[21] Wagner S, Kersuzan C, Gojard S, Tichit C, Nicklaus S, Geay B, *et al*. Durée de l'allaitement en France selon les caractéristiques des parents et de la naissance. Résultats de l'étude longitudinale française Elfe, 2011. Bull Epidémiol Hebd. 2015;(29):522-32. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2015/29/2015_29_1.html

[22] Charkaluk M-L, Delgranche A, Kraupner S, Bourlet A. La labellisation initiative hôpital ami des bébés (IHAB): une opportunité à saisir. Arch Pediatr. 2017;24(9):789-91.

[23] Kramer MS, Chalmers B, Hodnett ED, Sevkovskaya Z, Dzikovich I, Shapiro S, *et al*.; PROBIT Study Group (Promotion of Breastfeeding Intervention Trial). Promotion of breastfeeding intervention trial (PROBIT): A randomized trial in the Republic of Belarus. JAMA. 2001;285(4):413-420.

[24] International Board Certified Lactation Consultant Staffing Recommendations For The Inpatient Setting. Washington, DC: United States Lactation Consultant Association; 2010. 3 p. http://uslca.org/wp-content/uploads/2013/02/IBCLC_Staffing_Recommendations_July_2010.pdf

[25] Turck D, Razanamahefa L, Dazelle C, Gelbert N. Plan d'action : allaitement maternel. Med Nutr. 2011;46(3-4):25-47.

Citer cet article

Mitha A, Kaminski M, Pierrat V. Allaitement à la sortie d'hospitalisation des enfants nés prématurément et politiques des unités néonatales : données de la cohorte nationale française Epipage-2. Bull Epidémiol Hebd. 2020;(28):562-70. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/28/2020_28_2.html

ARTICLE // Article

EFFETS DE L'EXPOSITION AU BRUIT DES AVIONS SUR LA SANTÉ : RÉSULTATS, À L'INCLUSION, DE L'ÉTUDE DEBATS

// HEALTH EFFECTS OF AIRCRAFT NOISE EXPOSURE: BASELINE RESULTS OF THE DEBATS STUDY

Anne-Sophie Evrard[1] (anne-sophie.evrard@univ-eiffel.fr), Marie Lefèvre[1], Clémence Baudin[1], Marie-Christine Carlier[2], Patricia Champelovier[3], Lise Giorgis-Allemand[1], Jacques Lambert[3], Damien Léger[4], Ali-Mohamed Nassur[1], Bernard Laumon[5], Bruitparif[6]

[1] Univ Lyon, Univ Gustave Eiffel (ex-Ifsttar), Univ Lyon 1, Umrestte, UMR-T9405, Bron
[2] Hospices Civils de Lyon GH Sud CBAPS, Laboratoire de biochimie, Pierre Bénite
[3] Univ Gustave Eiffel (ex-Ifsttar), AME-DCM, Bron
[4] Université de Paris, EA7330 VIFASOM, APHP, Hôtel-Dieu, Centre du sommeil et de la vigilance, Paris
[5] Univ Gustave Eiffel (ex-Ifsttar), TS2, Bron
[6] Centre d'évaluation technique de l'environnement sonore en Île-de-France, Saint-Denis

Soumis le 02.04.2020 // *Date of submission: 04.02.2020*

Résumé // Abstract

Contexte – En 2004, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a recommandé d'affiner la connaissance de la situation sanitaire résultant de l'exposition au bruit des avions. Faisant suite à cet avis, la Direction générale de la santé et l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires ont suscité la mise en œuvre d'une étude intitulée Debats (Discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé).

Objectif – L'objectif de l'étude Debats est d'évaluer les effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé des riverains des aéroports en France.

Matériel et méthodes – Au total, 1 244 riverains des aéroports de Paris-Charles de Gaulle, Lyon-Saint-Exupéry et Toulouse-Blagnac ont été inclus dans l'étude en 2013. Des informations concernant leurs caractéristiques démographiques, leur mode de vie et leur état de santé (effets sur le sommeil, sur les systèmes cardiovasculaire et endocrinien, troubles psychologiques, état de santé perçu, gêne ressentie) ont été obtenues lors d'un entretien à leur domicile en face-à-face avec un enquêteur en 2013 et lors des suivis en 2015 et 2017. L'exposition au bruit des avions au domicile des participants a été estimée à partir des cartes de bruit produites par la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) pour Lyon-Saint Exupéry et Toulouse-Blagnac et par Aéroports de Paris pour Paris-Charles de Gaulle.

Résultats – Les résultats des analyses portant sur les données recueillies à l'inclusion suggèrent que l'exposition au bruit des avions a des effets délétères sur la qualité et la quantité subjectives du sommeil, les systèmes cardiovasculaire et endocrinien, la gêne, les troubles psychologiques et l'état de santé perçu.

Conclusion – Ces résultats confirment ceux d'études antérieures réalisées à l'étranger. L'analyse longitudinale de l'ensemble des données recueillies en 2013, 2015 et 2017 devrait les conforter.

Context – *In 2004, the High Commission of Public Hygiene in France recommended improving the knowledge of the health situation resulting from exposure to aircraft noise. Following this recommendation, the French Ministry of Health and the Airport Pollution Control Authority initiated a study called DEBATS.*

Objective – *The objective is to evaluate the effects of aircraft noise exposure on the health of people living near airports in France.*

Material and methods – *A total of 1,244 residents near Paris-Charles de Gaulle, Lyon-Saint-Exupéry and Toulouse-Blagnac airports were included in the study in 2013. Information about their demographic characteristics, their lifestyle and their health status (effects on sleep, cardiovascular and endocrine systems, psychological disorders, self-perceived health status, annoyance due to aircraft noise) was obtained during a face-to-face interview at their homes with an investigator, at baseline in 2013 and during follow-ups in 2015 and 2017. Exposure to aircraft noise at participants' homes was estimated with noise maps provided by the airport authorities.*

Results – *The results of the analyses based on data collected at baseline in 2013 suggest that aircraft noise exposure has adverse effects on subjective sleep quality and quantity, the cardiovascular and endocrine systems, annoyance, psychological disorders, and self-perceived heath.*

Conclusion – *These results confirm those of previous studies conducted abroad. The longitudinal analyses of all the data collected in 2013, 2015 and 2017 should confirm these findings.*

Mots-clés : Exposition environnementale, Bruit, Avion, Aéroport, État de santé, Sommeil
// Keywords: Environmental exposure, Noise, Aircraft, Airport, Health status, Sleep

Introduction

Le bruit généré par les transports représente un enjeu majeur pour la santé publique, avec au moins un million d'années de vie en bonne santé perdues chaque année en Europe occidentale[1]. Le bruit des avions est la troisième source la plus importante, après le bruit des trafics routier et ferroviaire, affectant l'exposition humaine au-delà des niveaux considérés comme gênants ou comme ayant des effets néfastes sur la santé[1]. L'impact sur la santé d'une exposition prolongée au bruit des avions est de plus en plus préoccupant[2] en raison de l'augmentation constante du nombre de vols, ainsi que du mécontentement croissant des riverains des aéroports face à cette nuisance[3].

En 2004, le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a recommandé d'affiner la connaissance de la situation sanitaire française résultant de l'exposition au bruit des avions. Faisant suite à cet avis, en 2009, la Direction générale de la santé et l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires ont suscité la mise en œuvre d'un programme de recherche épidémiologique appelé Debats (Discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé). Le protocole de cette recherche a ensuite été défini et affiné avec un comité scientifique entre 2010 et 2011, avant la mise en place d'une étude pilote fin 2011.

L'objectif de cette étude était de mieux connaître et quantifier les effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé des riverains des aéroports en France. Les participants ont été interrogés une première fois en 2013 lors de leur inclusion dans l'étude, puis lors des suivis en 2015 et 2017. Cet article présente les résultats des analyses basées sur les données collectées en 2013. Il porte sur les perturbations du sommeil, le risque d'hypertension artérielle (HTA), les modifications de la sécrétion de cortisol (hormone impliquée dans la régulation du stress), les troubles psychologiques, l'état de santé perçu et la gêne due au bruit des avions. Les résultats présentés ici sont issus des articles que nous avons publiés en anglais, dans des revues internationales à comité de lecture. Le présent article est une synthèse de l'ensemble des résultats obtenus à partir des données collectées à l'inclusion de cette première étude menée en France évaluant les effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé.

Méthodes

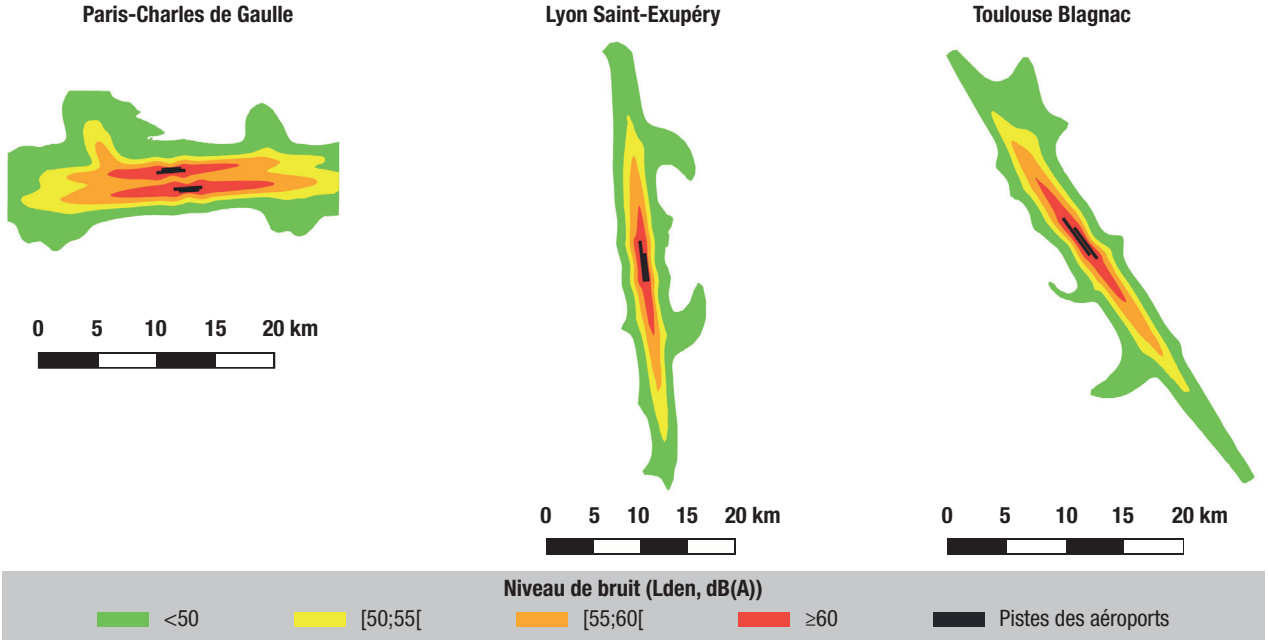
Population d'étude

La population d'étude est constituée de riverains, âgés de 18 ans et plus, de trois aéroports français : Paris-Charles de Gaulle, Lyon-Saint-Exupéry et Toulouse-Blagnac. La méthodologie adoptée pour le recrutement des participants a fait l'objet d'un rapport détaillé[4]. L'objectif était de recruter approximativement 300 riverains dans quatre zones de bruit définies à partir des cartes de bruit produites par la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) pour Lyon-Saint-Exupéry et Toulouse-Blagnac et par Aéroports de Paris pour Paris-Charles de Gaulle. Ces zones sont définies en termes de L_{den} (indicateur correspondant au niveau de bruit moyen pondéré sur une journée entière) : <50 dB(A), 50-54 dB(A), 55-59 dB(A), et 60 dB(A) et plus (figure). Le L_{den} est un indicateur d'exposition au bruit couvrant la période de 24 heures, défini dans la directive européenne 2002/49[5] relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant comme la moyenne pondérée des niveaux sonores pendant la journée (6h à 18h), le soir (18h à 22h) et la nuit (22h à 6h), où les niveaux de pression acoustique du soir et de la nuit ont reçu une majoration de 5 et 10 dB(A) respectivement pour traduire une plus grande sensibilité au bruit pendant les périodes de soirée et de nuit en comparaison avec la période de jour.

Un échantillon d'adresses situées dans l'une des communes de la zone d'étude, stratifié sur ces quatre zones de bruit, a été tiré au sort dans l'annuaire téléphonique universel. L'objectif était de s'assurer qu'un nombre suffisant de participants soit exposé à des niveaux élevés d'exposition au bruit des avions, et de maximiser ainsi les contrastes d'exposition. La sélection du répondant a ensuite été effectuée par tirage au sort au sein des membres éligibles du foyer au moment du contact téléphonique. La personne

Figure

Cartes de bruit des trois aéroports inclus dans l'étude Debats



sélectionnée, si elle acceptait de participer, signait alors un formulaire de consentement éclairé qu'elle retournait par courrier. Au final, 1 244 personnes ont été incluses dans l'étude en 2013.

Près de 40% des personnes contactées, bien qu'ayant refusé de participer à l'étude, ont malgré tout accepté de répondre à un questionnaire de refus renseignant leurs caractéristiques démographiques et socioéconomiques. Les profils démographiques et socioéconomiques des participants ont ainsi pu être comparés à ceux des personnes qui ont répondu au questionnaire de refus (non-participants).

Recueil de l'information et constitution des variables

Les participants ont répondu à un questionnaire lors d'un entretien à leur domicile en face-à-face avec un enquêteur.

Qualité subjective du sommeil

La durée totale de sommeil a été évaluée par la différence entre l'heure à laquelle les participants ont déclaré éteindre la lumière pour dormir et l'heure à laquelle ils ont déclaré se lever. Elle a ensuite été dichotomisée : « *courte* » (≤6 heures) *versus* « *normale et longue* » (>6 heures). En effet, chez les adultes, le fait de dormir moins de 6 heures par nuit pendant les jours de la semaine est généralement associé à des comorbidités potentielles (obésité, diabète, hypertension, pathologies cardiaques)[6].

Dans le questionnaire, les participants ont également décrit comment ils se sentaient après une nuit de sommeil habituelle : « *bien reposé* », « *plutôt reposé* », « *plutôt fatigué* » ou « *très fatigué* ». Cette variable a également été dichotomisée : « *bien ou plutôt reposé* » *versus* « *plutôt ou très fatigué* ».

Hypertension artérielle (HTA)

La pression artérielle a été mesurée pendant l'entretien des participants avec l'enquêteur. Un individu était classé comme hypertendu s'il avait une pression artérielle systolique (PAS) de 140 mm Hg ou plus, ou une pression artérielle diastolique (PAD) de 90 mm Hg ou plus (définition de l'HTA par l'Organisation mondiale de la santé – OMS), ou s'il déclarait qu'un médecin lui avait diagnostiqué une HTA au cours des 12 derniers mois en conjonction avec la prise d'un médicament à action antihypertensive.

Troubles psychologiques

La présence de troubles psychologiques a été déterminée grâce à la version en 12 questions du *General Health Questionnaire* (GHQ-12)[7]. Chacune des questions comporte une échelle de réponse en quatre points, habituellement codée de manière bimodale : « *pas du tout* », « *pas plus que d'habitude* », « *plutôt plus que d'habitude* » et « *beaucoup plus que d'habitude* » (modalités respectivement codées 0, 0, 1, 1). Un score total compris entre 0 et 12 a été calculé en additionnant les résultats obtenus pour chaque question. Les participants ayant un score total de 3 ou plus ont été considérés comme ayant une santé psychologique dégradée[8].

État de santé perçu

L'état de santé perçu est une auto-évaluation de sa propre santé par l'individu lui-même[9]. Cette mesure subjective peut être considérée comme un indicateur de qualité de vie, de morbidité et de mortalité[10]. Elle est fortement et systématiquement associée à des problèmes de santé physique ou mentale[11].

L'état de santé perçu a été évalué grâce à la première question du questionnaire SF-36 : « *Dans l'ensemble, pensez-vous que votre santé est excellente, bonne,*

médiocre, mauvaise ? ». Pour les analyses statistiques, les réponses à cette question ont été dichotomisées de la façon suivante : santé « excellente » ou « bonne » *versus* « médiocre » ou « mauvaise ».

Gêne due au bruit des avions

La gêne due au bruit des avions a été évaluée à l'aide d'une question normalisée avec l'échelle de réponse verbale en cinq points recommandée par l'*International Commission on the Biological Effects of Noise* (ICBEN)[12] : « *En pensant aux 12 derniers mois, lorsque vous êtes ici chez vous, dans quelle mesure le bruit des avions vous gêne-t-il ?* » : « *extrêmement* », « *beaucoup* », « *moyennement* », « *légèrement* » ou « *pas du tout* »[13]. Comme le recommande la Commission européenne[12], la gêne dans la population étudiée a été décrite en utilisant le pourcentage de personnes fortement gênées (%HA) défini par la proportion de personnes déclarant être « *beaucoup* » ou « *extrêmement* » gênées par le bruit des avions.

Cortisol

Chaque participant devait prélever deux fois sa salive à l'aide d'un kit de prélèvement de salive (salivette® Sarstedt – version neutre pour recueil et analyse de la salive) : le matin immédiatement au lever (moment où la concentration de cortisol salivaire est généralement la plus élevée) et une seconde fois le soir juste avant le coucher (moment où la concentration de cortisol salivaire est généralement la plus basse). Ces prélèvements ont ensuite été analysés par technique immuno-enzymatique Elisa (*Enzyme Linked ImmunoSorbent Assay*, IBL international, Hambourg, Allemagne) pour déterminer la concentration de cortisol.

La variation de cortisol a été définie comme la différence entre les niveaux au lever et au coucher. La variation horaire de cortisol a ensuite été obtenue en divisant la variation de cortisol par le nombre d'heures écoulé entre les deux prélèvements de salive.

Exposition au bruit des avions

Les niveaux de bruit des avions ont été estimés avec une résolution de 1 dB(A) à partir des cartes de bruit produites par la DGAC grâce au logiciel de calcul du bruit des aéronefs appelé INM (*Integrated Noise Model*)[14]. L'exposition au bruit des avions au domicile de chaque participant a ensuite été évaluée en reliant ces niveaux de bruit aux adresses des participants grâce à un système d'information géographique (SIG).

Pour les analyses statistiques, les indicateurs acoustiques L_{den} (indicateur correspondant au niveau de bruit moyen pondéré sur une journée entière de 24 heures, qui sera appelé ici « niveau de bruit pendant la journée ») et L_{night} (indicateur correspondant au niveau de bruit moyen pendant la nuit de 22h à 6h, qui sera appelé ici « niveau de bruit pendant la nuit ») ont été utilisés.

Méthodologie d'analyse statistique

Des modèles de régression logistique ont été utilisés pour évaluer les associations entre l'exposition au bruit des avions d'une part, la qualité subjective du sommeil, le risque d'HTA, les troubles psychologiques, l'état de santé perçu et la gêne due au bruit des avions d'autre part. Des modèles de régression linéaire, avec le logarithme de la variation horaire du cortisol ou des niveaux de cortisol le matin et le soir comme variables à expliquer, ont été appliqués pour évaluer l'association entre l'exposition au bruit des avions et la sécrétion de cortisol.

Des modèles additifs généralisés incluant une fonction spline cubique ont d'abord été ajustés afin de tenir compte d'un effet non linéaire potentiel du bruit des avions sur les différents aspects sanitaires étudiés. Comme les résultats de ces modèles suggéraient des relations approximativement linéaires, les associations avec la variable d'exposition en continu ont été estimées et présentées dans cet article.

Certaines analyses de la présente étude ont été réalisées séparément pour les hommes et les femmes. En effet, les rares études séparant les hommes et les femmes ont trouvé des associations entre l'exposition au bruit et le risque d'hypertension chez les hommes mais pas chez les femmes[15,16]. Par ailleurs, on sait qu'en France, les femmes ont tendance à juger leur santé plus sévèrement que les hommes[17,18]. Concernant les autres effets sur la santé étudiés, comme il n'existait pas d'hypothèse *a priori* sur une différence entre les hommes et les femmes, les analyses ont été réalisées sur l'échantillon total hommes et femmes regroupés.

L'ensemble des analyses ont été réalisées avec le logiciel SAS® 9.4.

Résultats

Parmi les 549 hommes et 695 femmes participants à l'étude, 9% ont déclaré une durée totale de sommeil inférieure à 6 heures, 30% ont rapporté un sentiment de fatigue après une nuit de sommeil habituelle, 34% ont été classés hypertendus, 22% ont été considérés comme ayant des troubles psychologiques, 15% ont déclaré un mauvais état de santé perçu et 18% étaient fortement gênés par le bruit des avions (tableau 1). La moyenne de la variation horaire de cortisol s'élevait à 2,2 nmol/l (écart-type=1,5) avec une concentration moyenne de cortisol au lever de 25,6 nmol/l (écart-type=13,2) et au coucher de 6,6 nmol/l (écart-type=6,5). La répartition des participants en termes de genre, d'âge, d'exercice d'une activité professionnelle, de niveau d'éducation, de statut marital, de consommation de tabac et d'alcool, de pratique d'une activité physique et d'indice de masse corporelle (IMC) ne différait pas entre les quatre zones de bruit (tableau 1).

Qualité subjective du sommeil

Une association statistiquement significative a été trouvée entre l'exposition au bruit des avions et une durée totale de sommeil de moins de 6 heures d'une part, une sensation de fatigue après une nuit de sommeil habituelle d'autre part (n=1 244, odds ratio, OR=1,63,

Tableau 1

Principales caractéristiques des 1 244 participants à l'étude Debats, 2013

	Total participants		Zone de bruit (L_{den} en dB(A))								
			<50		50-54		55-59		≥60		
			N=317		N=307		N=314		N=306		Chi2
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	p-value
Sexe											
Homme	549	(44)	153	(28)	141	(26)	124	(23)	131	(24)	0,14
Femme	695	(56)	164	(24)	166	(24)	190	(27)	175	(25)	
Âge											
18-34	226	(18)	68	(30)	54	(24)	59	(26)	45	(20)	0,05
35-44	236	(19)	61	(26)	62	(26)	62	(26)	51	(22)	
45-54	266	(21)	66	(25)	66	(25)	75	(28)	59	(22)	
55-64	260	(21)	72	(28)	61	(23)	54	(21)	73	(28)	
65-74	185	(15)	42	(23)	45	(24)	39	(21)	59	(32)	
≥75	71	(6)	8	(11)	19	(27)	25	(35)	19	(27)	
Exercice d'une activité professionnelle											
Non	499	(40)	119	(24)	128	(26)	124	(25)	128	(26)	0,66
Oui	745	(60)	198	(27)	179	(24)	190	(26)	178	(24)	
Niveau d'éducation											
<Bac	452	(36)	104	(23)	108	(24)	109	(24)	131	(29)	0,05
Bac	215	(17)	49	(23)	51	(24)	65	(30)	50	(23)	
>Bac	577	(46)	164	(28)	148	(26)	140	(24)	125	(22)	
Statut marital											
Célibataire	253	(20)	62	(25)	50	(20)	77	(30)	64	(25)	0,15
En couple	782	(63)	211	(27)	208	(27)	182	(23)	181	(23)	
Divorcé(e)/Séparé(e)	133	(11)	28	(21)	32	(24)	33	(25)	40	(30)	
Veuf(ve)	76	(6)	16	(21)	17	(22)	22	(29)	21	(28)	
Consommation de tabac											
Non-fumeur	625	(50)	140	(22)	158	(25)	170	(27)	157	(25)	0,10*
Ancien fumeur	330	(27)	104	(32)	73	(22)	75	(23)	78	(24)	
Fumeur	288	(23)	72	(35)	76	(26)	69	(24)	71	(25)	
Manquant	1	(0)	1	(100)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	
Consommation d'alcool											
Non buveur	348	(28)	81	(23)	74	(21)	102	(29)	91	(26)	0,08
Petit buveur	637	(51)	154	(24)	168	(26)	154	(24)	161	(25)	
Moyen buveur	193	(16)	65	(34)	49	(25)	43	(22)	36	(19)	
Gros buveur	54	(4)	13	(24)	13	(24)	13	(24)	15	(28)	
Manquant	12	(1)	4	(33)	3	(25)	2	(17)	3	(25)	
Pratique d'une activité physique											
Non	587	(47)	131	(22)	130	(22)	161	(27)	165	(28)	<0,01
Oui	657	(53)	186	(28)	177	(27)	153	(23)	141	(21)	
Indice de masse corporelle											
Normal ou maigreur	562	(45)	147	(26)	147	(26)	151	(27)	117	(21)	0,09
Surpoids	424	(34)	109	(26)	100	(24)	93	(22)	122	(29)	
Obésité	249	(20)	58	(23)	58	(23)	69	(28)	64	(26)	
Manquant	9	(1)	3	(33)	2	(22)	1	(11)	3	(33)	
Durée totale de sommeil											
≤6 h	112	(9)	20	(18)	24	(21)	30	(27)	38	(34)	0,05
>6 h	1 132	(91)	297	(26)	283	(25)	284	(25)	268	(24)	

☞

Tableau 1 (suite)

	Total participants		Zone de bruit (L_{den} en dB(A))								
			<50		50-54		55-59		≥60		
			N=317		N=307		N=314		N=306		Chi2
	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	N	(%)	p-value
Sentiment de fatigue											
Plutôt ou très fatigué	367	(30)	90	(25)	84	(23)	94	(26)	99	(27)	0,54
Plutôt ou très reposé	876	(70)	227	(26)	223	(25)	220	(25)	206	(24)	
Manquant	1	(0)	0	(0)	0	(0)	0	(0)	1	(100)	
Hypertension artérielle											
Non	804	(65)	214	(27)	211	(26)	199	(25)	180	(22)	0,07
Oui	426	(34)	102	(24)	93	(22)	110	(26)	121	(28)	
Manquant	14	(1)	1	(7)	3	(21)	5	(36)	5	(36)	
Troubles psychologiques											
Non	976	(78)	243	(25)	245	(25)	248	(25)	240	(25)	0,80
Oui	268	(22)	74	(28)	62	(23)	66	(25)	66	(25)	
Mauvais état de santé perçu											
Non	1 052	(85)	277	(26)	260	(25)	260	(25)	255	(24)	0,41**
Oui	191	(15)	40	(21)	47	(25)	53	(28)	51	(27)	
Ne sait pas	1	(0)	0	(0)	0	(0)	1	(100)	0	(0)	
Forte gêne due au bruit des avions											
Non	1 018	(82)	292	(29)	267	(26)	248	(24)	211	(21)	<0,01
Oui	226	(18)	25	(11)	40	(18)	66	(29)	95	(42)	

* Chi2 calculé sans la valeur manquante ; ** Chi2 calculé sans la valeur NSP

intervalle de confiance à 95%, IC95%: [1,15-2,32] et n=1 244, OR=1,23 IC95%: [1,00-1,54] respectivement, pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{night}) (tableau 2).

Hypertension

Une augmentation statistiquement significative du risque d'HTA avec l'exposition au bruit des avions a été mise en évidence uniquement chez les hommes (n=543, OR=1,48 IC95%: [1,00-1,97], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{den} et n=543, OR=1,34 IC95%: [1,00-1,97], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{night}) (tableau 2).

Troubles psychologiques

Aucune relation significative n'a été observée entre l'exposition au bruit des avions et les troubles psychologiques. En revanche, un gradient a été observé entre la gêne due au bruit des avions et ces troubles, avec des OR variant de 1,79 (n=1 222, IC95%: [1,06-3,03]) pour les individus légèrement gênés, à 4,00 (n=1 222, IC95%: [1,67-9,55]) pour les gens extrêmement gênés, par rapport aux personnes pas du tout gênées (tableau 2).

État de santé perçu

Aucune association significative n'a été trouvée entre l'exposition au bruit des avions et le mauvais état de santé perçu chez les femmes. En revanche, une association statistiquement significative a été observée chez les hommes (n=540, OR=1,55, IC95%: [1,01-2,39], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{den} et n=540, OR=1,58, IC95%: [1,05-2,39], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{night}) (tableau 2).

Gêne due au bruit des avions

La proportion de personnes fortement gênées par le bruit des avions augmente de manière statistiquement significative lorsque l'exposition au bruit des avions augmente (n=1 244, OR=2,80 IC95%: [2,05-3,83], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{den}) (tableau 2).

Cortisol

L'exposition au bruit des avions est associée à une diminution statistiquement significative de 15% de la variation horaire du cortisol salivaire (n=954, exp(β)=0,85, IC95%: [0,75-0,96], pour une augmentation de 10 dB(A) du L_{den}), avec des niveaux de cortisol inchangés au lever, mais plus élevés au coucher (tableau 3).

Discussion

Debats est la première étude à investiguer les effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé des riverains des aéroports en France. Le taux de participation (30%) est similaire à celui des études sur le même sujet réalisées en Allemagne, en Italie et au Royaume-Uni [15]. Les résultats à l'inclusion confirment ceux obtenus dans la littérature et suggèrent que l'exposition au bruit des avions :

- diminue la quantité et la qualité du sommeil mesurées de manière subjective [19] ;

Tableau 2

Odds ratios (OR) et intervalles de confiance à 95% (IC95%) pour les associations entre les niveaux de bruit des avions et les évènements de santé étudiés, étude Debats 2013

	Qualité subjective du sommeil [a]						Hypertension chez les hommes [b]			Troubles psychologiques [c]			Mauvais état de santé perçu chez les hommes [d]			Forte gêne due au bruit des avions [e]		
	Durée totale de sommeil ≤6h			Sentiment de fatigue														
	N=1 244			N=1 244			N=543			N=1 222			N=540			N=1 244		
	OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%		OR	IC95%	
Niveaux de bruit																		
L_{den}*	**1,71**	**1,17**	**2,50**	**1,28**	**1,00**	**1,63**	**1,48**	**1,00**	**1,97**	0,93	0,69	1,24	**1,55**	**1,01**	**2,39**	**2,80**	**2,05**	**3,83**
L_{night}*	**1,63**	**1,15**	**2,32**	**1,23**	**1,00**	**1,54**	**1,34**	**1,00**	**1,97**	0,90	0,69	1,17	**1,58**	**1,05**	**2,39**	**2,70**	**2,01**	**3,64**
Gêne due au bruit des avions																		
Pas du tout gêné										1,00								
Légèrement gêné										**1,79**	**1,06**	**3,03**						
Moyennement gêné										1,63	0,98	2,71						
Beaucoup gêné										**2,00**	**1,10**	**3,64**						
Extrêmement gêné										**4,00**	**1,67**	**9,55**						

Les valeurs en gras sont statistiquement significatives avec une p-value <0,05.

* Pour une augmentation de 10 dB(A).

[a] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, le statut marital, la consommation d'alcool, la consommation de tabac, la pratique d'une activité physique, l'état de santé perçu, l'indice de masse corporelle, l'anxiété autodéclarée, la dépression autodéclarée, la sensibilité au bruit, les horaires de travail, la fatigue physique, la fatigue nerveuse, la présence de maladies cardiovasculaires et l'hypertension.

[b] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, l'âge, l'indice de masse corporelle, l'activité physique, la consommation d'alcool et l'exercice d'une activité professionnelle.

[c] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, le sexe, l'âge, le pays de naissance, l'exercice d'une activité professionnelle, le niveau d'éducation, le statut marital, la consommation d'alcool, la consommation de tabac, le nombre d'évènements stressants survenus dans le travail ou la vie personnelle, le revenu mensuel du foyer, la durée de sommeil, la prise d'antidépresseurs, l'anxiété autodéclarée, la sensibilité au bruit et la gêne due au bruit des avions.

[d] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, l'âge, le pays de naissance, la consommation de tabac, le nombre de personnes vivant dans le logement et le revenu mensuel du foyer.

[e] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, l'âge, le sexe, le niveau d'éducation, l'exercice d'une activité professionnelle, le statut d'occupation du logement, le type de logement, la présence d'espaces extérieurs, l'isolation du toit et des fenêtres, la dépendance économique vis-à-vis de l'aéroport, le fait de prendre l'avion, la sensibilité au bruit, la peur d'un accident, la satisfaction de l'environnement dans lequel on vit, les attitudes vis-à-vis de la source de bruit et des autorités et les attentes en ce qui concerne la qualité de vie dans le voisinage.

L_{den} : niveau de bruit moyen pondéré sur une journée entière (24h) ; L_{night} : niveau de bruit moyen sur la période 22h-6h.

IC95% : intervalle de confiance à 95%.

Tableau 3

Coefficients de régression linéaire estimés et leurs intervalles de confiance à 95% pour les associations entre niveaux de bruit des avions et concentration salivaire de cortisol, étude Debats, 2013

	Variation horaire de la concentration de cortisol [a]			Concentration de cortisol le matin [b]			Concentration de cortisol le soir [b]		
	N=954			N=954			N=954		
	β	IC95%		β	IC95%		β	IC95%	
Niveaux de bruit									
L_{den}*	**0,85**	**0,75-0,96**		1,00	0,92	1,08	**1,17**	**1,07**	**1,28**
L_{night}*	**0,83**	**0,74-0,93**		0,98	0,92	1,05	**1,17**	**1,08**	**1,27**

Les valeurs en gras sont statistiquement significatives avec une p-value <0,05.

* Pour une augmentation de 10 dB(A).

[a] Modèle incluant le niveau de bruit des avions, le jour de la semaine (semaine versus week-end) du prélèvement de salive, le sexe, l'âge, l'indice de masse corporelle, la pratique d'une activité physique, le revenu mensuel du foyer, la consommation d'alcool, la consommation de tabac, les troubles psychologiques, la durée de sommeil et la gêne due au bruit des avions.

[b] Modèle incluant les mêmes facteurs que précédemment ainsi que l'heure du prélèvement de salive.

L_{den} : niveau de bruit moyen pondéré sur une journée entière (24h) ; L_{night} : niveau de bruit moyen sur la période 22h-6h.

IC95% : intervalle de confiance à 95%.

- augmente le risque d'hypertension chez les hommes mais pas chez les femmes [20] ;
- n'est pas en lien avec les troubles psychologiques en tant que tels, mais l'est par l'intermédiaire de la gêne due au bruit des avions [21] ;
- augmente le risque d'un mauvais état de santé perçu chez les hommes, mais pas chez les femmes [22] ;
- accroît la proportion de personnes fortement gênées par ce type de bruit [23] ;

- est associée à une baisse significative de la variation de cortisol salivaire[24]. Les individus les plus exposés auraient donc tendance à moins réguler leur sécrétion de cortisol. Cette exposition serait ainsi génératrice d'un stress chronique induisant une perturbation du rythme circadien du cortisol.

La prise en compte d'un grand nombre de facteurs susceptibles d'influer sur les évènements de santé étudiés n'a pas modifié les associations mises en évidence ici. Ces facteurs ne figurent donc pas dans les modèles finaux dont les résultats sont présentés dans les tableaux 2 et 3. C'est notamment le cas de la présence ou non de troubles de sommeil. Par ailleurs, ces résultats restaient inchangés lorsque les analyses ont été limitées aux participants habitant dans leur logement depuis au moins cinq ans au moment de leur inclusion dans l'étude.

Ces conclusions soutiennent l'hypothèse selon laquelle le bruit est un facteur de stress qui active le système sympathique et endocrinien[25]. L'excitation neuroendocrinienne est elle-même associée à des symptômes psychologiques comme la dépression ou l'anxiété[26], ou encore à des effets néfastes sur le métabolisme qui sont des facteurs de risque établis de maladies cardiovasculaires[27].

Certains effets du bruit sur la santé, le risque d'hypertension notamment, seraient présents uniquement chez les hommes[20]. Mais si les études portant sur les effets du bruit sur la santé, sur le risque d'hypertension en particulier, sont nombreuses, rares sont celles s'intéressant plus spécifiquement aux associations qui pourraient être différentes chez les hommes et chez les femmes[15,16]. Les mécanismes expliquant ces différences ne sont que partiellement élucidés en raison de la complexité des interactions entre les gènes d'une part, les gènes et l'environnement d'autre part. Ces différences pourraient notamment être expliquées par l'interaction des hormones féminines avec les systèmes de régulation, mais cette hypothèse reste à confirmer.

Le pourcentage de personnes fortement gênées est plus élevé dans notre étude que ne le laissait présager l'ancienne courbe standard recommandée par la Commission européenne en 2002 pour l'évaluation et la gestion du bruit dans l'environnement dans l'Union européenne (UE)[28]. En revanche, ce pourcentage est systématiquement plus faible dans Debats que ce que prévoyait la nouvelle courbe européenne de 2020[29]. Par exemple, à 60 dB(A), l'ancienne courbe standard de l'UE prédisait 17% de personnes fortement gênées, alors que les données fournies par Debats montrent qu'entre 22% et 27% de personnes sont fortement gênées en fonction de la modélisation retenue. La nouvelle courbe standard de l'UE prévoyait 36% de personnes fortement gênées. Il faut noter que des différences méthodologiques dans l'évaluation des personnes fortement gênées pourraient être à l'origine du fait que les études menées depuis les années 2000 trouvent, pour un même niveau de bruit, des proportions de personnes fortement gênées plus élevées que celles observées dans les études conduites avant 2000 et qui ont permis l'établissement des anciennes courbes de l'UE.

Un biais de sélection ne peut pas être totalement exclu dans cette étude. Cependant, les profils démographiques et socioéconomiques des participants et ceux des personnes qui ont répondu au questionnaire de refus (non-participants) sont relativement similaires même si la proportion de cadres et de professions intermédiaires est plus élevée chez les participants que chez les non-participants et celle des retraités moins élevée. Les non-participants ayant répondu au questionnaire de refus ne sont cependant pas représentatifs de l'ensemble des non-répondants. En outre, les participants à cette étude ne sont pas non plus représentatifs de l'ensemble des riverains des aéroports en France ; mais en l'absence de données concernant cette population, il n'a pas été possible de caractériser leurs différences. Par ailleurs, il est possible que les personnes ayant accepté de participer se sentent davantage concernées et auraient ainsi tendance à déclarer davantage de problèmes de santé liés au bruit. Cependant, un tel biais semble *a priori* limité car les participants n'ont pas été informés de l'objectif spécifique de l'étude avant de remplir le questionnaire. L'étude leur était présentée comme s'intéressant à la perception de leur environnement et à leur santé. Qui plus est, le cortisol salivaire et l'HTA (hors diagnostic médical préalable) ont été objectivés en cours d'étude.

Dans cette étude, 9% des participants déclarent une durée de sommeil inférieure à 6 heures alors que les résultats du Baromètre de Santé publique France de 2017 montrent un pourcentage de 36% de courts dormeurs parmi les 18-75 ans, c'est-à-dire de personnes qui dorment moins de 6 heures par nuit en semaine[6]. Cette différence vient très vraisemblablement du fait que la durée de sommeil estimée dans Debats inclut le temps d'endormissement et la durée des éveils pendant le sommeil, alors que le Baromètre avait comme objectif de mesurer un temps de sommeil réel[6,19].

Parmi les 426 participants classés hypertendus, 315 l'ont été car ils présentaient des mesures de PAS ou de PAD supérieures aux valeurs de l'OMS. Le fait que les mesures de pression artérielle n'aient été prises qu'au cours d'une seule visite est une limite indiscutable de l'étude. Par ailleurs, il n'a pas été possible de prendre en compte une période de latence entre l'exposition au bruit des avions et la survenue de l'hypertension car un grand nombre de participants n'avaient pas connaissance de celle-ci et la date du diagnostic n'a pas été recueillie pour ceux qui en déclaraient une.

L'utilisation d'un seul des items du questionnaire de qualité de vie SF-36 pour évaluer l'état de santé perçu est sans conteste une autre limite de l'étude. Peu d'études dans la littérature se sont intéressées à l'état de santé perçu par les riverains. L'une d'entre elles, menée auprès des riverains de l'aéroport d'Amsterdam Schiphol, utilisait une méthodologie

similaire à celle de Debats et évaluait l'impact du bruit des avions sur l'état de santé perçu à l'aide d'une seule question : « *How is your health in general?* »[30]. Par ailleurs, certains auteurs ont montré que l'évaluation de l'état de santé perçu par une seule question serait aussi fiable pour évaluer l'état de santé général que des questions spécifiques sur la capacité fonctionnelle, le nombre de maladies chroniques ou le bien-être psychologique[31].

L'évaluation de l'exposition au bruit des avions au domicile de chaque participant à l'aide des niveaux de bruit modélisés par des cartes de bruit pourrait être source d'erreurs de mesure. Cependant, la plupart des différences entre les niveaux de bruit modélisés et les mesures de stations permanentes[32] ou de campagnes spécifiques[33] se situent entre 0,5 et 1,5 dB(A) en termes de L_{den}. Ce résultat montre une correspondance étroite entre les niveaux de bruit modélisés et ceux mesurés, validant ainsi l'estimation des niveaux d'exposition au bruit des avions fournie à partir du logiciel INM[14]. Par ailleurs, une étude ancillaire portant sur un sous-échantillon de 108 des 1 244 participants avait pour objectif de quantifier les effets du bruit des avions sur les paramètres objectifs de la qualité du sommeil, tout en affinant la mesure de l'exposition au bruit. Pour cela, des mesures acoustiques ont été réalisées pendant sept jours et sept nuits à l'extérieur et à l'intérieur du domicile des 108 participants, parallèlement à des mesures actimétriques, afin de déterminer les paramètres objectifs du sommeil de ces participants. Les niveaux moyens de bruit des avions la nuit, estimés grâce aux cartes de bruit à l'adresse des 108 participants, sont relativement similaires à ceux calculés à partir des mesures acoustiques réalisées en façade extérieure de la chambre à coucher de ces participants, avec une différence relative moyenne de 5% et un 95e percentile de 11%[34].

Enfin, aucune information n'a été recueillie lorsque les répondants étaient à l'extérieur de leur domicile, en particulier sur leur lieu de travail. Ceci a pu conduire à une évaluation erronée du niveau d'exposition au bruit de certains participants du fait de leur exposition à d'autres sources de bruit, notamment pendant la journée. Toutefois, de telles erreurs de mesure auraient vraisemblablement pour conséquence une sous-estimation des associations étudiées ici.

Conclusion

Les résultats obtenus à partir des données collectées lors de l'inclusion des participants dans Debats en 2013 confirment ceux d'études antérieures réalisées à l'étranger. Ils suggèrent que l'exposition au bruit des avions en France aurait des effets délétères sur le sommeil, les systèmes cardiovasculaire et endocrinien, les troubles psychologiques, l'état de santé perçu et la gêne. La validité de ces résultats devrait être renforcée par l'analyse longitudinale de l'ensemble des données recueillies en 2013, 2015 et 2017. ■

Remerciements

Les auteurs remercient l'Autorité de contrôle des nuisances aéroportuaires (Acnusa) pour sa confiance. Ils sont reconnaissants à Aéroports de Paris et à la Direction générale de l'aviation civile (DGAC) pour la mise à disposition des cartes d'exposition au bruit.

Les auteurs remercient également tous les participants à Debats et les enquêteurs qui les ont interrogés.

Financements

La présente étude a été financée par l'Ifsttar (désormais Université Gustave Eiffel) et par des subventions du ministère de la Santé, du ministère de l'Environnement, de la DGAC et de l'Acnusa.

Liens d'intérêt

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt au regard du contenu de l'article.

Éthique

Cette étude a été approuvée par deux autorités nationales en France : le Comité consultatif sur le traitement des données en matière de recherche dans le domaine de la santé (CCTIRS) et la Commission nationale de l'informatique et des libertés (Cnil).

Références

[1] World Health Organization. Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen: WHO, Regional Office for Europe; 2011. 126 p. https://www.who.int/quantifying_ehimpacts/publications/e94888/en/

[2] Lekaviciute J, Kephalopoulos S, Stansfeld S, Clark C. Final Report of the ENNAH (European Network on Noise and Health). EU project, FP7-ENV-2008, in European Commission, Joint Research Centre. 2013. 178 p.

[3] Guski R, Schreckenberg D, Schuemer R. WHO Environmental noise guidelines for the European Region: A systematic review on environmental noise and annoyance. Int J Environ Res Public Health. 2017;14(12):1539.

[4] Letinturier L, Meleze S, Lefevre M, Evrard AS. Discussion sur les effets du bruit des aéronefs touchant la santé : bilan méthodologique. Champs-sur-Marne: Institut français des sciences et technologies des transports, de l'aménagement et des réseaux (Ifsttar); 2014. 69 p.

[5] Directive 2002/49/CE du Parlement européen et du Conseil du 25 juin 2002 relative à l'évaluation et à la gestion du bruit dans l'environnement. Déclaration de la Commission au sein du comité de conciliation concernant la directive relative à l'évaluation et à la gestion du bruit ambiant. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/fr/ALL/?uri=CELEX:32002L0049

[6] Léger D, Zeghnoun A, Faraut B, Richard JB. Le temps de sommeil, la dette de sommeil, la restriction de sommeil et l'insomnie chronique des 18-75 ans : résultats du Baromètre de Santé publique France 2017. Bull Epidémiol Hebd. 2019;(8-9):149-60. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2019/8-9/2019_8-9_1.html

[7] Goldberg D, Williams P. A User's Guide to the General Health Questionnaire. London: NFER-Nelson publisher; 1988. 129 p.

[8] McDowell I. Measuring Health: A guide to rating scales and questionnaires. 3rd ed. Oxford: Oxford University Press; 2006. 720 p.

[9] Statistique Canada. Santé perçue. 2019. https://www150.statcan.gc.ca/n1/fr/sujets/sante/sante_mentale_et_bienetre/sante_percue_ou_autoevaluation_de_la_sante

[10] Idler EL, Benyamini Y. Self-rated health and mortality: A review of twenty-seven community studies. J Health Soc Behav. 1997;38(1):21-37.

[11] Baćak V, Ólafsdóttir S. Gender and validity of self-rated health in nineteen European countries. Scand J Public Health. 2017;45(6):647-53.

[12] Fields JM, De Jong RG, GjestlandT, Flindell IH, Soames Job R, Kurra S, *et al*. Standardized general-purpose noise reaction questions for community noise surveys: Research and a recommendation. Journal of Sound and Vibration. 2001;242(4): p. 641-679.

[13] International Organization for Standardization/Technical specifications ISO/DTS 15666:2003. Acoustics-Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. 2003. 15 p.

[14] He H, Boeker E, Dinges E, Fleming G, Roof C, Gerbi P, *et al*. Integrated noise model (INM) Version 7.0 User's Guide. Vol. FAA-AEE-07-04. 2007, Washington DC: Federal Aviation Administration, Office of Environment and Energy. 449 p.

[15] Jarup L, Babisch W, Houthuijs D, Pershagen G, Katsouyanni K, Cadum E, *et al*. Hypertension and exposure to noise near airports: The HYENA study. Environ Health Perspect. 2008;116(3): 329-33.

[16] Eriksson C, Bluhm G, Hilding A, Ostenson CG, Pershagen G. Aircraft noise and incidence of hypertension – Gender specific effects. Environ Res. 2010;110(8):764-72.

[17] Goldberg P, Guéguen A, Schmaus A, Nakache JP, Goldberg M. Longitudinal study of associations between perceived health status and self reported diseases in the French Gazel cohort. J Epidemiol and Community Health. 2001;55(4):233-8.

[18] Ministère des Solidarités et de la Santé. Santé et recours aux soins des femmes et des hommes. Premiers résultats de l'enquête Handicap-Santé 2008. Études et résultats (Drees). 2010;(717):1-8. http://drees.solidarites-sante.gouv.fr/etudes-et-statistiques/publications/etudes-et-resultats/article/sante-et-recours-aux-soins-des-femmes-et-des-hommes

[19] Nassur AM, Lefèvre M, Laumon B, Léger D, Evrard AS. Aircraft noise exposure and subjective sleep quality: The results of the DEBATS study in France. Behav Sleep Med. 2017; 501-12.

[20] Lefèvre M, Champelovier P, Lambert J, Laumon B, Evrard AS. Niveau tensionnel moyen et risque d'hypertension chez les riverains des aéroports en France. Bull Epidémiol Hebd. 2018;(18):364-72. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2018/18/2018_18_2.html

[21] Baudin C, Lefèvre M, Champelovier P, Lambert J, Laumon B, Evrard AS. Aircraft noise and psychological ill-health: The results of a cross-sectional study in France. Int J Environ Res Public Health. 2018;15(8):1642.

[22] Baudin C, Lefèvre M, Laumon B, Evrard AS. Self-reported health and aircraft noise exposure: the results of the DEBATS study in France. In 12th ICBEN Congress on Noise as a Public Health Problem. Zürich: 2017. 4 p.

[23] Lefèvre M, Chaumond A, Champelovier P, Giorgis-Allemand L, Lambert J, Laumon B, *et al*. Understanding the relationship between air traffic noise exposure and annoyance in populations living near airports in France. Environ Int. 2020;144.

[24] Lefèvre M, Carlier MC, Champelovier P, Lambert J, Laumon B, Evrard AS. Effects of aircraft noise exposure on saliva cortisol near airports in France. Occupational and environmental medicine. 2017;74(8): 612-8.

[25] Münzel T, Gori T, Babisch W, Basner M. Cardiovascular effects of environmental noise exposure. Eur Heart J. 2014; 35(13):829-36.

[26] Zorn JV, Schür RR, Boks MP, Kahn RS, Joëls M, Vinkers CH. Cortisol stress reactivity across psychiatric disorders: A systematic review and meta-analysis. Psychoneuroendocrinology. 2017;77:25-36.

[27] Babisch W. Updated exposure-response relationship between road traffic noise and coronary heart diseases: A meta-analysis. Noise Health. 2014;16(68):1-9.

[28] European Commission. Position paper on dose response relationships between transportation noise and annoyance. EU's future noise policy, WG2 – dose/effect. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. 2002. 40 p.

[29] Official Journal of the European Union. Commission directive (EU) 2020/367 of 4 March 2020 amending Annex III to Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council as regards the establishment of assessment methods for harmful effects of environmental noise. 2020. https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:32020L0367&from=DE

[30] Franssen EA, van Wiechen CM, Nagelkerke NJ, Lebret E. Aircraft noise around a large international airport and its impact on general health and medication use. Occup Environ Med. 2004;61(5):405-13.

[31] Lundberg O, Manderbacka K, Assessing reliability of a measure of self-rated health. Scand J Soc Med. 1996;24(3): 218-24.

[32] Aéroports de Paris. Exposition au bruit des avions : Aéroport Paris-Charles de Gaulle – Compte rendu annuel 2006. Paris: Aéroports de Paris; 2006. 141 p.

[33] Foret R, Bruyère JC, Yombo N. Étude empirique de la validité du Plan de gêne sonore de l'aéroport Lyon St-Exupéry. Rapport d'étude. Observatoire de l'environnement sonore de l'aéroport de Lyon Saint Exupéry (ODESA); 2005. 86 p. https://aviation-bruits-odesa.org/articles.php?lng=fr&pg=16&mnuid=77&tconfig=0

[34] Nassur AM. Effets de l'exposition au bruit des avions sur la qualité du sommeil des riverains des aéroports français [Thèse]. Lyon: Université Claude Bernard. 2018. 255 p. https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02069624

Citer cet article

Evrard AS, Lefèvre M, Baudin C, Carlier MC, Champelovier P, Giorgis-Allemand L, *et al*. Effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé : résultats, à l'inclusion, de l'étude Debats. Bull Epidémiol Hebd. 2020;(28):"Effets de l'exposition au bruit des avions sur la santé : résultats, à l'inclusion, de l'étude Debats", page 570-9. http://beh.santepubliquefrance.fr/beh/2020/28/2020_28_3.html