

# Le bruit des avions

Relations entre la gêne et certaines caractéristiques physiques<sup>1</sup>

R. Rylander

Institut de médecine sociale et préventive, Université de Genève

## I. Introduction

Le contrôle de l'environnement demande une connaissance aussi exacte que possible de la relation entre les facteurs physiques et les effets produits sur la population [11].

Un bruit peut être caractérisé par des facteurs physiques différents. Pour le bruit des avions, le niveau en dB, le nombre de passages et la distribution sur les 24 heures sont les facteurs les plus importants, ainsi que la distribution spectrale et la durée d'exposition.

En ce qui concerne les effets, l'interruption de conversation, du travail et du repos, due au bruit, contribue, toutes, de manière importante à ce qu'on peut caractériser comme gêne chronique, exprimée comme la sommation d'effets divers sur l'homme.

Pour étudier l'extension de la gêne dans une population, il est nécessaire d'utiliser des méthodes sociologiques et de demander dans les questionnaires aux répondants choisis par tirage au sort dans un échantillon de la population, comment ils subissent l'exposition au bruit des avions. Pour être utilisable du point de vue scientifique, l'intention de l'enquête doit être bien masquée et les questions sur le bruit des avions doivent être posées parmi plusieurs questions concernant d'autres sources d'inconvénients présentes dans l'environnement.

Pour connaître précisément la relation entre la gêne et l'exposition au bruit des avions, plusieurs études ont été faites dans différents pays. Le but de ce travail est d'analyser l'importance de quelques facteurs physiques du bruit dans le développement de la gêne dans la population et de donner quelques commentaires sur les mesures pratiques qui peuvent être proposées pour réduire l'exposition au bruit.

## II. Analyse

En 1954 et 1961, des investigations ont été faites autour des aérodromes militaires et civils aux Etats-Unis [1, 2]. Ces études ont notamment développé des techniques expérimentales qui seront plus tard utilisées dans d'autres investigations.

Une étude classique a été effectuée autour de l'aéroport de Heathrow à Londres, en 1963 [4]. Dans une zone de distance maximale de l'aéroport de 15 km, 1900 personnes ont été interrogées avec un questionnaire posant plusieurs questions sur les réactions aux bruits des avions et destiné à apporter des informations sur les répondants eux-mêmes, telles que leur état socio-économique et leur éducation.

La corrélation entre la gêne et des niveaux de bruit dans les diverses zones d'investigation a été recherchée pour trouver la meilleure relation dose-réponse. Ainsi, on a développé l'index NNI (noise and number

**Le bruit des avions peut causer une gêne considérable chez les riverains des aéroports. L'évaluation du bruit des avions constitue un facteur important pour l'aménagement des terrains autour des aéroports.**

index) ( $NNI = PNdB \text{ max.} + 15 \log N - 80$ ) où N signifie le nombre de survols et PNdB max. la moyenne des valeurs maximales de tous les avions.

Pour obtenir une corrélation satisfaisante entre cet index et l'extension de la gêne, il était nécessaire d'introduire les facteurs de correction pour les deux facteurs techniques (15 et 80).

En 1963, environ 1000 personnes ont été examinées autour de l'aéroport de Schiphol près d'Amsterdam. Le questionnaire utilisé était presque le même que celui développé par l'investigation autour de Heathrow [6]. L'indice du bruit trouvé au cours de cette investigation est un peu différent du NNI, mais fondé sur les mêmes principes.

En France, une grande étude a été faite, en 1965 à 1966, autour des aéroports de Paris-Orly, Paris-Montmarte, Marseille et Lyon [3]. Dans 20 zones différentes, 2000 personnes ont été interrogées et on a effectué en même temps des mesures acoustiques.

Des indices différents ont été appliqués pour établir la relation entre la gêne et l'exposition. L'indice «R» est développé, fondé sur le même principe que NNI, mais avec des facteurs de correction un peu différents.

En 1967, les résultats d'une deuxième investigation autour de Heathrow ont été publiés. 4069 personnes, dans la même zone que dans l'investigation de 1961, ont été interrogées avec le même genre de questionnaire [5]. On a conclu que l'indice NNI était toujours assez bien corrélé avec l'extension de la gêne, mais que des modifications étaient nécessaires pour le facteur correctif et que la valeur 15, proposée en 1963, ne peut être considérée que comme une valeur parmi plusieurs autres qui peuvent être utilisées avec la même certitude.

Des rapports conjoints sur les investigations autour des aéroports d'Osaka et Yokota ont été publiés en 1971 [7]. En ce qui concerne Osaka, le mode d'investigation est différent de celui des autres études et la population interrogée dans chaque zone est peu nombreuse; l'unité d'interrogation était l'immeuble plutôt que la famille. Par contre, l'investigation autour de Yokota est très semblable à celles qui ont été faites aux Etats-Unis et en Europe. Aussi, dans cette investigation, le niveau de bruit était exprimé en NNI.

Une investigation scandinave a été faite en Norvège, au Danemark et en Suède, de 1969 à 1972. Environ 2900 personnes ont été interrogées dans 24 zones autour de 8 aéroports avec un trafic aérien très varié. Le questionnaire utilisé est, en principe, le même que celui utilisé

<sup>1</sup> Cet article a été rédigé avec l'assistance de M. Philip Gilbert du Centre scientifique et technique du bâtiment de Paris. Sa contribution a été vivement appréciée.

dans les investigations précédentes [8]. Dans cette étude, le nombre de survols et le niveau sonore de chaque avion ont été traités indépendamment et on a choisi les zones d'investigation afin d'obtenir une variation aussi large que possible. Dans l'analyse des résultats, on a d'abord calculé les indices conventionnels comme NNI. On a trouvé environ la même corrélation entre l'exposition et la gêne que celle montrée dans les investigations précédentes. Puis dans l'analyse, l'importance de chacun des paramètres de bruit a été relevée. On a pu constater que le nombre de survols était important pour déterminer la classification d'une zone exposée. Une fois que le nombre de survols a atteint 50, un accroissement du nombre de survols n'augmente pas la gêne dans les mêmes niveaux en dB(A). Le principe des indices basés sur le concept de l'énergie moyenne a été donc rejeté.

Dans chaque genre de zone, l'amplitude de la gêne est déterminée par le niveau sonore en dB(A), du type d'avions le plus bruyant. En utilisant ce principe, on est arrivé à une corrélation entre la gêne et le bruit très élevée (0,99).

Comme les principes développés dans l'investigation scandinave ont été considérés importants du point de vue pratique pour un règlement en matière de bruit d'avions, un programme de réanalyse des investigations déjà terminées a été commencé. Dans une première partie de ce travail, les données de l'investigation française de 1967 ont été analysées, celles-ci avaient été acquises en 1965-1966. Chaque zone d'investigation a été classifiée selon le nombre de survols, en utilisant l'information obtenue par l'enregistrement du bruit fait pendant l'investigation. Dans chaque zone, le niveau sonore causé par l'avion le plus bruyant a été déterminé avec les contours de bruits standardisés. Les résultats de cette analyse montrent que le principe scandinave peut se trouver aussi dans les données françaises [9]. Une analyse a été aussi faite sur les données de l'investigation autour de Shiphol (1963), Munich (1970) et Yokota (1970). Aussi dans ce cas, les résultats confirment la validité des principes développés dans l'investigation scandinave [10].

### III. Discussion

Les études sur la relation de l'exposition au bruit d'avion et l'extension de la gêne dans la population exposée sont en principe exécutées avec la même technique sociologique.

En ce qui concerne l'expression du niveau de bruit, certaines différences importantes sont présentes. En général, le niveau du bruit est exprimé avec les indices qui contiennent le nombre de survols, ainsi que le niveau moyen du bruit des survols individuels. Ces indices sont souvent construits sur le principe de l'énergie moyenne et peuvent contenir des facteurs correctifs

pour ces deux facteurs principaux du bruit. Même si les indices dans les investigations sont un peu différents (NNI, R, etc.), la corrélation entre eux est très haute.

Le plus souvent, le développement des indices dans les différentes investigations a été fait en utilisant les résultats obtenus dans l'investigation même. Il s'agit donc d'une adaptation des concepts acoustiques au résultat existant plutôt que l'épreuve d'une hypothèse scientifique.

Le principe développé dans l'investigation scandinave a démontré un autre genre de relation entre la gêne et l'exposition au bruit en soulignant l'importance des niveaux maximum en dB(A) des expositions pendant 24 heures. L'existence d'un seuil du nombre des expositions a permis de rejeter l'hypothèse du concept de l'énergie moyenne comme principe d'utilisation pour le but en question.

L'augmentation de la corrélation d'environ 0,85 à 0,99 à première vue semble n'avoir qu'un intérêt académique. Il faut donc se rendre compte qu'une incertitude sur la relation entre l'exposition et l'effet a des conséquences importantes, surtout en ce qui concerne les pronostics, une incertitude même petite peut représenter des km<sup>2</sup> perdus ou gagnés dans le contour isophonique.

En figure 1, on voit la démonstration de la corrélation entre la gêne et le niveau du bruit exprimé en NNI ou avec dB(A) max. pour les zones dans l'investigation scandinave. On peut voir, qu'avec le principe NNI, un niveau de 30 NNI peut donner entre 2 et 23 % «très gêné»; par contre, utilisant le principe de dB(A), la variation est très limitée.

Dans certains aéroports, une différence assez importante est présente entre la courbe isophonique construite selon les principes énergie-égale et dB(A) max. Cette différence se trouve surtout dans l'extension de la piste d'où il existe une zone où la gêne est beaucoup plus étendue que ne le montrent les courbes d'indices d'énergie moyenne.

Le niveau maximal sonore entraîne aussi une impor-

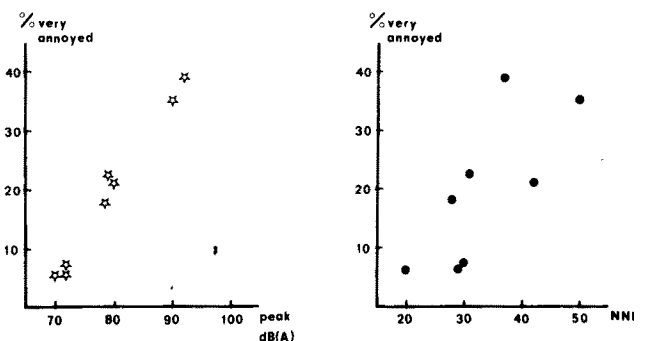


Figure 1 Relation entre l'extension de la gêne et le bruit d'avions exprimé en NNI et dB(A) max.

tante conséquence pour le contrôle du trafic aérien. Dans les contrôles des avions les plus bruyants, soit à l'envol, soit à l'atterrissage, il devient possible de mieux définir l'extension des zones de gêne et de diriger les avions vers des zones peu habitées, suffisamment loin des agglomérations importantes. Les efforts techniques pour baisser le niveau de bruit échappé des moteurs peuvent aussi être concentrés vers les appareils les plus bruyants.

Comme la question de savoir quel indice doit être utilisé pour contrôler dans le futur l'exposition au bruit autour des aéroports est très importante pour les Autorités de la santé publique, des études additionnelles sont en cours pour déterminer laquelle des deux hypothèses – le concept de l'énergie moyenne ou le niveau sonore maximal dB(A) – est la plus adéquate du point de vue de la réaction humaine pour l'utiliser dans les programmes de contrôle du bruit des avions.

#### Résumé

Un bref aperçu est donné sur la relation entre les facteurs physiques du bruit des avions et les effets sur l'homme. Les indices souvent utilisés pour exprimer le niveau d'exposition contiennent une expression pour le nombre des expositions ainsi que le niveau moyen du bruit. La relation entre ce genre d'indices et la gêne dans la population est assez haute.

Une meilleure corrélation pourrait être obtenue si le nombre des expositions est considéré séparément des niveaux et le dernier est exprimé comme niveau maximal plutôt que valeur moyenne. Les conséquences des nouveaux principes pour les actions pratiques sont discutées.

#### Zusammenfassung

##### Fluglärm

Es wird eine kurze Übersicht über die Beziehung zwischen den physikalischen Faktoren des Fluglärms und dessen Wirkungen auf den Menschen gegeben.

Die oft verwendeten Formeln zur Kennzeichnung des Ausmasses der Exposition enthalten Indizes für die Anzahl der Expositionen und für den durchschnittlichen Lärmpegel. Die Korrelation zwischen diesen Faktoren und der Belästigung ist ziemlich gut.

Eine bessere Korrelation liesse sich erstellen, wenn die Zahl der Expositionen getrennt vom Lärmpegel berücksichtigt würde und wenn bei letzterem der Maximalwert und nicht der Durchschnittswert beigezogen würde. Die Folgen der Anwendung dieses neuen Verfahrens in der Praxis werden besprochen.

#### Summary

##### Aircraft noise

A review is presented of the relation between the physical parameters of aircraft noise and the exposure effect on man. It is shown that the indices often used to express the exposure level contain both the number of exposures and a mean of all exposure levels. The relation between this type of index and the extension of annoyance in the population is relatively good.

A better correlation is obtained if the number of exposures is considered separately from the noise level and if the latter is expressed as the maximum value instead of a mean from all exposures. The practical consequences of the new principles are discussed from the public health point of view.

#### Références

- [1] Borsky P. N.: Community aspects of aircraft annoyance. National operational research center, University of Chicago, Report 54 (1954).
- [2] Borsky P. N.: Community reactions to air force noise. National operational research center, University of Chicago, WADD TR 60-689 (II), pp. 1-171 (1961).
- [3] Centre scientifique et technique du bâtiment, Paris: La gêne causée par le bruit autour des aéroports (1968).
- [4] H.M. Stationery Office, Final Report: Committee on the problem of noise. London, CMND 2056 (1963).
- [5] H.M. Stationery Office: Second survey of aircraft noise annoyance around London (Heathrow) Airport. London 1971.
- [6] Kosten C. W., de Zwann C. W., Steenbergen M. H., Falkenhagen C. A. F., de Jonge J. A. C. and Van Os G. J.: Geluidhinder door vliegtuigen. T.N.H. Report, pp. 1-119 (1967).
- [7] Osada Y.: Community reactions to aircraft noise in the vicinity of airports. Bull. Institute Public Health, Tokyo, 20, 119-127 (1971).
- [8] Rylander R., Sörensen S. and Kajland A.: Annoyance reactions from aircraft noise exposure. J. Sound Vibr. 24, 419-444 (1972).
- [9] Rylander R., Sörensen S., Alexandre A. and Gilbert Ph.: Determinants for aircraft noise annoyance – A comparison between French and Scandinavian data. J. Sound Vibr. 28, 15-21 (1973).
- [10] Rylander R., Sörensen S. and Berglund K.: Reanalysis of aircraft noise annoyance data against the dB(A) peak concept. J. Sound Vibr. (1974, to be published).
- [11] WHO Environmental Health Criteria Programme. OMS EP/73.1 (1972).

#### Adresse de l'auteur

Prof. Dr méd. Ragnar Rylander, Institut de médecine sociale et préventive, Université de Genève, Quai Ecole-de-Médecine 20, CH-1205 Genève