

*Critères
d'hygiène de
l'environnement 12*

Le Bruit

*Résumé
d'orientation*

Publié par l'Organisation mondiale de la Santé
en liaison avec le
Programme des Nations Unies pour l'Environnement

AVERTISSEMENT AU LECTEUR

Pour donner suite à un certain nombre de résolutions de l'Assemblée mondiale de la Santé, et compte tenu des recommandations de la Conférence des Nations Unies sur l'environnement humain tenue à Stockholm en 1972 et de celles du Conseil d'administration du Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE), on a entrepris en 1973 un programme intégré de grande envergure consacré à l'évaluation des effets de la pollution de l'environnement sur la santé. Connu sous le nom de Programme OMS des critères d'hygiène de l'environnement, il est mis en œuvre avec l'appui du Fonds du PNUE pour l'environnement. En 1980, le Programme des critères d'hygiène de l'environnement a été incorporé dans un programme de plus grande ampleur, le Programme international sur la sécurité des substances chimiques (IPCS) que patronnent conjointement le Programme des Nations Unies pour l'Environnement, l'Organisation internationale du Travail et l'Organisation mondiale de la Santé. Les travaux réalisés dans le cadre du programme ont abouti à la publication d'une série de documents sur les critères d'hygiène de l'environnement.

Chaque document de la série consiste en une mise au point scientifique approfondie sur des polluants ou des groupes de polluants particuliers de l'environnement. Il fournit toute une gamme de renseignements, depuis la nature des sources et la valeur des niveaux d'exposition jusqu'à un exposé détaillé des données disponibles au sujet des effets de ces polluants sur la santé humaine. Des projets rédactionnels sont préparés pour le compte de l'OMS par des experts ou des institutions nationales, puis soumis à l'examen approfondi, d'une part des représentants des quelque 25 Etats membres participant au Programme, d'autre part d'un ou de plusieurs groupes internationaux d'experts (*groupes de travail*). Un objectif important du programme consiste dans l'évaluation des données disponibles sur les rapports entre l'exposition à certains polluants environnementaux (ou à d'autres facteurs physiques et chimiques) et la santé humaine *en vue de fournir des directives garantissant la compatibilité entre les limites d'exposition fixées et la protection de la santé publique*.

Pour faciliter l'application de ces directives dans le cadre des programmes nationaux de protection de l'environnement, l'OMS a décidé de faire rédiger des «résumés d'orientation» où l'accent serait mis, parmi toutes les données présentées dans les documents *in extenso*, sur celles qui sont utiles aux spécialistes qui ont besoin de connaître les problèmes sanitaires en cause sans entrer dans le détail des aspects scientifiques.

Les résumés d'orientation reproduisent les directives d'exposition qui figurent dans les documents relatifs aux critères établis par les groupes de travail, ainsi que les principales données relatives aux effets sanitaires. On s'est efforcé d'éviter toute divergence par rapport aux données présentées dans les documents *in extenso*. Pour certains d'entre eux, particulièrement lorsque leur publication remonte à trois ou quatre ans, ce souci a conduit à l'exclusion des données nouvelles éventuellement publiées depuis la réunion des groupes de travail correspondants. Ces données seront prises en considération lorsque les documents relatifs aux critères et les résumés d'orientation seront revus et corrigés.

Les observations du lecteur au sujet des difficultés éventuelles rencontrées dans l'utilisation des données figurant dans les résumés d'orientation sont les bienvenues. Elles doivent être communiquées à l'adresse suivante :

Division de l'hygiène de l'environnement,
Organisation mondiale de la Santé,
1211 Genève 27,
Suisse

Imprimé en Suisse

81-5178 — Impresa-Photocomposition S.A. — 5000

BRUIT*

1. Introduction

Par définition, est considéré comme un bruit tout son indésirable risquant d'altérer la santé ou de perturber le bien-être des individus ou des populations. Du point de vue physique, le son consiste dans une perturbation mécanique qui se propage selon un mouvement ondulatoire longitudinal dans l'air ou les autres milieux élastiques, solides ou liquides, comme l'eau ou l'acier. Les principales caractéristiques d'un bruit sont son intensité sonore, mesurée par la pression acoustique, et son spectre de fréquences qui indique la répartition de l'énergie acoustique globale sur une gamme de fréquences de hauteur variable. Ce spectre est important pour la détermination des effets exercés par le bruit sur l'homme et du point de vue des coûts des installations ou des dispositifs nécessaires pour affaiblir le bruit.

2. Propriétés

De tous les problèmes de grande ampleur associés au bruit, le plus grave se pose dans l'industrie mécanisée. Les niveaux sonores les plus élevés et par conséquent les plus dangereux *a priori* sont en général provoqués par les pièces mécaniques ou les gaz en mouvement rapide, par exemple les pales de ventilateur ou les soupapes de sécurité dans des appareils à vapeur, ou par des opérations comportant des chocs, par exemple l'emboutissage et le rivetage des métaux ou le défonçage des chaussées.

Dans le transport, le niveau sonore associé à la circulation est en rapport avec son débit horaire, la vitesse des véhicules, la nature du revêtement de la chaussée et la rotation des « poids lourds ». Des problèmes particuliers se posent aux endroits où la circulation implique un changement de régime moteur, par exemple aux feux de circula-

* Résumé de *Le Bruit*. Genève, Organisation mondiale de la Santé, 1980 (Critères d'hygiène de l'environnement N° 12), 114 pages.

tion, dans les côtes et aux croisements. Si les trains donnent naissance à un bruit de fréquence relativement basse, la mise en service de trains à grande vitesse a donné naissance à des structures de bruit spéciales. Aux vitesses voisines de 200 km/h, la proportion de l'énergie acoustique véhiculée par les hautes fréquences augmente et le son perçu se rapproche de celui d'un avion à réaction passant à la verticale.

La vague de protestations dans les collectivités riveraines des aéroports commerciaux, au voisinage des grandes villes, a fait qu'on a consacré davantage de recherches au bruit des aéronefs qu'à tout autre bruit environnemental. Pour limiter le bruit produit par un aéronef, il faut avant tout réduire la vitesse des pièces mobiles du moteur et la vitesse des gaz. Dans les turboréacteurs à double flux et à taux de dilution élevé qui équipent les avions les plus récents, les vitesses des pièces mobiles sont beaucoup moins élevées, d'où une diminution notable du bruit de l'aéronef, ce qui permet d'espérer que les aéroports deviendront beaucoup moins bruyants à mesure que le parc sera renouvelé.

Les travaux de construction et de terrassement sont fréquemment exécutés sans tenir compte du bruit produit. Le plus souvent, les équipements sont mal insonorisés, d'où un bruit considérable lors des activités de martelage, de forage, de soudage, etc.

A l'intérieur, toute une série d'activités et de machines peuvent produire du bruit. Sont à citer particulièrement les sons de basse fréquence émis par l'équipement de ventilation ou de climatisation. Ce bruit peut être créé par les ventilateurs et les vibrations à l'intérieur des canalisations ou au niveau de bouches d'air. En outre, le bruit extérieur pénètre par les fenêtres et les points de moindre résistance des bâtiments.

3. Mesure du bruit

L'ampleur suggestive ou ampleur perçue d'un son est désignée sous le nom de force sonore ou sonie, laquelle augmente avec l'intensité du son ou avec la puissance appliquée au tympan de l'auditeur. Comme de nombreuses sensations physiologiques, la sensation audi-

tive varie comme le logarithme de l'intensité, et l'on appelle décibel (dB) la plus faible variation d'intensité qui est perceptible par une oreille moyenne. Les niveaux sonores supérieurs à 120 dB se traduisent généralement par une sensation douloureuse. La sonie dépend à la fois de l'intensité et de la fréquence (nombre de vibrations par seconde) et elle se mesure à partir du niveau de pression acoustique grâce à l'emploi d'un filtre qui reproduit sensiblement la réponse de l'oreille humaine aux diverses fréquences (filtre A). Il existe d'autres techniques un peu plus rigoureuses, mais au prix d'une complexité accrue, de sorte que l'emploi du niveau pondéré (A) de pression acoustique ($L_p(A)$) est recommandé pour les applications générales.

En un point donné, un son peut être entièrement décrit par les variations de la pression acoustique. Si les variations sont périodiques, la fréquence fondamentale qui correspond au nombre de cycles par seconde, exprimé en hertz (Hz) ou en kHz (1 kHz = 1000 Hz). L'oreille humaine est sensible à des fréquences situées dans l'intervalle qui va de 16 à 20 000 Hz, la «gamme des fréquences audibles». La plupart des bruits ne sont pas périodiques mais «aléatoires»; quant aux bruits impulsifs, ils consistent en bouffées d'énergie acoustique durant chacune moins de 1 seconde.

Pour mesurer, à l'aide d'une seule quantité, l'exposition au bruit quand la pression acoustique varie avec le temps, on peut faire appel au niveau équivalent de pression acoustique continue (L_{eq}). Par définition, ce niveau correspond au niveau d'un son uniforme qui, sur le même intervalle de temps, renferme la même énergie (ou dose) totale que le son fluctuant. C'est ainsi qu'on utilise la valeur de L_{eq} pour exprimer l'exposition au bruit pendant un poste de huit heures dans l'industrie ou pendant 24 heures dans la collectivité.

4. Perte d'audition

L'audition normale correspond à la capacité de déceler les sons de fréquences comprises entre 16 et 20 000 Hz. Cependant, la capacité auditive varie selon les individus et, en général, elle s'atténue avec l'âge, selon une altération qualifiée de presbycousie et bien connue. On discute en revanche sur le point de savoir si la perte finale d'audi-

tion provient, pour une part, de l'influence des effets cumulatifs de l'exposition au bruit dans la vie de tous les jours (socioacoustie).

Quand une personne entre dans un local très bruyant, il arrive que son acuité auditive subisse une chute mesurable, mais ce déficit disparaît quelque temps après retour dans une ambiance calme. Ce phénomène peut se mesurer sous forme d'un décalage du seuil audiométrique : il constitue ce qu'on appelle un décalage temporaire du seuil auditif provoqué par le bruit. La récupération dépend de l'ampleur du décalage, de la sensibilité individuelle et du type d'exposition. Si la récupération n'est pas totale avant l'exposition suivante, on peut craindre une certaine perte d'audition définitive.

Dans le mécanisme normal de l'audition, les vibrations sonores de l'air se propagent le long du conduit auditif externe et viennent frapper le tympan qui se met à vibrer. Les vibrations sont ensuite transmises par les os de l'oreille moyenne à l'organe sensoriel (cochlée) de l'oreille interne. A ce niveau, il y a transformation de l'énergie mécanique en impulsions nerveuses par les cellules ciliées, impulsions qui se transmettent au cerveau.

Les explosions et les autres bruits intenses du même type peuvent provoquer la rupture du tympan ou directement léser les structures de l'oreille moyenne ou interne. La perte d'audition provoquée par une exposition prolongée au bruit est en revanche généralement associée à la destruction de cellules ciliées de l'oreille interne : il s'agit d'une lésion de type neural et par conséquent irréversible.

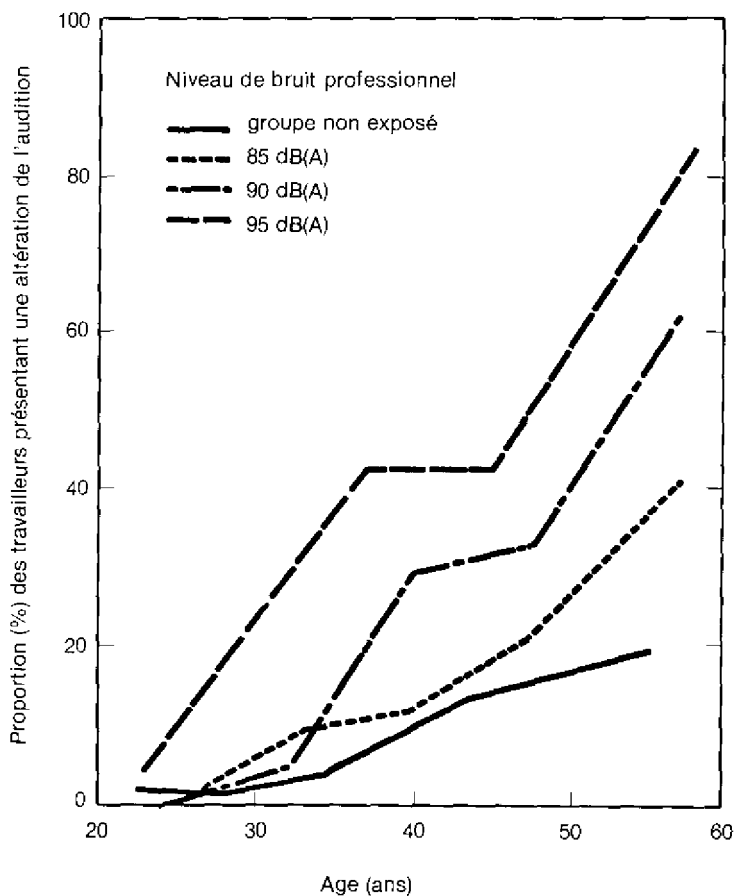
Pour une oreille normale, le seuil douloureux se situe aux alentours de 110-130 dB tandis que le seuil du désagrément physique est de l'ordre de 80 dB. Mais des lésions sont possibles en cas d'expositions répétées à un bruit de niveau nettement inférieur au seuil douloureux. Par conséquent, la douleur ou même le désagrément ressentis ne constituent pas des signes d'alarme convenables.

5. Perte d'audition en milieu professionnel

Dans la quasi-totalité des études récentes sur ce sujet, on a constaté que les travailleurs quotidiennement exposés à un bruit intense pendant plusieurs années souffrent d'un déficit auditif qui répond au

schéma classique représenté sur la figure 1. Une perte d'audition très élevée est rare aux fréquences les plus basses, mais elle est courante

Fig. 1. Pourcentage des travailleurs présentant un déficit auditif, pour divers niveaux d'exposition (d'après les résultats d'études effectuées aux Etats-Unis d'Amérique).



aux fréquences les plus élevées. La figure 1 permet de comparer la proportion des travailleurs présentant une altération de l'audition, en fonction de leur âge, d'une part dans un groupe non exposé, d'autre part dans des groupes professionnellement exposés à des niveaux de bruit de 85, 90 et 95 dB(A). Dans cette étude, l'audition était considérée comme altérée à partir d'un déficit moyen dépassant 25 dB(A) aux fréquences de 1, 2 et 3 kHz.

6. Interférence avec la communication

On parle généralement d'altération de l'audition quand le niveau de celle-ci est affaibli au point que le sujet commence à éprouver de la difficulté à mener une vie normale, c'est-à-dire, en général, du mal à suivre une conversation. Dans la plupart des langues, une bonne audition des fréquences élevées est importante pour l'intelligibilité de la parole, spécialement quand les conditions d'écoute sont mauvaises par suite du bruit ambiant. Classiquement, on mesure le handicap auditif provoqué par le bruit en déterminant l'acuité auditive aux fréquences 0,5, 1 et 2 kHz. Toutefois, cette méthode est restrictive et, depuis peu, un nombre croissant de pays ont inclus les fréquences de 3 et 4 kHz dans les formules d'évaluation des risques.

Il y a perturbation de la communication verbale lorsque deux sons sont émis simultanément et que l'un d'eux rend l'autre inaudible. Dans le cadre professionnel comme dans certaines activités récréatives, il y a risque de blessure quand une personne n'entend pas des signaux ou des cris d'alarme. Pour que l'intelligibilité d'une phrase soit parfaite (100%), le niveau vocal doit dépasser d'au moins 10 dB le niveau du bruit. Les mesures montrent que, dans une conversation détendue à l'intérieur, le niveau vocal à 1 m de la personne qui parle est d'environ 55 dB(A). Cependant, il n'existe pas de formule simple permettant de prévoir l'interférence avec la parole à l'intérieur par suite de la réverbération des murs, du plancher, du plafond et des objets présents dans la pièce. Sur la base des niveaux sonores ambiants qui se sont révélés acceptables, on peut fixer à 45 dB(A) le niveau qui ne doit pas être dépassé pour garantir une intelligibilité parfaite.

7. Perturbation du sommeil

Le bruit peut provoquer des insomnies d'endormissement et réveiller le dormeur. Des études ont montré que le sommeil est de plus en plus perturbé quand le bruit ambiant dépasse un niveau de 35 dB(A). Des sujets qui dorment bien à un niveau de bruit (L_{eq}) de 35 dB(A) se plaignent d'être troublés dans leur sommeil et d'avoir du mal à s'endormir quand L_{eq} atteint 50 dB(A). Le sommeil peut être troublé par des stimuli faibles mais inattendus. On a constaté que la probabilité qu'un sujet soit réveillé par un niveau sonore de crête de 40 dB(A) était de 5% et qu'elle atteignait 30% à 70 dB(A). Dans une population donnée, il existe des différences de sensibilité au bruit selon divers facteurs, par exemple l'âge et le sexe. Une certaine adaptation ne s'observe que lorsque les stimuli sonores sont de faible intensité. Sur la base des quelques données dont on dispose, on peut fixer à 35 dB(A) le niveau maximal recommandable pour garantir l'effet restaurateur, essentiel du sommeil.

8. Stress réactionnel

L'exposition au bruit peut provoquer divers types de réponse réflexe représentant une partie de l'ensemble des réactions qu'on regroupe habituellement sous le nom de réactions de stress. Des modifications sont provoquées par le bruit au niveau de nombreux organes, dont le cœur, les vaisseaux sanguins, les intestins et les glandes endocrines. Mais il faudra multiplier les études pour pouvoir évaluer les risques pour la santé qui résultent à terme de l'action du bruit sur le système neuro-végétatif. Il faut peut-être tenir compte des facteurs sociaux et culturels pour évaluer les effets «stressants» du bruit, conduisant directement ou indirectement à l'apparition de la fatigue ou à des troubles non spécifiques. Les réactions de gêne reflètent les réponses individuelles à un même bruit. D'après des enquêtes sur le bruit de la circulation routière ou aérienne dans des quartiers résidentiels, il semble que la gêne soit considérée comme négligeable par la plupart des personnes tant que l'exposition au bruit dans la collectivité pendant la journée ne dépasse pas 55 dB(A).

9. Baisse du rendement

La perturbation ou la distraction provoquées par le bruit ont des effets mal connus sur l'exécution des tâches ou sur le rendement des activités manuelles ou intellectuelles. Le bruit peut affaiblir la vigilance de l'individu et augmenter ou diminuer le rendement. L'exécution de tâches comportant des activités motrices ou monotones n'est pas toujours altérée par le bruit alors que des activités mentales qui exigent que le sujet soit vigilant, rassemble des informations et procède à des analyses semblent particulièrement sensibles au bruit. Toutefois, il n'est pas possible d'énoncer des critères de valeur générale au sujet des rapports entre l'efficacité de l'exécution des tâches et le niveau et la durée du bruit.

10. Evaluation des risques pour la santé

Les caractéristiques des instruments et les techniques de mesure physique et de description du bruit font l'objet d'un large accord. Il existe des normes et des publications techniques à jour qui peuvent servir de base à l'établissement de prédictions sûres en ce qui concerne le bruit ambiant probable dans diverses circonstances. Les difficultés commencent quand il s'agit de décrire l'exposition cumulative subie au cours d'une certaine durée par un individu ou une population et quand on essaie de réduire les paramètres déterminant la dose de bruit. Cependant, on peut définir des limites pratiques pour l'exposition au bruit sur la base du niveau équivalent de pression acoustique continue L_{eq} , exprimé en dB(A), qui fournit une mesure commune de base du bruit ambiant; et c'est sur cet indice que doivent se fonder, dans toute la mesure du possible, les critères de santé.

La perte de l'audition provoquée par le bruit tient une place importante parmi les maladies professionnelles et, en dépit de recherches très poussées, aucune méthode n'a encore été trouvée qui permette d'identifier les individus qui courent *a priori* un risque particulier de déficit auditif sous l'effet du bruit. Le dépistage précoce d'un début d'affaiblissement de l'audition est de la plus haute importance pour empêcher l'installation progressive de la surdité; comme la perte

d'acuité auditive commence généralement pour des fréquences voisines de 4 kHz, le déficit constaté à cette fréquence représente l'indicateur le plus sensible d'un début de lésion. Quand les conditions d'exposition au bruit entraînent un risque certain de déficit auditif permanent, les services de médecine du travail doivent prévoir un programme de préservation de l'audition. Il existe des directives applicables à la mise sur pied d'un programme de ce genre, qui comporte trois éléments: une éducation au sujet des risques associés au bruit; une éducation concernant la bonne utilisation et le contrôle du port de protecteurs auriculaires; et des examens audiométriques réguliers permettant, quand ils sont correctement exécutés, d'identifier les travailleurs qui présentent les premiers signes d'une altération de l'audition.

Des programmes de préservation de l'audition sont jugés souhaitables en cas d'exposition pendant 8 heures par jour à un niveau dépassant 75 dB(A). Les principes actuels en matière de risque acceptable et les contraintes économiques obligent en pratique à limiter l'application de ces programmes dans la plupart des pays au cas d'un niveau moyen de 85 dB(A).

11. La lutte contre le bruit

La méthode la plus efficace pour agir contre un bruit excessif consiste à en diminuer l'intensité à la source. Il existe diverses techniques anti-bruit qui permettent de résoudre de nombreux problèmes types qui se posent à cet égard du fait du machinisme: on peut procéder à des modifications structurelles et mécaniques ou employer des silencieux, des amortisseurs de vibrations et des cloisons ou cabines anti-bruit. Pour empêcher la transmission des sons, on peut aussi mettre en place des cloisons, par exemple pour couper le bruit de la circulation ou de machines dans l'industrie. Au niveau de la collectivité, une meilleure planification permet d'augmenter la distance entre les habitants et les sources de bruit. Une rotation des postes de travail peut permettre de diminuer la durée d'exposition à des niveaux de bruit qui risquent d'être dangereux. Mais il est vital que les personnes exposées à ces risques reçoivent une éducation portant sur a) les con-

séquences possibles d'une exposition excessive ; *b*) les moyens de protection, par exemple des bouchons fixés à l'intérieur du canal auditif, des coquilles recouvrant l'oreille externe et/ou des casques anti-bruit ; et *c*) les limitations de ces moyens de protection.

Récapitulation des recommandations sur les limites
d'exposition au bruit

Milieu	Niveau maximal recommandé pour L_{eq}^a	Effets
Industriel/professionnel	75 dB(A) L_{eq} (8 h)	Risque prévisible d'un déficit auditif aux niveaux plus élevés
Communautaire/urbain: de jour	55 dB(A) L_{eq}	Augmentation de la gêne aux niveaux plus élevés
de nuit	45 dB(A) L_{eq}	Insomnies d'endormissement aux niveaux plus élevés
Intérieur/domestique: de jour	45 dB(A) L_{eq}	Baisse d'efficacité de la communication verbale aux niveaux plus élevés
de nuit	35 dB(A) L_{eq}	Réveils plus fréquents chez les dormeurs aux niveaux plus élevés

^a Le « niveau équivalent de pression acoustique continue avec pondération A », L_{eq} , constitue le paramètre dont l'emploi est recommandé, moyennant le choix convenable de la durée en fonction du problème étudié: par exemple, dans le cas du bruit professionnel mesuré pendant un poste de huit heures, on utilisera le paramètre L_{eq} (8 h).

**Autres titres parus dans la série des
«Critères d'hygiène de l'environnement»**

1. Mercure
2. Polychlorobiphényles et Polychloroterphényles
3. Plomb
4. Oxydes d'azote
5. Nitrates, nitrites et composés N-nitroso
6. Principes et méthodes d'évaluation de la toxicité des produits chimiques. Partie I.
7. Oxydants photochimiques
8. Oxydes de soufre et particules en suspension
9. DDT et dérivés
10. Sulfure de carbone
11. Mycotoxines
12. Le Bruit
13. Monoxyde de carbone
14. Rayonnement ultraviolet
15. Etain et organostanniques
16. Fréquences radioélectriques et hyperfréquences
17. Manganèse
18. Arsenic
19. Sulfure d'hydrogène
20. Quelques dérivés du pétrole (*en préparation*)