



Jean-Louis Horvilleur

Conférence prononcée à Lyon Porte-des-Alpes

Audioprothésiste

Professionnel du risque auditif dans les musiques amplifiées et des stratégies et moyens de protection

Rédacteur au magazine *Guitar Part* (dossiers, interviews d'artistes, essais de matériel – guitares et amplificateurs)

Participe à des colloques, cours et conférences à la rencontre de futurs musiciens, DJ's, professeurs de musique et collégiens

A un penchant non dissimulé pour la musique Metal

L'oreille ne fait pas grand bruit

L'audition est une fonction qui permet au sens de l'ouïe de s'exercer. Cette fonction physiologique reste active en permanence. Elle constitue un capital qui est maximal au début de l'âge adulte et qu'il importe de gérer au mieux tout au long de sa vie. Pour cela il existe des réflexes simples, si simples qu'il serait vraiment dommage de ne pas les connaître à temps ...

Les nouveaux modes de «consommation sonore», bien au delà des musiques puissantes, créent une augmentation des situations d'écoute au casque (tablettes, smartphones, baladeurs, etc.) et la vie moderne n'est vraiment pas tendre avec nos oreilles. L'expérience démontre que l'éducation au risque auditif se fait efficacement à travers son approche musicale. Voici quelques éléments à (bien) connaître.

La Presby... quoi ?

Le vieillissement de l'oreille est naturel, mais il peut toutefois être accéléré par différents facteurs. Ce peut être soit des pathologies, soit simplement des expositions excessives aux sons trop intenses ou traumatiques accumulés au cours de la vie. L'audition n'est pas adaptée aux niveaux excessifs.

Son usure s'appelle «presbyacousie», pour établir un parallèle avec la presbytie. Elle dépend de la «dose de bruit» reçue par chacun dans l'ensemble de sa vie (travail, transports, loisirs, etc.), mais aussi de son hérédité, des maladies contractées, de certains traitements médicamenteux, etc. Hors accident ou pathologie... ce vieillissement est très progressif, avec une lente baisse des seuils de perception, de la dynamique auditive, de la sélectivité fréquentielle. La presbyacousie se traduit par une perte de la perception des sons aigus (fréquences hautes) lesquels permettent une bonne perception des mots. La prise de conscience se fait par paliers. A terme on constate une dégradation de la compréhension donc de la communication. On commence par s'en rendre compte, généralement, en milieu bruyant.

Une législation européenne et française

En matière de sons forts, il n'y a pas que l'intensité qui compte, mais aussi la durée et la répétition de l'exposition. Pour évaluer sa «dose quotidienne acceptable», il convient de s'appuyer sur le principe de précaution, base du droit du travail, en son décret du 19 juillet 2006, transposition de la directive européenne 2003/10/CE. Ainsi, sur 8 heures d'exposition :
- Le danger apparaît à partir d'un niveau sonore continu équivalent de 80 dB (A) ou des crêtes de 135 dB (C). Les entreprises doivent alors prendre des mesures de prévention (information, formation et proposition de suivi médical).
- Dès 85 dB (A) ou 137 dB (C) en crête, (niveau d'une caisse claire), sur cette même durée, il faut techniquement réduire le bruit et orga-

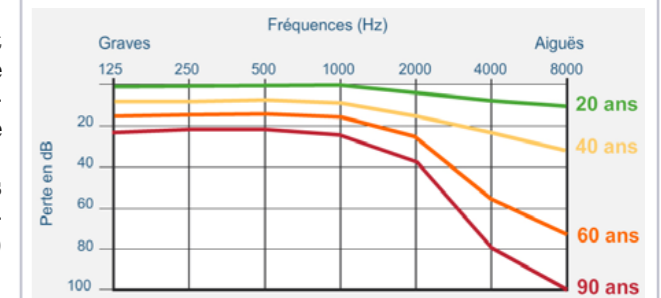
niser le travail. Le suivi médical est alors renforcé et l'employeur se doit de veiller au port de protecteurs auditifs. Il a une obligation de résultat !
- Le maximum admis, protections comprises, toujours pour une journée, est de 87 dB (A) ou 140 dB (C) en crête.
Les études d'impact, les niveaux d'exposition sonore dans les lieux diffusant à titre habituel des musiques amplifiées sont réglementés par le code de l'Environnement (articles R571-25 à R571-30 R. et R. 571-96) : le maximum est de 105 dB (A) en niveau moyen et 120 dB (C) en niveau de crête. Les émergences pour le voisinage figurent au code de la Santé publique (article R. 1334-33). Le contrôle est dévolu au préfet qui délègue les mesures correspondantes aux services compétents de

l'Agence Régionale de Santé (ARS). Il existe des particularités locales, définies par arrêté.
En milieu bruyant professionnel, les comportements ont fait de nets progrès et l'avenir auditif de ceux qui apprennent leur métier en tenant compte de cette fragilité physiologique semble plus serein que celui de leurs aînés qui travaillaient sans protection, ni réelle conscience de ce qui leur arrivait. Cela leur évite aussi certaines difficultés d'adaptation connues par la «génération intermédiaire» toujours en activité. En milieu musical, on constate par contre que cela reste quelque peu perfectible...

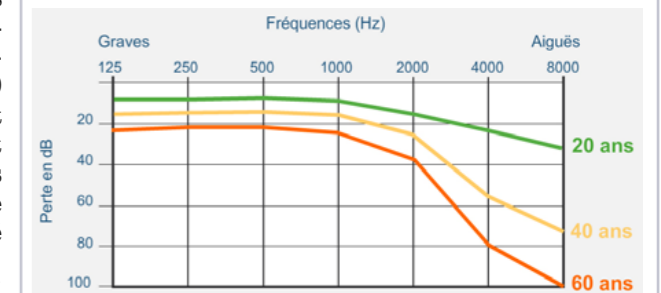
Le thermomètre du décibel

La perception de l'échelle du dB n'est pas plus compliquée que la lecture d'un thermomètre en °C.

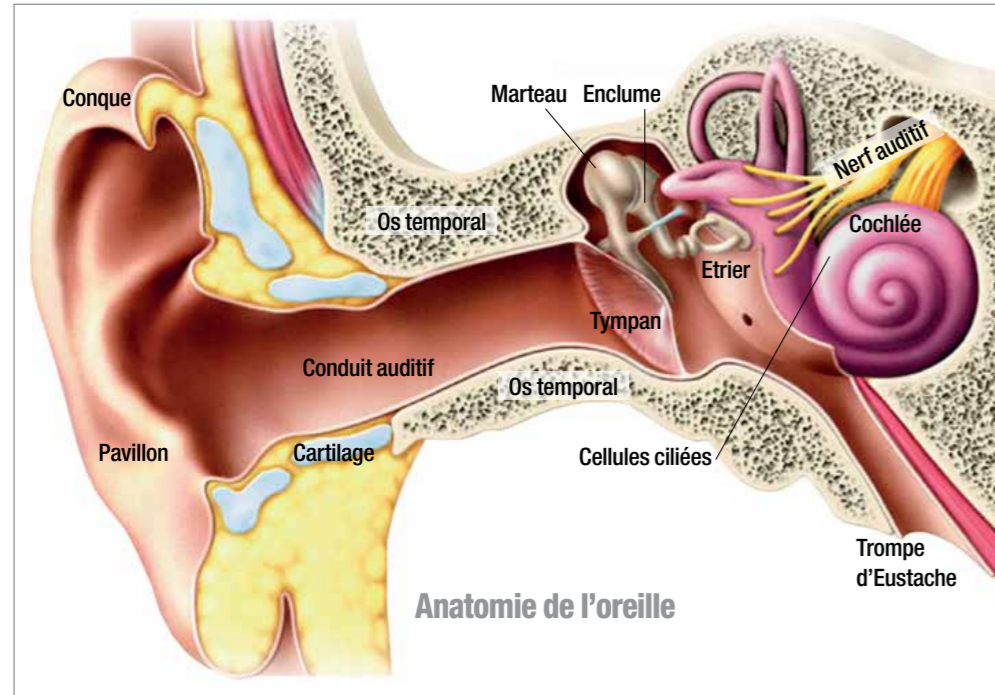
Presbyacousie : répartition des mesures d'audition en fonction de la classe d'âge



Niveau d'audition moyen pour des groupes d'individus âgés de 20 ans, de 40 ans, de 60 ans et de 90 ans



Le vieillissement naturel peut s'accélérer à cause de toutes les pathologies accumulées au cours des années.



Tps d'exposition maxi/dB selon le principe de précaution et échelle des niveaux

80 dB	8h	170 dB	Fusil d'assaut (en crête, dB C)
83 dB	4h	137 dB	Caisse claire (en crête, dB C)
86 dB	2h	130 dB	Avion au décollage
89 dB	1h	120 dB	Seuil de la douleur, réacteur d'avion à quelques mètres
92 dB	30 min	110 dB	Marteau-piqueur à un mètre
95 dB	15 min	105 dB	1 sirène de police ou pompier (max autorisé en discothèque)
98 dB	7 min 30 s	100 dB	1 tronçonneuse, 1 baladeur
101 dB	3 min 45 s	95 dB	1 klaxon
104 dB	1 min 53 s	90 dB	1 instrument de musique acoustique jouant forte
107 dB	56 s	85 dB	Seuil de danger souvent atteint dans un avion de ligne
110 dB	28 s	80 dB	Aboiements
113 dB	14 s	75 dB	Rue animée
116 dB	7 s	70 dB	Intérieur d'un TGV
119 dB	3,5 s	60 dB	Niveau d'une conversation normale
122 dB	1,7 s	50 dB	Niveau maximum pour un travail intellectuel

La complexité des calculs, basés sur les logarithmes, contribue toutefois à un certain flou dans l'esprit du grand public. En fait, cette fonction mathématique correspond parfaitement à la progression de la sensation en fonction du niveau et l'on peut se contenter de retenir deux règles simples :

- on divise la durée par deux chaque fois que le niveau augmente de 3 dB car cela revient à doubler la pression acoustique, ou

le nombre de sources sonores. Si un amplificateur est réglé à 70 dB, en rajouter un second, toujours à 70 dB, donnera 73 dB et non 140 ! Cette règle permet d'évaluer le "temps d'exposition maximal".

- on constate que ce calcul donne une valeur quotidienne de 3 mn 45 à 101 dB, 1 dB au dessus des 100 du baladeur et 1 mn 53 à 104 dB, très près du 105 dB (A) des événements musicaux... L'unité n'est pas linéaire et pour

être plus précis, on pourra retenir qu'avec 10 amplificateurs, le niveau augmente alors de 10 dB, arrivant à $70 + 10 = 80$ dB, ce qui double, cette fois-ci, la sensation auditive.

Le champ auditif d'un être humain jeune et en bonne santé s'étend de 20 Hz à 20 000 Hz pour des intensités 0 à 120 dB SPL (Sound Pressure Level : niveau de pression acoustique), sur des fréquences comprises entre 0,5 et 8 kHz, là où la sensibilité de l'oreille est la plus importante.

Zone Orange : l'audition mise en danger

Le seuil de la douleur, qui se situe, selon les individus, vers 120/130 dB, est au dessus de celui de danger imminent. On peut ainsi définir une "Zone Orange" au sein de laquelle peut intervenir une détérioration de l'audition, parfois significative, sans «avoir mal» à proprement parler.

Il faut aussi prendre en compte le fait que le plaisir ressenti à l'écoute de la musique est de nature à endormir la vigilance. Alors qu'on s'éloignerait d'un bruit désagréable, même s'il était de dangerosité moindre. En milieu festif interviennent également la fatigue, l'alcool, et des substances diverses...

Les amateurs de musiques amplifiées ne sont pas les seuls concernés par le risque auditif. On peut constater dans les orchestres symphoniques ou lyriques des niveaux moyens entre 81 et... 110 dB (A) et des pics de 130 dB (A).

Se crever les tympans ?

Les mesures d'audition effectuées sur des personnes longtemps exposées au bruit démontrent une plus grande fragilité de l'oreille dans les aigus, surtout vers 4 000 Hz et autour. Un son impulsif, imprévisible, est plus dangereux qu'un son continu.

Se «crever les tympans» en concert au vu des niveaux d'exposition sonore reste heureusement une image. La fragilité de l'oreille réside, en plus d'autres phéno-

mènes, dans ses 15 000 cellules ciliées internes, un chiffre relativement faible, si on le compare avec les cônes et bâtonnets de l'œil qui sont respectivement 7 et 120 millions ! Elles sont spécialisées en fréquence et en cas de stimulation excessive, leurs cils, insérés dans une membrane, pourront être arrachés par des mouvements trop violents. Des dégâts neuronaux peuvent également se produire en cas d'exposition exagérée.

Les cellules sensorielles de l'oreille n'ont aucun pouvoir de régénération et le «capteur» ne se répare pas à ce jour de manière chirurgicale. Une des solutions est donc le port d'aides auditives. Il y en a maintenant d'excellentes. Mais le résultat obtenu, après une rééducation auditive (on ne "remonte" pas le son en une seule fois), dépendra de l'audition résiduelle de chacun.

Surexposition : les signes à surveiller

En cas de surexposition, des signes de souffrance de l'oreille peuvent apparaître. Ils sont usuellement ressentis en sortant de l'événement concerné. Les trois principaux sont une baisse de l'audition (hypoacousie), matérialisée par une «impression de coton dans les oreilles», et/ou un acouphène (bruit entendu ne provenant pas de l'extérieur), généralement sous la forme d'un sifflement aigu. Dans certains cas, on pourra, à l'opposé, souffrir d'hyperacousie, c'est-à-dire d'un décalage de la perception de l'intensité, tous



Caractéristiques d'un son

Le son est une vibration. Sa fréquence, exprimée en Hertz (Hz), correspond au nombre de vibrations par seconde : s'il y en a peu, on entend un son grave, s'il y en a davantage on entend un son aigu. **1 Hz représente une oscillation par seconde.**

L'intensité d'un son, exprimé en décibel (dB), dépend de l'amplitude de la vibration : **plus elle est importante, plus le son est fort ; plus l'amplitude est faible, plus le son est faible.**

Pour mesurer la nocivité d'un son, on utilise le dB (A) qui coïncide avec la sensibilité de l'oreille à de faibles volumes et tient compte de sa fragilité aux aigus. Pour les niveaux de crête, on emploie le dB (C), basé sur la réponse de notre audition lorsque le niveau est élevé.

D'autres éléments interviennent pour la perception musicale : la **durée**, les **nuances**, la **dynamique** (écart entre sons forts et faibles), le **timbre** (cette qualité particulière du son qui fait que deux pianos ne sonneront pas de la même manière), sans oublier les harmoniques qui rendent le son agréable lorsqu'elles sont nombreuses.

La durée, exprimée en seconde, dépend du temps pendant lequel le milieu est perturbé par la vibration (air, eau).

Source : www.cochlea.org/entendre

Nous sommes aussi inégaux devant le risque auditif que devant les coups de soleil

les sons paraissant plus forts qu'ils ne le sont en réalité. Si ces symptômes persistent, quelques heures après l'exposition voire une nuit de sommeil maximum, il est important de consulter un médecin au plus vite, ou les urgences hospitalières car il s'agit d'un traumatisme sonore aigu. Plus précoce est le traitement et meilleures sont les

chances d'une récupération, qui ne sera pas forcément intégrale. Quoi qu'il en soit, la répétition de ce genre de situation est de nature à accélérer la presbycusie.

Des effets extra-auditifs

La surexposition sonore n'a pas que des effets purement auditifs, a fortiori pour ceux qui se retrouvent

souvent en situation à risque comme les professionnels. On peut citer une augmentation momentanée du rythme cardiaque, de la fréquence respiratoire, une hausse de tension, des troubles des fonctions visuelles, digestives (dont le transit intestinal), etc. Ces phénomènes peuvent être atténués par l'accoutumance, mais à terme on constate une perturbation du sommeil pouvant conduire à une réduction de sa durée, d'où une fatigue chronique excessive accompagnée de somnolence. Cela peut entraîner des baisses de vigilance, accrois-



sant le risque d'accidents. On peut constater également des troubles d'apprentissage et une réduction de la motivation au travail...

Les précautions face au risque auditif

limiter le volume est la première solution qui vient à l'esprit. On devra aussi ajuster le spectre sonore, en se rappelant, sans négliger les fréquences plus graves, riches en énergie, du caractère plus traumatisant des aigus, d'ailleurs désagréables en surabondance. Les responsables d'événements choisiront des locaux adaptés en les aménageant à l'aide de matériaux amortissants, et en prévoyant des zones de «repos auditif». Le public pourra ainsi faire des pauses qui représentent un excellent moyen de prévention à long terme. Les recommandations du ministère de la Santé sont de 30 minutes toutes les deux heures ou 10 minutes toutes les 45 minutes. Et bien entendu on devra aussi prévoir des journées calmes pour une vraie récupération auditive, les lendemains de fête...

Les musiciens pourront adapter et régler s'il y a lieu leur matériel personnel, employer des dispositifs techniques complémentaires (cabinet d'isolation où l'on enferme des haut-parleurs pour reprendre un son contrôlé dans la «sono», panneaux acoustiques de plexiglas à poser devant un amplificateur ou entre les musiciens de l'orchestre, etc.).

En particulier pour les grands rassemblements extérieurs, les sources faciales de grande puissance seront remplacées avec bénéfice par des systèmes de «multi-diffusion» du son, ainsi plus équitablement réparti sur le public. Evidemment le réglage n'est pas en option !

Si les professionnels disposent normalement d'un affichage, le public a aussi des moyens de savoir dans quel genre de situation il est. La plus simple est notre «décibelmètre incorporé» : si l'on doit crier pour communiquer avec son voisin, on est en situation de danger et il faut agir ou réagir, vite et bien. D'une

manière plus sophistiquée, on pourra se procurer une application «sonomètre». Certaines sont excellentes. En matière de risque auditif, plus le son est fort, plus on est dans l'urgence. S'il y a danger en concert de plein air, on s'éloignera de la source sonore, doubler sa distance par rapport à elle permet déjà de diminuer le niveau de 6 dB. En salle interviennent les phénomènes de réverbération. De plus le risque statistique d'accident auditif est plus élevé et là, il faut régler le problème ou sortir.

Les protections auditives, meilleures des compromis plaisir/sécurité

Il est prudent d'en avoir sur soi, car elles ne sont pas toujours fournies sur le lieu de l'événement. En cas de problème sonore, se boucher les oreilles est d'ailleurs le premier (et bon) réflexe. Le site www.lesoreilles.com en a fait un symbole, dans son opération «Ne me casse(z) pas les oreilles !» pour que, en faisant ce geste, le public attire l'attention des responsables de l'événement ou des ingénieurs du son, généralement présents dans la salle, afin de les inciter à réagir le plus vite possible par un réglage.

Les protections auditives sont à comparer à un parapluie : si on le ferme sous une pluie battante, on se mouille immédiatement. Un protecteur auditif retiré seulement 10 mn sur une journée de travail de 8h perd... 43 % de son efficacité !

La mise en place des bouchons est importante. Dans le monde réel, on doit prévoir une décote des valeurs d'atténuation obtenues en laboratoire. Selon L'INRS, (Institut National de Recherche et de Sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) elle va, hors explications de mise en place, jusqu'à -10 dB sur les bouchons (mousse, fibre, pré-moulés, etc.) et jusqu'à -5 dB avec des sur-mesure ! Quand il s'agit de matériaux souples il faut penser à bien les rouler entre ses doigts afin de les compresser, les enfoncer dans son conduit auditif, puis les laisser se

regonfler, en place et non tenter de les introduire directement ! Pour les autres, surtout les sur-mesure, le professionnel qui les vendra doit vous apprendre à trouver le bon geste. En cas de doute, il convient d'effectuer un test d'audition comparatif avec et sans protecteurs, pour connaître l'atténuation réelle.

Les casques audio

Le casque est de plus en plus utilisé avec les dispositifs mobiles. La législation correspondante inclut désormais, en plus du baladeur, les téléphones portables. Si l'on dépasse 85 dB (A), seuil où l'on ne saurait rester 8h sans protection

accidents de piétons portant un casque ou des écouteurs ont triplé entre 2004 et 2011 !

Une source de qualité

Pour la musique enregistrée, il faudrait aussi pouvoir veiller à la qualité de la source. La compression de dynamique, c'est-à-dire le fait de remonter artificiellement les sons faibles vers les sons forts pour les faire mieux ressortir en milieu bruyant, est une technique utilisée pour le mixage des disques et en diffusion radio ou télévisuelle qui augmente, parfois beaucoup la quantité d'énergie acoustique perçue.

La surdité (ou hypoacousie) est un terme générique désignant la diminution de l'acuité auditive

dans le monde du travail, un signal visuel ou sonore d'avertissement est maintenant prévu. Les 100 dB «légaux» représentent déjà un niveau plus que respectable, et il existe un risque de les dépasser avec un autre casque que celui d'origine si son rendement est plus favorable (bien que dans l'absolu on puisse aussi les réduire dans le cas inverse). Une expérience intéressante, à titre personnel, consiste à noter quel est le réglage de niveau de votre téléphone ou baladeur dans les transports et de le ré-écouter, réglé exactement de même, au calme !

Sur le plan de la sécurité auditive, plus un casque sera isolant par sa fabrication, sa structure et la présence éventuelle d'une réduction active, moins on aura tendance à augmenter le volume pour masquer les bruits de l'environnement. Par contre, on s'isolera aussi des signaux d'alerte de la circulation. Cela est d'autant plus dangereux que l'on est déjà absorbé par la musique. Une étude⁽¹⁾ a montré, qu'aux États-Unis, les

Prévenir et éduquer

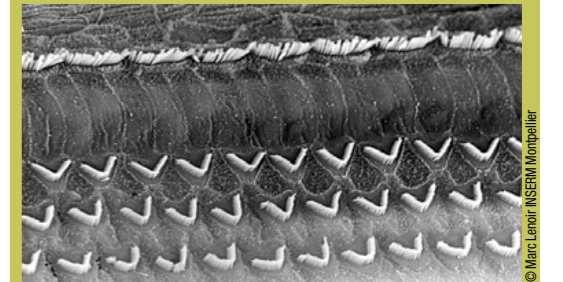
Nécessaire à la communication, l'audition est aussi une source de plaisir musical immense, mais qui peut subir des dégâts irréparables, potentiellement perçus trop tard. En cas de séjours, surtout répétés, en «Zone Orange», il faut connaître les bons réflexes et comportements, savoir éviter tout signe de souffrance de l'oreille, et consulter rapidement un médecin en cas de doute. Au vu des inégalités physiologiques, le seul moyen de savoir où l'on en est personnellement est de faire des contrôles réguliers, chez son ORL. Il est possible de réaliser ces tests lors d'événements comme la Semaine du Son (fin janvier) et la Journée de l'Audition (le 2^e jeudi du mois de mars). Pour aider au changement de mentalités : Ne vous laissez plus casser les oreilles ! En attendant pour «optimiser» la santé publique, surtout à long terme, chacun se doit de connaître les éléments nécessaires, fort simples au demeurant, dès l'âge de raison et ce sans limite... ■ J-L.H.

Cellules ciliées

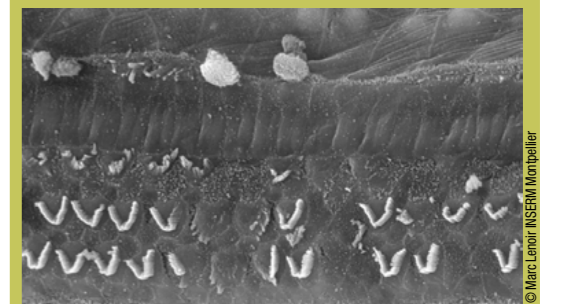
La cochlée est constituée de cellules ciliées comportant une centaine de stéréocils. Ces cellules sont connectées au système nerveux central.

On en compte environ 15 000. Les cils sont balayés par les vibrations des sons. Une fois endommagées, elles ne sont pas remplacées au cours de la vie.

Jusqu'à 80-85 dB, les cellules sensorielles de l'audition ne souffrent pas et le capital audition n'est pas altéré. Au-delà, ce sont d'abord les cils qui sont petit à petit abîmés, «emmêlés», voire arrachés ; ensuite, la cellule meurt et le capital auditif est définitivement altéré.



Cellules ciliées normales : en haut, cellules ciliées internes, en bas cellules ciliées externes en «W».



Cellules ciliées endommagées après un traumatisme sonore, certaines sont complètement détruites.

Source : <http://www.cochlea.eu/cellules-ciliees>

Protections auditives

Il existe différents types de bouchons. Pour la musique, une grande partie des protections sont passives. Les casques, très efficaces contre les basses fréquences, tiennent un peu chaud.

On en voit sur les oreilles des batteurs et des enfants dans les festivals.

Les bouchons d'oreille à usage unique, sont d'un coût modeste mais atténuent beaucoup les aigus.

Concernant les sur-mesure, un professionnel de la santé, comme l'audioprothésiste, est indiqué pour le moulage de vos oreilles.

Des protections actives existent. Ces anti-bruits se démocratisent, agissant par opposition de phase, dans les casques audio, pouvant présenter un intérêt dans les transports. Un «bouchon électronique prêt-à-porter» a été élaboré avec plusieurs embouts standards. On voit dans les oreilles des musiciens sur scène, des retours actifs. D'un coût encore plus élevé, surtout en sur-mesure, ils présentent l'avantage d'isoler du milieu extérieur tout en permettant d'entendre un son précisément calibré.



(1) Richard Lichenstein et al. Injuries to Headphone-Wearing Pedestrians Struck by Cars and Trains More Than Triple since 2004. Janvier 2012. Université du Maryland : <http://www.umm.edu/news/releases/headphone-risks.htm>