

Exposition au bruit : expression de la gêne et mesures biologiques associées

Période : septembre 2009 à décembre 2009

Alain MUZET

FORENAP Frp – Rouffach

Mots clés : Biomarqueurs salivaires, Bruits du trafic aérien, Bruits du trafic routier, Gêne provoquée par le bruit, Pression artérielle, Stress

Au cours des récentes dernières années, on a pu assister à un développement important des études épidémiologiques consacrées à l'évaluation de l'impact du bruit sur les populations. L'étude européenne « HYENA » est un bon exemple de ce qui peut être entrepris à l'échelle de plusieurs pays et les résultats du premier article analysé sont démonstratifs de l'intérêt d'une telle démarche. De plus en plus d'équipes de recherche s'intéressent à l'impact du bruit sur le système cardiovasculaire. La genèse des troubles observés à long terme doit cependant pouvoir, dans certains cas, s'appuyer sur des effets constatés lors de l'exposition aiguë. Les deux articles suivants tentent de répondre à ce besoin. Ils se sont intéressés à l'impact du bruit sur la pression artérielle, l'un chez l'enfant et l'autre sur le jeune adulte. Enfin, le dernier article apporte des éléments intéressants dans l'approche instrumentale utilisant les biomarqueurs en tant qu'indicateurs du stress subi lors d'une exposition expérimentale au bruit.

La gêne due aux bruits des avions a augmenté au fil des ans. Résultats de l'étude « HYENA »

Analyse

L'article de **Babisch *et al.* (2009a)** présente les résultats obtenus dans le cadre de l'étude « HYENA⁽¹⁾ » financée par la Communauté Européenne et consacrée à la gêne due aux bruits de trafics routier et aérien chez des personnes vivant à proximité de six grands aéroports européens. L'étude a été réalisée en utilisant une évaluation subjective de la gêne s'appuyant sur une échelle à 11 points de la Commission Internationale sur les Effets Biologiques du Bruit (ICBEN). Une distinction a été faite entre la gêne concernant les bruits diurnes et celle concernant les bruits nocturnes.

La gêne est un terme général utilisé pour caractériser des sensations ou sentiments négatifs tels que la perturbation, l'insatisfaction, le déplaisir, l'irritation ou encore la nuisance. Cependant, la gêne est un concept multifactoriel qui est seulement partiellement déterminé par le niveau de bruit (Guski, 1999). Ainsi, bien que des relations claires ont pu être établies entre le niveau de bruit et la gêne exprimée, la variance qui est expliquée par le niveau de bruit est relativement petite, soit de l'ordre de 25 à 30 % (Van Kempen EEMM et Van Kamp, 2005). Des courbes de prédiction de la gêne due aux bruits ont été établies à partir des résultats obtenus dans un grand nombre d'études et une distinction a été faite entre les personnes « peu gênées », « gênées » ou « très gênées » (Miedema et Oudshoorn, 2001). Ces courbes sont souvent utilisées par l'Union européenne pour prédire le nombre de personnes fortement gênées par les bruits. Des courbes similaires ont été déterminées pour quantifier les perturbations du sommeil telles que rapportées pour les populations exposées aux bruits nocturnes (European

Commission Working Group on Health and Socio-economic Aspects, 2004).

L'étude a porté sur 4861 personnes (2404 hommes et 2467 femmes) âgées de 45 à 70 ans au moment de l'enquête. Toutes ces personnes vivaient depuis au moins 5 ans à proximité de l'un de six grands aéroports européens tout en étant à l'écart d'autres sources de bruit telles que les voies ferrées ou des zones industrielles. L'enquête a été réalisée entre 2003 et 2005.

Les niveaux $L_{den}^{(2)}$ et $L_{night}^{(3)}$ ont été calculés pour les bruits de trafic et pour les bruits d'avions en accord avec la directive environnementale sur le bruit de l'Union européenne, soit avec des pondérations de +5 dB(A) et +10 dB(A) respectivement pour la soirée et pour la nuit (Directive 2002/49/EC, 2002). Les interviews ont été réalisés lors de la visite à domicile des enquêteurs et les questions portaient sur l'état de santé, des données socio-démographiques, le style de vie, la gêne et les facteurs de personnalité, incluant la sensibilité au bruit. La sensibilité au bruit est un facteur de personnalité qui est théoriquement indépendant de l'exposition au bruit (Job, 1999). Le principal résultat de l'étude « HYENA » est que la perception du bruit des avions par la population qui vit à proximité de grands aéroports européens a changé par rapport à des études plus anciennes. Les analyses portant sur l'ensemble des données montrent que les courbes « exposition-réponse⁽⁴⁾ » pour les bruits routiers sont en accord avec les courbes standards de l'Union européenne prédisant le nombre de personnes fortement gênées par le bruit. Par contre, les notes de gêne données aux bruits des aéronefs sont supérieures à celles prédites par les courbes de l'Union européenne. Des études comparables ont montré qu'en ce qui concerne le bruit routier, il n'y a pas de différence entre la gêne diurne et la gêne nocturne lorsque le niveau d'exposition au bruit est le même. Par contre, pour les bruits des avions, la gêne est plus marquée la nuit que

le jour, mais ceci pour des bruits excédant le niveau de 50 dB(A) (Hoeger *et al.*, 2002). Les résultats suggèrent que l'attitude des populations à l'encontre des bruits des avions a changé au fil des ans et que la courbe standard de gêne utilisée par l'Union européenne doit être modifiée. Une des raisons avancées pour expliquer un tel résultat est l'augmentation du nombre de vols même si chacun d'entre eux est d'un niveau sensiblement plus bas en raison de l'amélioration du niveau de bruit des aéronefs modernes.

Commentaire

Les résultats présentés dans cet article sont intéressants car l'évolution de la gêne due aux bruits des avions est différente de celle relevée pour les bruits de trafic routier. Cependant, l'étude « HYENA » a été réalisée sur un échantillon de population dont l'âge était compris entre 45 et 70 ans. Ceci tranche avec des études similaires qui ont porté sur des classes d'âge beaucoup plus étendues. Il peut être noté également que l'expression de la gêne peut être différente selon la région d'Europe à laquelle on s'intéresse. Ainsi, il est classique de dire que certaines populations du nord sont plus sensibles que celle du sud de l'Europe (Klaeboe *et al.*, 2004).

La pression artérielle chez les enfants de 8 à 14 ans en relation avec le bruit de trafic routier à la maison. Résultats de l'enquête environnementale allemande chez les enfants

Analyse

L'agence Allemande pour l'Environnement a mené une étude de 2003 à 2006 portant sur la mesure de la pression artérielle chez l'enfant et une caractérisation de son environnement de vie, notamment son exposition au bruit. Des études antérieures ont montré une augmentation des pressions artérielles systolique⁽⁵⁾ et diastolique⁽⁶⁾ chez des enfants exposés aux bruits des avions dans des études réalisées à Los Angeles (Cohen *et al.*, 1981), Munich (Evans *et al.*, 1995) et à Amsterdam (Van Kempen *et al.*, 2006). Si les adultes et les enfants sont exposés aux mêmes bruits environnementaux au cours de leur sommeil, les seconds vont au lit plus tôt que les premiers, dorment plus longtemps et ont moins de contrôle sur les facteurs de leur environnement. Un total de 1048 enfants dont l'âge était compris entre 8 et 14 ans a été sélectionné au hasard dans l'ensemble du pays. L'échantillon était représentatif de la population des enfants de cet âge en ce qui concerne le genre, la communauté d'appartenance et la région de l'Allemagne. De plus, ils ont été soumis à un test audiométrique.

La pression artérielle a été mesurée de façon standard lors des visites à domicile. Cette mesure a été faite deux fois à 2 minutes d'intervalle avec un tensiomètre automatique. Lors de ces visites, les enfants et les parents ont été interrogés, entre autres, sur l'exposition au bruit de leur lieu de vie. Ainsi, il a été demandé aux parents de caractériser l'environnement de leur habitat et

une classification a été faite selon les critères suivants : « rue à faible trafic », « rue à trafic modéré », « rue à trafic intense » et « rue principale ou axe routier très emprunté ». Des mesures acoustiques de courte durée (15 min) ont également été réalisées face à la fenêtre ouverte dans la chambre de l'enfant, afin de conforter l'évaluation subjective concernant le volume du trafic. Au cours de cette visite à domicile des questions visant à cerner la gêne due au bruit ont été posées à l'enfant.

On note tout d'abord que 16,5 % des enfants vivent dans un habitat exposé aux bruits d'une rue principale ou d'un axe routier important, 11,7 % près d'une rue à trafic intense, 31,1 % à côté d'une rue à trafic modéré et que 40,6 % ont leur domicile situé à côté d'une rue à faible trafic. La proportion des enfants ayant une fenêtre de leur chambre donnant sur la rue passe de 45 % des cas lorsque celle-ci est une rue à trafic faible à 61 % lorsque cette rue fait partie de la catégorie la plus bruyante.

Les valeurs de pression artérielle les plus basses ont été mesurées chez les enfants dont la chambre faisait face à une rue à faible trafic. Les valeurs les plus élevées ont été mesurées chez les enfants dont la chambre donnait sur une rue avec un trafic intense ou extrêmement élevé. La différence entre les deux groupes était de 18 mm de mercure pour la pression systolique et de 10 mm de mercure pour la pression diastolique. Si les conséquences de cette augmentation de la pression artérielle chez l'enfant exposé au bruit ne sont pas très claires, il existe un certain nombre d'études qui suggèrent que le niveau de pression artérielle chez l'enfant est un indicateur important de ce que sera le niveau de pression artérielle à l'âge adulte (Gillman *et al.*, 1992; Yong *et al.*, 1993).

Commentaire

Les résultats de cette étude (Babisch *et al.*, 2009b) confirment des résultats antérieurs observés à proximité de grands aéroports. Mais cette fois-ci ce sont les seuls bruits de trafic routier qui ont été considérés et l'étude porte sur un échantillon de grande taille sélectionné au niveau national. Même si la différence moyenne de pression artérielle entre les groupes extrêmes ne semble pas très élevée, cette différence, surtout marquée pour la pression systolique, pose le problème du devenir de cette mesure biologique à long terme.

Effets de l'exposition environnementale au bruit sur la pression artérielle ambulatoire chez les jeunes adultes

Analyse

Le problème posé ici (Chang *et al.*, 2009) concerne les effets de l'exposition au bruit sur la pression artérielle de sujets jeunes. Il a été montré de façon préalable qu'une exposition à un niveau supérieur à 85 dB(A) est associée à une augmentation de la pression artérielle chez des travailleurs âgés de 20 à 50 ans (Fogari *et al.*, 2001). La présente étude a donc porté sur la mesure répétée et ambulatoire de la pression artérielle de 60 jeunes

adultes âgés de 18 à 32 ans. La prise de pression artérielle a été répétée pendant 24 heures, toutes les 30 minutes au cours de la période de veille (8 h à 23 h) et toutes les heures au cours de la période de sommeil (23 h à 8 h). Chacun des 60 sujets (30 de chaque sexe) portait en permanence un dosimètre enregistrant un niveau équivalent de bruit toutes les cinq minutes.

Les résultats montrent que ce niveau moyen auquel les sujets étaient exposés était corrélé avec l'élévation de la pression artérielle chez ces individus jeunes. Ainsi, une augmentation de 5 dB(A) de l'exposition moyenne sur 24 heures était significativement associée à une élévation moyenne de 1,43 mm de mercure de la pression artérielle systolique et de 1,40 mm de mercure pour la pression diastolique. Les auteurs mentionnent également avoir constaté des élévations transitoires des pressions artérielles tant systolique que diastolique provoquées par une exposition au bruit. Ils signalent par ailleurs que les augmentations de la pression artérielle sont plus marquées chez les sujets féminins que chez leurs homologues masculins. Ils soulignent que ceci peut expliquer une plus grande sensibilité des sujets féminins et un risque accru de développer des pathologies cardiovasculaires chez ces dernières (Heinonen-Guzejev *et al.*, 2007; Willich *et al.*, 2006).

Commentaire

Cette étude (Chang *et al.*, 2009) apporte un éclairage supplémentaire à la relation pouvant exister entre exposition au bruit et pression artérielle. Elle est à rapprocher de l'étude précédente bien que les conditions soient sensiblement différentes. Ici les sujets sont plus âgés et il s'agit d'une exposition globale au bruit sur 24 heures et non pas d'une exposition calculée de façon extrapolée à partir d'une mesure de courte durée. C'est pourquoi les différences observées en terme de pression artérielle sont difficilement comparables.

Faisabilité de tester trois marqueurs biologiques salivaires du stress en relation avec l'exposition naturelle au bruit de trafic

Analyse

Les modifications de biomarqueurs salivaires tels que l'amylase alpha (AA), la chromogranine salivaire A (CsA) ou encore le cortisol salivaire (Cs) ont souvent été retrouvées en relation avec le stress (Takai *et al.*, 2004; Filaire *et al.*, 2009). Le but de cette étude (Wagner *et al.*, 2009) était de vérifier la faisabilité de l'utilisation de ces biomarqueurs dans le cas d'une exposition réaliste au bruit. Ces derniers sont de plus souvent utilisés car le prélèvement de salive est non invasif et facile à réaliser.

L'étude a été réalisée sur 20 sujets des deux sexes (10 de chaque) âgés de 20 à 44 ans, ayant une audition normale et ne présentant aucun signe d'anomalie cardiovasculaire. Les sujets ont été exposés pendant 20 min à des bruits de passages de véhicules routiers et ferroviaires diffusés par des haut-parleurs, avec un niveau sonore équivalent de 75 dB(A) et après avoir été maintenus

pendant 10 min dans le silence de la salle expérimentale. Les échantillons de salive ont été recueillis immédiatement avant et après la période d'exposition au bruit, puis immédiatement congelés à -70 °C en vue de leur analyse ultérieure.

Les résultats montrent qu'il existe une augmentation statistiquement significative des concentrations en AA et Cs dans l'échantillon postérieur à l'exposition au bruit par rapport aux valeurs observées dans l'échantillon précédant cette exposition. La concentration en CsA augmente également après l'exposition au bruit mais la différence par rapport au niveau initial n'est pas statistiquement significative. Les auteurs expliquent ce résultat par la faible spécificité du test utilisé pour déterminer la concentration en CsA et par la faible stabilité de ce métabolite. Les auteurs concluent donc à la parfaite faisabilité du test salivaire utilisé ici dans le cas d'une exposition au bruit. Ils soulignent toutefois la nécessité de reproduire ce type d'expérimentation sur des groupes de sujets beaucoup plus nombreux et de vérifier également dans quelle mesure le dispositif expérimental ne constitue pas un facteur de stress indépendant de l'exposition au bruit.

Commentaire

Les résultats présentés dans cet article (Wagner *et al.*, 2009) méritent d'être reproduits, comme le soulignent les auteurs eux-mêmes, car ils représentent l'espoir de pouvoir quantifier un impact biologique attribuable à l'exposition au bruit dans des situations où l'on ne s'appuie le plus souvent que sur des évaluations subjectives de la gêne ressentie. La simplicité de la méthode de recueil de la salive et le coût relativement modéré de l'analyse de certains biomarqueurs, militent en faveur du développement d'une telle approche.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Le consortium européen « HYENA » a réalisé une étude multicentrique sur la gêne provoquée par les bruits de trafics tant aérien que routier. L'une des conclusions principales est que la gêne due au bruit a augmenté ces dernières années, notamment en ce qui concerne le bruit des aéronefs. Ce résultat est un peu surprenant car il contraste avec des expositions au bruit qui tendent globalement à diminuer en raison de la réduction significative des bruits à la source et du développement des mesures de protection des riverains. L'une des raisons évoquées est à relier au développement numérique du trafic aérien, seul effet souvent quantifiable pour les populations riveraines des grands aéroports. Les deux études portant sur l'impact du bruit sur la pression artérielle utilisent des approches et des méthodes sensiblement différentes. Toutefois, ces deux articles nous conduisent à des conclusions très similaires, qui renforcent l'idée que les troubles cardiovasculaires liés à une exposition prolongée au bruit se construisent sur

des modifications de faible amplitude de la dynamique du système cardiovasculaire provoquées par des stimuli fréquents et répétés auxquels nous sommes soumis dans notre vie quotidienne. Enfin, le dernier article apporte l'espoir d'une possible quantification des effets biologiques liés à l'exposition aiguë au bruit avec une méthodologie simple à mettre en œuvre applicable au plus grand nombre.

Lexique

- (1) HYENA : hypertension and exposure to noise near airports.
- (2) Lden : pour niveau pondéré de bruit (L) jour (d : day) soirée (e : evening) et nuit (n : night).
- (3) Lnight : pour niveau pondéré de bruit la nuit.
- (4) Courbes « exposition-réponse » : relations existant entre le niveau de bruit auquel un individu est exposé et l'expression de sa gêne.
- (5) Pression artérielle systolique : pression artérielle mesurée lors de la contraction cardiaque ventriculaire (systole).
- (6) Pression artérielle diastolique : pression artérielle mesurée lors du repos cardiaque (diastole).

Publications analysées

Babisch W, Houthuijs D, Pershagen GÅ et al. Annoyance due to aircraft noise has increased over the years--results of the HYENA study. *Environ. Int.* 2009a; 35(8):1169-76.

Babisch W, Neuhauser H, Thamm M et al. Blood pressure of 8-14 year old children in relation to traffic noise at home--results of the German Environmental Survey for Children (GerES IV). *Sci. Total. Environ.* 2009b; 407(22):5839-43.

Chang TY, Lai YA, Hsieh HH et al. Effects of environmental noise exposure on ambulatory blood pressure in young adults. *Environ. Res.* 2009; 109(7):900-5.

Wagner J, Cik M, Marth E et al. Feasibility of testing three salivary stress biomarkers in relation to naturalistic traffic noise exposure. *Int. J. Hyg. Environ. Health.* 2009; sous presse.

Publications de référence

Cohen S, Evans GW, Krantz DS et al. Aircraft noise and children: Longitudinal and cross-sectional evidence on adaptation to noise and the effectiveness of noise abatement. *J. Pers. Soc. Psychol.* 1981; 40(2): 331-45.

European Commission Working Group on Health and Socio-economic Aspects. Position paper on dose-effect relationships for night time noise. Brussels: European Commission. 2004.

Evans GW, Hygge S, Bulliger M. Chronic noise and psychological stress. *Psychol. Sci.* 1995; 6:333-38.

Filaire E, Dreux B, Massart A et al. Salivary alpha-amylase, cortisol and chromogranin A responses to a lecture: impact of sex. *Eur. J. Appl. Physiol.* 2009; 106(1):71-7.

Fogari R, Zoppi A, Corradi L et al. Transient but not sustained blood pressure increments by occupational noise. An ambulatory blood pressure measurement study. *J. Hypertens.* 2001; 19(6):1021-7.

Gillman MW, Cook NR, Rosner B et al. Assessing the validity of childhood blood pressure screening: unbiased estimates of sensitivity, specificity, and predictive values. *Epidemiology.* 1992; 3(1):40-6.

Guski R. Personal and social variables as co-determinants of noise annoyance. *Noise Health.* 1999; 1(3):45-56.

Heinonen-Guzejev M, Vuorinen HS, Mussalo-Rauhamaa H et al. The association of noise sensitivity with coronary heart and cardiovascular mortality among Finnish adults. *Sci. Total Environ.* 2007; 372(2-3):406-12.

Hoeger R, Schreckenber D, Felscher-Suhr U et al. Night-time Noise Annoyance: State of the Art. *Noise Health.* 2002; 4(15):19-25.

Job RFS. Noise sensitivity as a factor influencing human reaction to noise. *Noise Health.* 1999; 1(3):57-68.

Klaeboe R, Amundsen AH, Fyhri A et al. Road traffic noise – the relationship between noise exposure and noise annoyance in Norway. *Appl. Acoust.* 2004; 65(9): 893-912.

Miedema HM, Oudshoorn CG. Annoyance from transportation noise: relationships with exposure metrics DNL and DENL and their confidence intervals. *Environ. Health Perspect.* 2001; 109(4):409-16.

Takai N, Yamaguchi M, Aragaki T et al. Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Arch. Oral Biol.* 2004; 49(12):963-8.

The European Parliament and the Council of the European Union. Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise. *Official Journal of the European Communities.* 2002; L189:12-25.

Van Kempen EEMM, Van Kamp I. Annoyance from air traffic noise. Possible trends in exposure-response relationships. Report 01/2005 MGO Evk. Bilthoven: RIVM. 2005.

Van Kempen E, Van Kamp I, Fischer P et al. Noise exposure and children's blood pressure and heart rate: the RANCH project. *Occup. Environ. Medicine.* 2006; 63(9):632-9.

Willich SN, Wegscheider K, Stallmann M et al. Noise burden and the risk of myocardial infarction. *Eur. Heart J.* 2006; 27(3):276-82.

Yong LC, Kuller LH, Rutan G et al. Longitudinal study of blood pressure: changes and determinants from adolescence to middle age. The Dormont High School follow-up study, 1957-1963 to 1989-1990. *Am. J. Epidemiol.* 1993; 138(11):973-83.

Revue de la littérature

Babisch W. Transportation noise and cardiovascular risk: update review and synthesis of epidemiological studies indicate that the evidence has increased. *Noise Health.* 2006; 8(30):1-29.

de Kluizenaar Y, Gansevoort RT, Miedema HME et al. Hypertension and road traffic noise exposure. *J. Occup. Environ. Med.* 2007; 49(5):484-92.

Evans GW, Lepore SJ. Non-auditory effects of noise on children: a critical review. *Child. Environ.* 1993; 10(1): 31-51.

Hellhammer DH, Wüst S, Kudielka BM. Salivary cortisol as a biomarker in stress research. *Psychoneuroendocrinology.* 2009; 34(2):163-71.

Ising H, Kruppa B. Health effects caused by noise: evidence in the literature from the past 25 years. *Noise Health.* 2004; 6(22): 5-13.

Lewis JG. Steroid analysis in saliva: an overview. *Clin. Biochem. Rev.* 2006; 27(3):139-46.

Miedema HM, Vos H. Associations between self-reported sleep disturbance and environmental noise based on reanalyses of pooled data from 24 studies. *Behav. Sleep Med.* 2007; 5: 1-20.

Ouis D. Annoyance from road traffic noise: a review. *J. Environ. Psychol.* 2001; 21(1):101-20.

Mots clés utilisés pour la recherche bibliographique

Environment, Epidemiological studies, Health effects, Hearing loss, Noise exposure, Sleep disturbance.

Publications non sélectionnées

Babisch W, Kamp I. Exposure-response relationship of the association between aircraft noise and the risk of hypertension. *Noise Health.* 2009; 11(44):161-8.

Choix d'un autre article du même auteur.

Bodin T, Albin M, Ardö J et al. Road traffic noise and hypertension: results from a cross-sectional public health survey in southern Sweden. *Environ Health.* 2009; 838.

Article redondant avec deux des articles analysés.

Breimhorst M, Marks A, Robens S et al. Blink rate during tests of executive performance after nocturnal traffic noise. *Noise Health.* 2009; 11(45):217-22.

Résultats de portée très limitée.

Chou YF, Lai JS, Kuo HW. Effects of shift work on noise-induced hearing loss. *Noise Health.* 2009; 11(45):185-8.

Méthodologie discutable et résultats peu convaincants.

de Kluizenaar Y, Janssen SA, Van Lenthe FJ et al. Long-term road traffic noise exposure is associated with an increase in morning tiredness. *J. Acoust. Soc. Am.* 2009; 126(2):626-33.

Approche limitée post-exposition.

Ljung R, Sörqvist P, Hygge S. Effects of road traffic noise and irrelevant speech on children's reading and mathematical performance. *Noise Health.* 2009; 11(45):194-8.

Peu de résultats concluants.

Pevernagie D, Aarts RM, De Meyer M. The acoustics of snoring. *Sleep Med. Rev.* 2010; 14(2):131-44.

Intéressant mais trop spécialisé.

Stansfeld SA, Haines MM, Berry B et al. Reduction of road traffic noise and mental health: an intervention study. *Noise Health.* 2009; 11(44):169-75.

Résultats limités et difficiles à exploiter.

Thi Phan HY, Yano T, Thi Phan HA et al. Community responses to road traffic noise in Hanoi and Ho Chi Minh City. *Applied Acoustics.* 2010; 71(2):107-114.

Résultats peu innovants et de portée régionale.