sensors</i> 20 (8):2375.	Hors sujet
Zhao, Lin, Wei Cui, et Yaojun Ge. 2019. "Measurement, modeling and simulation of wind turbulence in typhoon outer region." <i>Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics</i> 195:104021.	Hors sujet
Zijlema, Wilma L., D. W. Morley, Ronald P. Stolk, et Judith G. M. Rosmalen. 2015. "Noise and somatic symptoms: A role for personality traits?" <i>International Journal of Hygiene and Environmental Health</i> 218 (6):543-549.	Ne concerne pas la source sonore étudiée (route)

Annexe 3 : Références identifiées mais non incluses dans la synthèse

- Alimohammadi, Iraj, Stephan Sandrock, et Mahmoud Reza Gohari. 2013. "The effects of low frequency noise on mental performance and annoyance." *Environmental monitoring and assessment* 185 (8):7043-7051.
- Argalášová-Sobotová, L'ubica, Jurgita Lekaviciute, Sonja Jeram, L'udmila Ševčíková, et Jana Jurkovicová. 2013. "Environmental noise and cardiovascular disease in adults: research in Central, Eastern and South-Eastern Europe and Newly Independent States." *Noise and Health* 15 (62):22.
- Basner, Mathias. 2016 "Update of WHO's Community Noise Guidelines: Evidence Review on the Effects of Noise on Sleep." *INTER-NOISE and NOISE-CON Congress and Conference Proceedings*. Vol. 253. No. 2..
- Basner, Mathias, et Sarah McGuire. 2018. "WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and effects on sleep." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (3):519.
- Boes, Stefan, Stephan Nüesch, et Steven Stillman. 2013. "Aircraft Noise, Health, And Residential Sorting: Evidence From Two Quasi-Experiments." *Health Economics* 22 (9):1037-1051.
- Brambilla, Giovanni, Veronica Gallo, et Giovanni Zambon. 2013. "The soundscape quality in some urban parks in Milan, Italy." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 10 (6):2348-2369.
- Brown, Alan Lex, et Irene Van Kamp. 2017. "WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review of transport noise interventions and their impacts on health." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (8):873.
- Charakida, Marietta, et John E. Deanfield. 2013. *Nighttime aircraft noise exposure: flying towards arterial disease*: Oxford University Press.
- Cho, Yoonho, Jaehwan Kim, Taehyung Kim, Jiyoung Hong, et Soogab Lee. 2014. "Comparative study on civil aircraft noise metrics as annoyance estimators for interoperability between other aircraft noise metrics." *Journal of Mechanical Science and Technology* 28 (10):3997-4003.
- Clark, Charlotte, et Katarina Paunovic. 2018a. "WHO Environmental Noise Guidelines for the European Region: A Systematic Review on Environmental Noise and Cognition - ProQuest." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (2):285.
- Clark, Charlotte, et Katarina Paunovic. 2018b. "WHO Environmental noise guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and quality of life, wellbeing and mental health." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 15 (11):2400.
- Coebergh, Jan. 2013. "Working at Heathrow airport may be a risk factor for cardiovascular disease." *British Medical Journal* 347:f6794.
- Elmehdi, Hussein M. 2014. "Using mathematical models to predict annoyance from combined noise sources in the city of dubai." *Inter-noise 2014*.
- Elmenhorst, Eva-Maria, Franco Mendolia, Julia Quehl, et Daniel Aeschbach. 2016. "Residents' Attitude towards Air Traffic and Objective Sleep Quality are Related." *Inter-noise 2016*.
- Fajersztajn, Laís, Mariana Tavares Guimarães, Etienne Duim, Tarsila Guimarães Vieira da Silva, Mirna Namie Okamura, Suzan Lúcia Brancher Brandão, Ana Elisa Ribeiro, Ludmila Macêdo Naud, Shane O'Sullivan, et Paulo Hilário Nascimento Saldiva. 2019. "Health effects of pollution on the residential population near a Brazilian airport: A perspective based on literature review." *Journal of Transport & Health* 14:100565.
- Fidell, Sanford. 2018. "A Modern Standardized Method for Predicting Community Response to Aircraft Noise." *Civ. Eng. Archit* 6:71-77.
- Fidell, Sanford, Vincent Mestre, Paul Schomer, Richard Horonjeff, et Tim Reid. 2014. "A systematic rationale for defining the significance of aircraft noise impacts." *The Journal of the Acoustical Society of America* 136 (3):1129-1138.
- Foraster, Maria, Ikenna C. Eze, Emmanuel Schaffner, Danielle Vienneau, Harris Héritier, Simon Endes, Franziska Rudzik, Laurie Thiesse, Reto Pieren, et Christian Schindler. 2017. "Exposure to road,

- railway, and aircraft noise and arterial stiffness in the SAPALDIA study: annual average noise levels and temporal noise characteristics." *Environmental health perspectives* 125 (9):097004.
- Gerolymatou, Georgia, Nicolas Rémy, Konstantinos Vogiatzis, et Vassiliki Zafiropoulou. 2019. "Assessing Health Effects and Soundscape Analysis as New Mitigation Actions Concerning the Aircraft Noise Impact in Small-and Middle-Size Urban Areas in Greece." *Environments* 6 (1):4.
- Goldschagg, Paul L. 2013. "Using supplemental aircraft noise information to assist airport neighbours understand aircraft noise." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 21:14-18.
- Guoqing, Di, Liu Xiaoyi, Shi Xiang, Li Zhengguang, et Lin Qili. 2012. "Investigation of the relationship between aircraft noise and community annoyance in China." *Noise and Health* 14 (57):52.
- Guski, Rainer. 2013. "Gaps in theory, methods, and results about aircraft noise effects on residents." 2013.
- Guski, Rainer, Dirk Schreckenber, et Rudolf Schuemer. 2017. "WHO environmental noise guidelines for the European region: A systematic review on environmental noise and annoyance." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (12):1539.
- Guzik, Tomasz J., et Keith M. Channon. 2017. *Linking noise to cardiovascular disease pathogenesis*: Oxford University Press.
- Halonen, Jaana I. 2019. "Transportation noise and cardiovascular health: role of multiple noise sources." *Occupational and environmental medicine* 76 (4):199-200.
- Hammoudi, N., S. Aoudi, M. Tizi, K. Larbi, et R. Bougherbal. 2013. "Relationship between noise and blood pressure in an airport environment." 2013.
- Hansell, Anna L., Rebecca E. Ghosh, et Paul Elliott. 2013. "Authors' reply to Kolstad and colleagues." *British Medical Journal* 347:f7464.
- Hansell, Anna L., John Gulliver, Sean Beevers, et Paul Elliott. 2013. "Authors' reply to Corbin, Moore, and Coebergh." *British Medical Journal* 347.
- Hansen, Johnni. 2017. "Environmental noise and breast cancer risk?" *Scandinavian journal of work, environment & health* 43 (6):505-508.
- Heleno, Tarcilene, et Jules Ghislain Slama. 2013. "Fuzzy Modeling of Annoyance Caused by Aircraft Noise Using Laeqd and Laeqn Metrics." *Journal of Aerospace Technology and Management* 5 (1):103-110.
- Hiroe, Masaaki, Saburo Ogata, Akihiro Tamura, Shôsuke Suzuki, Ichiro Yamada, et Masahito Yasuoka. 2016. "A questionnaire survey on health effects of aircraft noise for residents living in the vicinity of Narita International Airport: Part-2 Analysis and result detail." 2016.
- Hunter, Jaimie C., et Kathleen M. Hayden. 2018. "The association of sleep with neighborhood physical and social environment." *Public health* 162:126-134.
- Kälsch, Hagen, Frauke Hennig, Susanne Moebus, Stefan Möhlenkamp, Nico Dragano, Hermann Jakobs, Michael Memmesheimer, Raimund Erbel, Karl-Heinz Jöckel, et Barbara Hoffmann. 2014. "Are air pollution and traffic noise independently associated with atherosclerosis: the Heinz Nixdorf Recall Study." *European Heart Journal* 35 (13):853-860.
- Kmietowicz, Zosia. 2013. "Aircraft noise is linked to raised risk of cardiovascular disease." *British Medical Journal* 347:f6082.
- Kroesen, Maarten, Eric J. E. Molin, et Bert van Wee. 2013. "Measuring subjective response to aircraft noise: The effects of survey context." *The Journal of the Acoustical Society of America* 133 (1):238-246.
- Margiocchi, F., et F. Poisson. 2012. "Transportation Noise Annoyance, Cognitive Performance and Sleep Disturbances Related to Temporal Structures and Traffic Modes (Deufrako Project "RAPS")." Dans *Noise and Vibration Mitigation for Rail Transportation Systems*, 1-8. : Springer.
- Márquez-Molina, Miguel, Luis Pastor Sánchez-Fernández, Sergio Suárez-Guerra, et Luis Alejandro Sánchez-Pérez. 2014. "Aircraft take-off noises classification based on human auditory's matched features extraction." *Applied Acoustics* 84:83-90.
- McNeely, Eileen, Sara Gale, Ira Tager, Laurel Kincl, Julie Bradley, Brent Coull, et Steve Hecker. 2014. "The self-reported health of US flight attendants compared to the general population." *Environmental Health* 13 (1):13.
- Méline, Julie, Andraea Van Hulst, Frederique Thomas, et Basile Chaix. 2015. "Road, rail, and air transportation noise in residential and workplace neighborhoods and blood pressure (RECORD Study)." *Noise & health* 17 (78):308.

- Mietlicki, F., S. Host, R. Kim, R. Da Silva, C. Ribeiro, et E. Chatignoux. 2013. "Health impact of noise in the Paris agglomeration: Assessment of healthy life years lost." 2013.
- Miller, Nicholas P. 2012. "Examining the empirical relationship between Lnight and the probability of awakening." 2012.
- Molesworth, Brett R. C., Marion Burgess, et Belinda Gunnell. 2013. "Using the effect of alcohol as a comparison to illustrate the detrimental effects of noise on performance." *Noise and Health* 15 (66):367.
- Molesworth, Brett R. C., Marion Burgess, Belinda Gunnell, Diana Löffler, et Antje Venjakob. 2014. "The effect on recognition memory of noise cancelling headphones in a noisy environment with native and nonnative speakers." *Noise and Health* 16 (71):240.
- Mueller, Uwe, Franco Mendolia, Julia Quehl, Mathias Basner, Sarah McGuire, et Daniel Aeschbach. 2016. "The NORAH-sleep study: effects of the night flight ban at Frankfurt airport." 2016.
- Muenzel, Thomas, T. Gori, et F. Schmidt. 2016. "CardioPulse. Noise pollution and arterial hypertension." *European Heart Journal* 37 (12):933-936.
- Munzel, T., Frank Schmidt, et Tommaso Gori. 2015. "Environmental hazards, air pollution, and noise as novel cardiovascular risk factors." *European Heart Journal* 36 (28):1777.
- Münzel, Thomas, Tommaso Gori, Wolfgang Babisch, et Mathias Basner. 2014. "Cardiovascular effects of environmental noise exposure." *European Heart Journal* 35 (13):829-836.
- Münzel, Thomas, Maike Knorr, Frank Schmidt, Stephan von Bardeleben, Tommaso Gori, et Eberhard Schulz. 2016. "Airborne disease: a case of a Takotsubo cardiomyopathie as a consequence of nighttime aircraft noise exposure." *European Heart Journal* 37 (37):2844-2844.
- Münzel, Thomas, Frank P. Schmidt, Sebastian Steven, Johannes Herzog, Andreas Daiber, et Mette Sørensen. 2018. "Environmental noise and the cardiovascular system." *Journal of the American College of Cardiology* 71 (6):688-697.
- Münzel, Thomas, et Mette Sørensen. 2017. "Noise pollution and arterial hypertension." *European Cardiology Review* 12 (1):26.
- Münzel, Thomas, Mette Sørensen, Frank Schmidt, Erwin Schmidt, Sebastian Steven, Swenja Kröller-Schön, et Andreas Daiber. 2018. "The adverse effects of environmental noise exposure on oxidative stress and cardiovascular risk." *Antioxidants & redox signaling* 28 (9):873-908.
- Nassur, Ali Mohamed, Marie Lefevre, Anne-Sophie Evrard, Maxime Elbaz, Damien Leger, Fanny Mietlicki, Philippe Nguyen, Carlos Ribeiro, Matthieu Sineau, et Bernard Laumon. 2018. "Aircraft noise exposure and objective sleep quality in the population living near airports in France." 47th International Congress and Exposition on Noise Control Engineering (inter-noise 2018), 2018/08/26/.
- Nicole, Wendee. 2018. "Not All Noise Is the Same: Fluctuations in Transportation Noise Levels and Arterial Stiffness." *Environmental health perspectives* 126 (1):014004.
- Nieuwenhuijsen, Mark J., Gordana Ristovska, et Payam Dadvand. 2017. "WHO environmental noise guidelines for the European region: a systematic review on environmental noise and adverse birth outcomes." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 14 (10):1252.
- Ozkurt, Nesimi, Samet Feyyaz Hamamci, et Deniz Sari. 2015. "Estimation of airport noise impacts on public health. A case study of Izmir Adnan Menderes Airport." *Transportation Research Part D: Transport and Environment* 36:152-159.
- Park, Hyeon Ku. 2018. "Indoor Noise Annoyance Due to Transportation Noise." *Journal of Asian Architecture and Building Engineering* 17 (1):149-155.
- Perron, Stéphane, Louis-François Tétreault, Norman King, Céline Plante, et Audrey Smargiassi. 2012. "Review of the effect of aircraft noise on sleep disturbance in adults." *Noise and Health* 14 (57):58.
- Peters, Junenette L., Christopher D. Zevitas, Susan Redline, Aaron Hastings, Natalia Sizov, Jaime E. Hart, Jonathan I. Levy, Christopher J. Roof, et Gregory A. Wellenius. 2018. "Aviation noise and cardiovascular health in the United States: a review of the evidence and recommendations for research direction." *Current epidemiology reports* 5 (2):140-152.
- Pieren, Reto, Lothar Bertsch, Demian Lauper, et Beat Schäffer. 2019. "Improving future low-noise aircraft technologies using experimental perception-based evaluation of synthetic flyovers." *Science of the Total Environment* 692:68-81.

- Potera, Carol. 2014. *In the neighborhood: Metabolic outcomes among residents exposed to aircraft noise: NLM-Export.*
- Pyko, Andrei, Charlotta Eriksson, Bente Oftedal, Agneta Hilding, Claes-Göran Östenson, Norun Hjertager Krog, Bettina Julin, Gunn Marit Aasvang, et Göran Pershagen. 2015. "Exposure to traffic noise and markers of obesity." *Occupational and environmental medicine* 72 (8):594-601.
- Ragettli, Martina S., Sophie Goudreau, Céline Plante, Stéphane Perron, Michel Fournier, et Audrey Smargiassi. 2016. "Annoyance from road traffic, trains, airplanes and from total environmental noise levels." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 13 (1):90.
- Rapoza, Amanda, Erika Sudderth, et Kristin Lewis. 2015. "The relationship between aircraft noise exposure and day-use visitor survey responses in backcountry areas of national parks." *The Journal of the Acoustical Society of America* 138 (4):2090-2105.
- Rathsam, Jonathan, Alexandra Loubeau, et Jacob Klos. 2015. "Effects of indoor rattle sounds on annoyance caused by sonic booms." *The Journal of the Acoustical Society of America* 138 (1):EL43-EL48.
- Ristovska, Gordana, Helga Laszlo, et Anna Hansell. 2012. "Summary of evidence for reproductive outcomes associated with noise exposure – experimental and human studies. Gordana Ristovska, Helga Elvira Laszlo, Anna Hansell. 19th International Conference on sound and vibration, Vilnius, Lithuania, July 8-12, 2012."
- Rizk, Sanaa A. M., Nevin E. Sharaf, Heba Mahdy-Abdallah, et Khalid S. Abd ElGelil. 2016. "Some health effects of aircraft noise with special reference to shift work." *Toxicology and industrial health* 32 (6):961-967.
- Schäffer, Beat, Reto Pieren, Franco Mendolia, Mathias Basner, et Mark Brink. 2017. "Noise exposure-response relationships established from repeated binary observations: Modeling approaches and applications." *The Journal of the Acoustical Society of America* 141 (5):3175-3185.
- Schäffer, Beat, Georg Thomann, Philipp Huber, Mark Brink, Stefan Plüss, et Robert Hofmann. 2012. "Zurich Aircraft Noise Index: an index for the assessment and analysis of the effects of aircraft noise on the population." *Acta Acustica united with Acustica* 98 (3):505-519.
- Schäffer, Beat, Christoph Zellmann, Stefan Plüss, et Georg Thomann. 2013. "Estimating the effects of aircraft noise on the population using the Zurich Aircraft Noise Index ZFI." 2013.
- Schomer, Paul, Vincent Mestre, Sanford Fidell, Bernard Berry, Truls Gjestland, Michel Vallet, et Timothy Reid. 2012. "Role of community tolerance level (CTL) in predicting the prevalence of the annoyance of road and rail noise." *The Journal of the Acoustical Society of America* 131 (4):2772-2786.
- Schreckenberg, Dirk. 2012. "Aircraft noise annoyance and residents' acceptance and use of sound proof windows and ventilation systems." *Inter-noise 2012.*
- Schubert, Melanie, Janice Hegewald, Alice Freiberg, Karla Romero Starke, Franziska Augustin, Steffi G. Riedel-Heller, Hajo Zeeb, et Andreas Seidler. 2019. "Behavioral and emotional disorders and transportation noise among children and adolescents: a systematic review and meta-analysis." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (18):3336.
- Seidler, Andreas, Janice Hegewald, Anna Lene Seidler, Melanie Schubert, et Hajo Zeeb. 2019. "Is the whole more than the sum of its parts? Health effects of different types of traffic noise combined." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 16 (9):1665.
- Sørensen, Mette. 2017. "Aircraft noise exposure and hypertension." *Occupational and environmental medicine* 74 (2):85-86.
- Stansfeld, S. A., et M. Shipley. 2015. "Noise sensitivity and future risk of illness and mortality." *Science of the Total Environment* 520:114-119.
- Stansfeld, Stephen. 2013. *Airport noise and cardiovascular disease*: British Medical Journal Publishing Group.
- Stansfeld, Stephen A. 2015. "Noise effects on health in the context of air pollution exposure." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (10):12735-12760.
- Stansfeld, Stephen, Mark Brink, Goran Belojevic, Marie Eve Heroux, Sabine Janssen, Peter Lercher, Marco Paviotti, Goran Pershagen, Kerstin Persson Waye, et Anna Preis. 2016. "WHO Environmental noise guidelines for the European Region-What is new? 2. New evidence on Health Effects from Environmental Noise and implication for Research." *Inter-noise 2016.*
- Stansfeld, Stephen, et Charlotte Clark. 2015. "Health effects of noise exposure in children." *Current environmental health reports* 2 (2):171-178.

- Taylor, Jennifer. 2014. "Noise: a new cardiovascular risk factor." *European Heart Journal* 35 (13):821-822.
- Tétreault, Louis-François, Céline Plante, Stéphane Perron, Sophie Goudreau, Norman King, et Audrey Smargiassi. 2012. "Risk assessment of aircraft noise on sleep in Montreal." *Canadian Journal of Public Health* 103 (4):e293-e296.
- Tokashiki, Takeshi. 2016. "Research on the effect of the aircraft noise pollution on the noise environment in the school education of Okinawa due to the U.S. military Bases." *InterNoise16*, 2016/08/21/.
- Tokuda, Yasuharu, et Peter B. Barnett. 2017. "Constructing a New US Military Base: A Health Threat to Okinawan People." *Environmental Justice* 10 (1):23-25.
- Tonne, Cathryn, Carles Milà, Daniela Fecht, Mar Alvarez, John Gulliver, James Smith, Sean Beevers, H. Ross Anderson, et Frank Kelly. 2018. "Socioeconomic and ethnic inequalities in exposure to air and noise pollution in London." *Environment international* 115:170-179.
- Torjesen, Ingrid. 2017. *Long term aircraft noise is linked to incidence of high blood pressure*: British Medical Journal Publishing Group.
- van den Berg, Frits, et Claudia Verhagen. 2012. "Relation between worry about and annoyance from air transport." 2012.
- Van den Berg, Frits, Claudia Verhagen, et Daan Uitenbroek. 2015. "The relation between self-reported worry and annoyance from air and road traffic." *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12 (3):2486-2500.
- Vienneau, Danielle, Laura Perez, Christian Schindler, Christoph Lieb, Heini Sommer, Nicole Probst-Hensch, Nino Künzli, et Martin Röösli. 2015. "Years of life lost and morbidity cases attributable to transportation noise and air pollution: A comparative health risk assessment for Switzerland in 2010." *International journal of hygiene and environmental health* 218 (6):514-521.
- Zijlema, W. L., D. W. Morley, R. P. Stolk, et J. G. M. Rosmalen. 2015. "Noise and somatic symptoms: A role for personality traits?" *International journal of hygiene and environmental health* 218 (6):543-549.
- zur Nieden, Anja, et al. "NORAH Study: Blood pressure monitoring using telemedicine-Design and methods to investigate associations of blood pressure with aircraft, road traffic and railway traffic noise." *Inter-noise* 2013.
- Zur Nieden, Anja, et al. "NORAH—Field study: The Effects of chronic exposure to traffic noise (aircraft, railway and road traffic) on hypertension C3." *Inter-noise* 2016.

Annexe 4 : Suivi des actualisations du rapport

Date	Version	Page	Description de la modification

Notes
