

# 13 Sonotraumatismes<sup>1</sup> et acoustique

La multiplicité des circonstances où les oreilles subissent des agressions sonores impose la connaissance de quelques notions concernant les rapports entre l'énergie sonore et l'oreille interne. Les nombreuses dispositions prises au fil des ans dans le cadre de la prévention des surdités professionnelles constituent d'utiles repères.

La prévention des surdités professionnelles commence à la source du bruit par des dispositions permettant d'en diminuer l'intensité et par l'aménagement des lieux de travail. Lorsque persistent des niveaux sonores élevés malgré le conditionnement des machines et des locaux, il importe de recourir à des protections individuelles. Mais pour connaître l'ampleur du risque sonore, il faut évaluer l'importance de l'énergie acoustique à laquelle se trouvent exposées les oreilles, et en mesurer la quantité tout au long de la durée du travail. Enfin, dernier témoin de l'agression sonore et non le moindre, l'audiométrie permet à la fois de tester la sensibilité individuelle et d'évaluer les répercussions éventuelles du bruit tout au long de la vie professionnelle.

Ainsi, sonométrie, dosimétrie, audiométrie se complètent pour prendre en temps voulu les bonnes décisions de protection. L'otologiste doit avoir des notions sur les différents types de bruits, le mesurage de l'exposition sonore, les modalités d'audiométrie en médecine du travail et les protections individuelles.

## Mesurage du bruit

### Notion d'équale énergie acoustique

L'oreille interne est très sensible aux bruits. Les cellules cochléaires consomment d'autant plus d'énergie que les niveaux sonores qui les atteignent sont élevés et que le temps d'exposition est prolongé. Après l'exposition sonore, les cellules mettent un certain temps avant de reconstituer leur potentiel énergétique, de quelques minutes à quelques heures. En pratique, après une journée de travail, les heures de repos qui précèdent l'exposition suivante permettent une récupération satisfaisante.

---

<sup>1</sup> Ce chapitre a été rédigé avec la collaboration du Professeur Christian Gérard, chef de service pathologie professionnelle au CHU de Nantes. Les auteurs de l'ouvrage le remercient.

Durée maximale d'exposition quotidienne	Niveau de bruit équivalent à (dB(A))
8 h	85
4 h	88
2 h	91
1 h	94
30 min	97
15 min	100
7 min 30 s	103
3 min 45 s	106
1 min 52 s	109
56 s	112
28 s	115
14 s	118
7 s	121

**Figure 13.1**

Tableau donnant l'isoénergie acoustique pour une durée de 8 heures avec un niveau sonore continu équivalent pondéré A de 85 dB, selon différentes pressions sonores.

Pour calculer la dose de bruit en fonction de la pression sonore et de la durée, il est admis, du moins dans certaines limites, qu'il y a un rapport linéaire entre la durée et la pression sonore exprimée en décibels. Ainsi, une exposition pendant 8 heures à 85 dB(A) est égale à une exposition de 4 heures à une pression sonore double (3 dB de plus), soit 88 dB(A) [figure 13.1].

Cette isoénergie acoustique est à la base du calcul de la « dose de bruit » que peut subir un travailleur sans risque cochléaire patent, et de la notion de  $L_{eq}$ .

## Notion de $L_{eq}$

Pour évaluer un phénomène acoustique fluctuant tel que le bruit dans un atelier, on utilise le niveau équivalent ou  $L_{eq}$  (*level equivalent*) qui est le niveau acoustique d'un bruit stable dont l'énergie serait équivalente au bruit fluctuant. Le  $L_{eq}$  permet de mesurer l'énergie reçue par l'oreille dans un champ sonore fluctuant pendant un temps T, ou  $L_{eq} T$ .

### Le $L_{Aeq, T}$

Le mesurage du bruit se fait habituellement en pondération A. Le  $L_{Aeq, T}$  traduit le niveau de pression acoustique continu équivalent pondéré A pendant un

*temps T*. Il représente le niveau sonore stable et continu pendant un temps  $T$  tel que le recevrait le sujet exposé à un bruit qu'il reçoit effectivement en étant exposé à des bruits fluctuants ou intermittents pendant ce même temps.

### Le $L_{ex, d}$

Il représente le niveau de bruit auquel serait exposé un sujet pendant 8 heures correspondant à l'exposition reçue pendant un temps quotidien qui peut être différent de 8 heures. Ce  $L_{ex, d}$  permet de quantifier le risque auditif par tranches de 8 heures.

Il existe des tables de correspondance entre le  $L_{Aeq, T}$  et le  $L_{ex, d}$ .

Ainsi, un sujet exposé à 94 dB(A) pendant 4 heures a un  $L_{ex, d}$  de 91 dB(A).

### Le $L_{pc}$

Pour signifier la valeur maximale de la pression acoustique instantanée observée pendant une période de temps représentative de la journée, on utilise la notation  $L_{pc}$ .

Ce niveau s'exprime en décibels non pondérés, mais on admet habituellement que la mesure est effectuée en pondération C.

La première étape d'élaboration d'un plan de mesurage de l'exposition sonore consiste à localiser, dans le temps de travail, une ou plusieurs périodes caractéristiques. Les mesurages sont effectués lors de ces périodes caractéristiques en précisant la durée de chacune d'elles. L'appareil qui sert à mesurer le niveau de pression et à le restituer sous forme digitale ou analogique s'appelle un sonomètre (cf. Notions d'acoustique physique, p. 197).

## Les différents types de bruit

L'analyse de chaque poste de travail et les mesurages de bruit permettent de bien identifier les dangers sonores en milieu professionnel, qu'il s'agisse de bruits stables, de bruits fluctuant de façon répétitive, de bruits fluctuants avec événements acoustiques prévisibles ou imprévisibles. Ces actions préventives ont des limites.

## Limites de l'isoénergie acoustique

La notion d'isoénergie acoustique doit être tempérée par deux autres notions :

- la sensibilité individuelle aux bruits est variable, du fait de facteurs individuels et/ou d'une fragilisation par une agression antérieure (toxique, sonore ou autre) ;

- une énergie sonore très élevée, même pendant un temps très bref, peut provoquer des lésions irréversibles. Cette notion est évidente en cas de détonation. L'effet peut être beaucoup plus insidieux avec les bruits impulsionnels, comme on peut en observer en milieu industriel ou musical.

Ainsi, à côté de la fragilité individuelle pour les bruits stables existe une susceptibilité particulière aux bruits impulsionnels de forte intensité. Cette fragilité n'étant pas actuellement décelable, c'est la surveillance audiométrique qui seule peut donner l'alerte.

## Bruit impulsionnel

Ce bruit est défini comme un bruit consistant en une ou plusieurs impulsions d'énergie acoustique ayant chacune une durée inférieure à 1 seconde et séparées par des intervalles de durée supérieure à 0,2 seconde.

Ces bruits impulsionnels sont provoqués par des claquements ou des chocs comportant des décharges sonores instantanées telles que peuvent en produire les travaux sur métaux par percussion, les marteaux pneumatiques, les pistolets à scellement. Au moment de l'impact d'une presse sur une tôle, la pression acoustique de crête est très élevée pendant les toutes premières millisecondes, exposant ainsi la cochlée à une puissance acoustique excessive. Cet à-coup d'énergie, imprévisible pour l'oreille, déjoue les mécanismes de protection physiologiques de l'oreille et risque, en cas de répétition, de léser la cochlée et de provoquer des dégâts irréversibles. Pour chaque individu, il existe un niveau d'énergie acoustique « limite » au-delà duquel on ne peut appliquer le concept de « l'égale énergie acoustique ».

## Bruits oubliés

L'audiométriste peut jouer un rôle important dans la prévention de la surdité sonotraumatique, et surtout dans celle de son aggravation. Il ne faut pas s'arrêter aux circonstances les plus évidentes devant une atteinte cochléaire dont l'allure évoque une origine acoustique, telles qu'un poste de travail précis, le nombre d'heures d'écoute d'un baladeur par semaine.

En milieu professionnel, il faut savoir repérer les événements acoustiques rares tels que les interventions à proximité de machines très bruyantes, l'utilisation intermittente d'outils très bruyants comme la « soufflette à air comprimé ». De telles expositions acoustiques peuvent avoir une contribution prépondérante dans l'exposition sonore. Il ne faut donc pas omettre d'en tenir compte.

D'autres facteurs peuvent intervenir : utilisation non professionnelle d'une tronçonneuse, pratique de la chasse ou du tir, fréquentation des discothèques ou de concerts de rock, etc. Il importe donc de toujours

rechercher l'accumulation de l'énergie acoustique sur de courtes périodes ou à des intensités très fortes.

## Bruit et musique

Il faut savoir que, dans une fosse d'orchestre, le niveau sonore se situe entre 80 et 120 dB(A), sur une piste de danse de discothèque entre 90 et 105 dB(A), à 105 dB(A) pour une tronçonneuse, et que le niveau sonore d'un concert de rock peut atteindre celui d'un marteau-piqueur à 105 dB(A). Quant aux baladeurs, la réglementation actuelle en limite la pression sonore de sortie à 100 dB(A), mais certains utilisateurs dépassent très largement ce niveau, d'autant plus que les modalités d'écoute empêchent toute référence aux bruits extérieurs.

## Législation concernant le bruit au travail

Le décret n° 2006-892 du 19 juillet 2006 modifie les valeurs d'exposition au bruit et définit les sujets pour lesquels les salariés doivent être consultés. Les responsabilités de l'employeur sont élargies, de même que les champs d'application qui incluent les secteurs maritimes et aériens.

Elle place l'évaluation des risques comme la première obligation des employeurs. En fonction de cette évaluation, l'employeur doit prendre des dispositions pour éviter ou réduire le bruit.

Une surveillance appropriée de la santé des salariés est prévue afin de diagnostiquer au plus tôt toute perte auditive et de préserver la fonction auditive.

## Modalités de l'audiométrie en médecine du travail

L'audiométrie joue un rôle considérable en médecine du travail, tant pour dépister les sujets à risque auditif que pour surveiller l'audition. La protection des travailleurs contre le bruit a été précisée dans le décret n° 2003-924 du 25 septembre 2003. Cette législation est basée sur deux grands principes :

- l'employeur doit réduire le bruit au niveau le plus bas raisonnablement possible, compte tenu de l'état des techniques ;
- l'exposition des personnes au bruit doit demeurer à un niveau compatible avec leur santé.

Le niveau considéré comme compatible avec la protection de l'ouïe est un niveau d'exposition sonore quotidienne de 80 dB(A) et un niveau de pression acoustique de crête de 135 dB.

Le tableau 42 de la surdité professionnelle a été modifié par ce décret de 2003 et porte désormais le titre *Atteinte auditive provoquée par les bruits*

*lésionnels*. Ce titre est plus large que celui de *Surdité* et tient compte des acouphènes. La désignation de la maladie comporte un libellé plus médical, plus précis : « hypoacousie de perception par lésion cochléaire irréversible accompagnée ou non d'acouphènes ». Une circulaire de janvier 2004 fait le point sur les modalités d'application.

L'audiométrie diagnostique doit être réalisée après une cessation d'exposition au bruit lésionnel d'au moins 3 jours (alors qu'elle devait être avant de « 3 semaines à 1 an »). L'audiométrie doit être tonale liminaire et vocale, pour mieux tenir compte de la gêne conversationnelle, et les résultats doivent être concordants.

Pour l'indemnisation, le déficit audiométrique minimal est calculé sur la meilleure oreille, et doit être de 35 dB. Le déficit était naguère évalué avec la moyenne pondérée suivante :

$$\frac{(500 \times 2) + (1000 \times 4) + (2000 \times 3) + 4000 \text{ Hz}}{10} = X \text{ dB}_{10}$$

Depuis 2003, la formule de calcul a été simplifiée, permettant de mieux prendre en compte la gêne sociale, et repose sur la simple moyenne arithmétique des seuils tonaux à 0,5, 1, 2 et 4 kHz. Ce mode de calcul rend l'indicateur beaucoup plus sensible aux effets du vieillissement, même en dehors de toute exposition au bruit. Ajouté à l'allongement de la durée d'activité, ce mode de calcul risque d'entraîner une augmentation considérable du nombre des surdités professionnelles indemnisées.

La surdité ne doit pas s'aggraver après cessation de l'exposition au risque, sauf en cas de nouvelle exposition au bruit lésionnel.

Antérieurement, la marge d'erreur d'un audiogramme pouvant atteindre 5 dB, le seuil à partir duquel la réparation pouvait intervenir était de 30 dB. La jurisprudence actuelle ne permet plus d'invoquer cette marge d'erreur.

En ce qui concerne la presbyacousie qui a parfois pu être invoquée à l'origine d'une part de la surdité, la prise en compte d'un état antérieur et/ou indépendant de la maladie professionnelle ne peut se faire que par une appréciation concrète et motivée de chaque cas individuel lors de l'évaluation de l'incapacité permanente.

## Dossier otologique

Pour toute demande de bénéficier du tableau 42, il est important d'établir un dossier médical très complet avec :

- un examen détaillé des oreilles, en particulier si une atteinte transmissiologique est associée à la surdité professionnelle ;
- les examens audiométriques faits antérieurement, car de simples affirmations du patient ne suffisent pas pour la prise en charge d'une maladie

professionnelle. S'il prétend ne pas entendre depuis des années et qu'il n'a jamais consulté un médecin pour cette raison, sa demande peut être qualifiée d'irrecevable. Il faut donc chercher un document attestant cette première consultation auprès du médecin du travail ou du médecin traitant à défaut d'un ORL, quelle que soit la qualité de l'examen de l'époque. Cette première consultation correspond à la date précise de la première constatation médicale à partir de laquelle on calcule le délai de prise en charge, la deuxième date prise en considération étant celle de la cessation réelle d'exposition au risque.

La déclaration peut être faite dans le délai de prise en charge (1 an pour la surdité, sauf cas particuliers du tableau 12) pour les différents régimes d'assurance maladie (privés, spéciaux, fonctionnaires, etc.) sur ordonnance ou simple papier à en-tête du praticien ou sur un certificat de déclaration de maladie professionnelle Cerfa n° 11138\*02 pour le régime général de Sécurité sociale, accompagné d'une déclaration personnelle du patient sur déclaration Cerfa n° 50562\*02. Si cette déclaration est hors délai par négligence ou oubli du patient, responsable de cet envoi, il a un délai de 2 ans pour l'envoyer. Toute contestation d'un refus de la caisse sera soumise au Comité régional de reconnaissance de maladies professionnelles (CRRMP) sur demande du patient à sa caisse. Le port de protection individuelle a parfois été considéré comme une cessation d'exposition au risque. Ce critère n'est habituellement pas retenu par les CRRMP du fait que l'on a très rarement la preuve du port permanent de protections considérées comme suffisamment efficaces pour supprimer tout risque.

La liste des travaux susceptibles de provoquer ces maladies est limitative et de nombreux cas sont ainsi hors tableau : toute contestation d'un refus de la caisse sera soumise au CRRMP sur demande du patient à sa caisse. Il en est de même des cas litigieux.

## Audiométrie de dépistage

### Critères

- Elle doit être très sensible, car faite au stade infrapathologique, avant que le sujet ne se soit aperçu d'un déficit, pour prendre les mesures prophylactiques nécessaires.
- Elle doit être rapide et peu coûteuse, car il s'agit d'un examen de masse.
- Elle doit être particulièrement reproductible pour suivre l'évolution, et donc supprimer les variations introduites par le manipulateur, ce qui s'obtient par l'automatisation, un contrôle rigoureux du matériel et de bonnes conditions acoustiques de la salle d'examen.
- Des conditions d'examen permettant l'absence de fatigue et un état d'éveil correct sont nécessaires.

## Examen

Cet examen a été précisé par la norme ISO 6189. Il s'agit d'une audiométrie liminaire tonale en conduction aérienne au casque.

Les conditions acoustiques de la salle d'examen sont beaucoup moins strictes que pour l'audiométrie habituelle comprenant une évaluation de la conduction osseuse, et dépendent de la qualité des écouteurs. Si l'examen est fait avec un audiomètre automatique enregistreur, il importe de familiariser le sujet examiné à ce type d'examen et de vérifier qu'il a bien compris les instructions. Il est conseillé, à la fin de l'examen des deux oreilles, de ne pas toucher aux écouteurs et de recommencer l'examen sur une ou deux fréquences pour vérifier que les résultats concordent bien avec le premier examen.

## Interprétation des résultats

Cet examen audiométrique en conduction aérienne ne peut suffire dès qu'il y a suspicion d'atteinte transmissionnelle, ou une asymétrie, ou une évolutivité anormale pour l'âge ou les conditions de travail. Il faut alors demander un examen audiométrique complet, avec au minimum une conduction osseuse et une audiométrie vocale.

L'audiométrie de dépistage impose de rechercher une susceptibilité individuelle anormale, ou d'autres facteurs de risque. Elle permet aussi de suivre un groupe de travailleurs exposés, permettant ainsi d'alerter sur des conditions mal évaluées.

Pour suivre l'évolution, il faut surveiller particulièrement les fréquences atteintes en premier, au-delà du 2000 Hz. On a recours à l'indice précoce d'alerte (IPA) qui a fait l'objet d'une norme (NFS 31-013) ; c'est la moyenne de la perte sur les fréquences 3000, 4000, et 6000 Hz des deux oreilles.

Lors du premier examen, le médecin du travail doit rechercher des antécédents otologiques. Une surdité de transmission n'est pas a priori un obstacle à l'affectation à des postes exposant au risque sonore, puisqu'elle constitue une relative protection de l'oreille interne. Cependant, si l'importance de l'ambiance sonore impose une protection individuelle, elle risque de gêner la perception de signaux d'alerte, et de constituer ainsi une contre-indication. Le médecin du travail doit être particulièrement attentif à toute dégradation de l'audition.

## Protections individuelles

Il existe de nombreux types de protecteurs individuels de l'ouïe prévus pour toutes les situations, qu'elles soient en milieu professionnel ou en activité de loisirs. La limite entre les deux types d'activité est loin d'être tranchée,



comme par exemple pour les musiciens dont les oreilles peuvent subir d'importantes agressions acoustiques, même si elles sont considérées comme « agréables à l'oreille ».

Si la qualité intrinsèque de la protection contre le bruit est importante, il ne faut jamais oublier que l'efficacité de la protection dépend aussi des conditions d'utilisation.

*Les bouchons d'oreille* prémoulés, en résine ou en silicone, permettent de répondre à de nombreuses situations grâce à l'incorporation de filtres. Ils nécessitent une empreinte individuelle des conduits auditifs externes. C'est ainsi qu'il existe des protections pour les musiciens avec filtres linéaires ne déformant pas la sonorité, avec des atténuations de l'ordre de 10 à 20 dB selon les besoins.

Les chasseurs peuvent bénéficier de filtres non linéaires atténuant les bruits impulsionnels, tout en laissant passer les faibles sons.

Pour le travail en milieu bruyant, il existe divers filtres selon les types de bruit, filtrant plus ou moins les graves.

Il existe aussi des bouchons standard, en mousse, en silicone, ou en cire minérale et coton pour usage unique.

Les bouchons sont faciles d'emploi, peu encombrants et confortables. Ils doivent bénéficier d'une hygiène rigoureuse. Certains peuvent être fournis avec un serre-tête. Ils sont compatibles avec le port d'un casque.

Leur utilisation convient généralement pour une protection permanente lorsque le bruit incident n'est pas excessivement riche en fréquences graves. En fait, l'efficacité réelle des bouchons dépend de leur placement dans le conduit.

*Les coquilles*, utilisées essentiellement en milieu professionnel, sont réunies par un serre-tête ou par un serre-nuque ; elles comportent un pont hermétique autour du pavillon. Elles sont moins bien tolérées que les bouchons et utilisées lorsqu'un port intermittent s'impose. En cas de conditions extrêmes d'exposition, les coquilles peuvent être combinées avec des bouchons.

*Les casques enveloppants* recouvrent une grande partie de la tête. Ils comportent deux coquilles munies d'oreillettes qui s'appliquent autour de l'oreille. Ils permettent de réduire la transmission des ondes acoustiques aériennes aux oreilles et au crâne. Ils conviennent contre les bruits intenses, riches en graves, en atténuant spécifiquement la conduction osseuse du son.

Mais dans tous les cas d'exposition à de fortes intensités sonores, il est important de rappeler aux utilisateurs – c'est d'ailleurs une obligation légale – que le port intermittent risque de faire perdre le bénéfice de la protection. Un protecteur d'efficacité intrinsèque de 30 dB ne procure cette efficacité

que s'il est porté les 8 heures d'exposition. S'il est porté 7 h 59, l'efficacité tombe à 25 dB. Elle est réduite à 10 dB si l'absence de protection a été de 45 minutes sur les 8 heures. Une protection qui ne serait utilisée que durant la moitié du temps de travail n'assurerait qu'une réduction de 3 dB de l'exposition sonore quotidienne, et c'est ce qui explique que les CRRMP ne considèrent habituellement pas que le port de protections individuelles correspond à une cessation de l'exposition au risque.