



Les risques auditifs : à la conquête du son !

Les musiques amplifiées : une fantastique évolution mais un réel danger pour nos oreilles

I. L'ÉVOLUTION DES MUSIQUES ET DES TECHNOLOGIES

a. Les Musiques actuelles/amplifiées

Regroupe des courants musicaux aussi divers que la chanson, le jazz, les musiques improvisées, le rock, le hip hop, le reggae, le hard rock, le funk, les musiques électroniques, etc.

Le point **commun** de toutes esthétiques musicales considérées est l'**utilisation** nécessaire de la chaîne d'amplification électrique pour être créées, jouées et entendues.

b. L'évolution des courants musicaux et des technologies

Lorsque le piano (inventé par Bartolomeo Cristofori en 1698) remplaça le clavecin, l'**objectif** était déjà de concevoir un instrument plus **puissant** permettant de jouer avec un orchestre plus important. De la même manière, l'apparition de la chaîne d'électro-amplification au début du XXème siècle permit l'apparition de **nouveaux instruments** mais aussi l'avènement des **nouveaux courants musicaux**.

La démocratisation du disque vinyle, premier support d'écoute grand public, permet à tous les foyers américains d'accéder aux nouveautés musicales.

Les évolutions technologiques en matière de sonorisation de concert permettent de sonoriser des espaces de plus en plus vastes. C'est l'époque des premiers gros festivals qui rassemblent, pour la première fois, des milliers de personnes autour de la musique. En 1964, Philips **perfectionne le procédé d'enregistrement** sur bande magnétique. La bande magnétique se miniaturise et devient la K7 audio plus compacte que le vinyle et qui permet surtout pour la première fois d'enregistrer facilement soi-même la musique que l'on veut écouter.

A la fin des années 70, on commercialise le **walkman**, qui vient **remplacer** les magnétophones mini K7 et qui permet l'écoute casquée de la musique. Le baladeur est devenu aujourd'hui le support d'écoute le plus utilisé. Il a permis d'augmenter considérablement **le temps** quotidien d'**écoute** de musique et a ainsi contribué au développement de l'industrie musicale.

Dans les années 70, l'explosion des genres et de la culture du **décibel** : le sonorisateur a pour mission de gérer les murs de son que l'on propose au public dans les concerts.

En 1985 on commercialise le CD premier support d'écoute **numérique** grand public qui

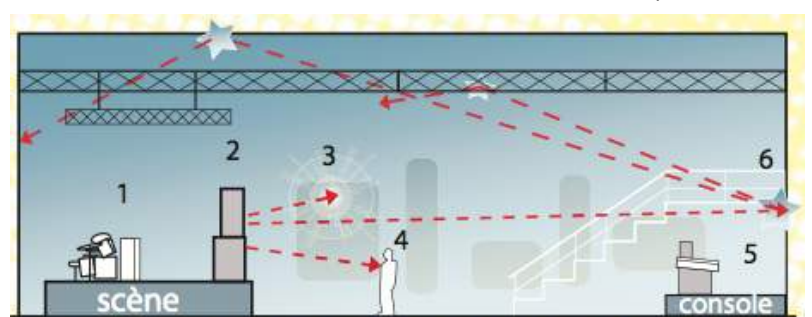
reste aujourd'hui la référence. Plus compact et plus pratique, le CD contribue à une renaissance de l'industrie du disque.

A la fin des années 90, la démocratisation de l'informatique, d'internet et du **format mp3** (format de compression des fichiers musicaux) permet à la musique de s'exporter et d'évoluer. Internet permet aussi à la musique de voyager de se métisser et ainsi de sans cesse évoluer.

Supports de diffusion	
Conception du phonographe par Thomas Edison (1878), appareil lisant et amplifiant la musique gravée sur des cylindres de cire. Création du gramophone par Berliner (1898), le cylindre est remplacé par un disque de métal.	
Développement du marché phonographique, guerre commerciale entre les principales firmes pour imposer un support standard.	
Apparition du disque vinyle (1948), qui devient le standard mondial. Mise au point des techniques de stéréophonie et de quadraphonie.	
Développement du disque 45 tours qui devient le support le plus vendu. Apparition de la technologie des transistors qui permet la miniaturisation des appareils de lecture.	
Commercialisation des premières cassettes à bande magnétique, création du walkman à la fin des années 1970.	
Commercialisation du Compact-Disc en 1983, qui s'impose en quelques années comme le support standard au niveau mondial.	
Développement de nouveaux supports numériques (DAT, DCC, Minidisc). Dématérialisation des supports musicaux (fichiers MP3).	

L'écoute et les pratiques musicales à **hauts** niveaux sonores sont devenues un véritable phénomène de société. On peut parler aujourd'hui d'une culture du tout à fond. La multiplication des techniques d'amplification, des lieux et des modes d'écoute à fort volume ont contribué à l'augmentation de l'exposition quotidienne de chacun d'entre nous à de fort niveaux sonores, pouvant constituer un véritable **danger** pour nos oreilles.

- L'amplification et la diffusion du Son : Le renforcement sonore électroacoustique



LE SON EN SEPT QUESTIONS :

1)) Bruit ou son ?

Comment distinguer le bruit du son ? La différence entre le bruit et le son n'est que subjective et fait appel à une appréciation personnelle : un bruit est souvent jugé désagréable, gênant ; un son implique que une notion "d'esthétique", une sensation de plaisir.

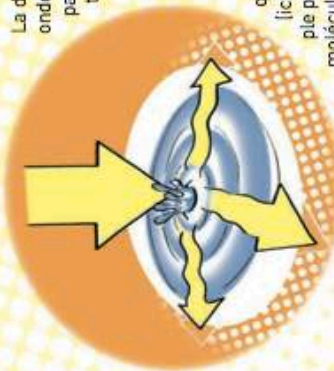
Dans la réalité, nous avons tendance à juger différemment le bruit que nous faisons de celui que nous subissons. Par exemple, un concert de hard rock sera considéré comme une musique divine pour ses fans et un vacarme infernal pour celui qui n'apprécie pas cette musique.

2)) Qu'est-ce que le son ?

Trois éléments permettent l'existence d'un son :

- **Une source** → produisant une vibration mécanique
- **Un milieu porteur** → transmettant cette vibration
- **Un récepteur** → ((oreille) qui reçoit cette vibration

La définition du son est ici purement physique : c'est une onde produite par tout corps qui entre en vibration, se propage dans un milieu élastique, principalement l'air, et se transmet à notre tympan puis à l'oreille interne.



Ce principe peut être comparé à un caillou jeté au milieu d'un lac aux eaux tranquilles, provoquant aussitôt des cercles concentriques qui se développent à partir du point d'impact.

Chaque cercle correspond à une perturbation périodique, c'est-à-dire une onde, qui se propage dans un milieu (ici, l'eau). Il n'y a pas de transmission de matière, mais simple propagation d'un mouvement périodique s'effectuant d'une molécule à l'autre.

3)) Quels sont les paramètres qui caractérisent le son ?

Le son se caractérise par trois paramètres physiques :

- **La fréquence** → (ou la hauteur : du grave à l'aigu)
- **L'intensité** → (ou le volume sonore),
- **Le timbre** → (ou la "richesse" du son)

L'étude du son doit également prendre en compte deux autres facteurs : la **vitesse** et la **propagation** du son.

4)) Quelle est l'unité de fréquence ?

L'unité de mesure de la fréquence est le **hertz (Hz)**.

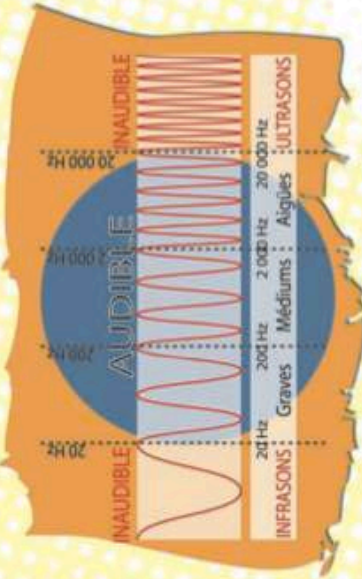
La **fréquence** correspond au nombre de vibrations par seconde de la source sonore. A cette notion physique correspond la notion physiologique de **hauteur** du son : plus un son est haut (ou aigu), plus sa fréquence est élevée.

Une corde qui vibre 100 fois en une seconde produit un son grave. Si elle vibre 3 000 fois à la seconde, elle produit un son aigu.

Les branches du diapason vibrent 440 fois à la seconde, ce qui correspond à la note La (440 Hz), employée comme référence par les musiciens pour accorder leurs instruments. C'est aussi la fréquence de la tonalité du téléphone.

L'oreille humaine perçoit des sons dont la fréquence varie entre 20 Hz et 20 000 Hz. A niveau sonore égal, notre oreille est plus sensible aux sons aigus qu'aux sons graves. Une voix de soprano (autour de 1000 Hz) prendra par exemple le dessus sur une voix de basse (250 Hz).

En-deçà de 20 Hz, on parle d'infra-sons et, au-delà de 20 000 Hz d'ultra-sons. Ils ne sont pas perçus par l'oreille humaine mais uniquement par certains animaux tels que les dauphins, les chiens, les chauves-souris...



5)) Quelle est l'unité de l'intensité sonore ?

L'intensité sonore se mesure en **décibels (dB)**. Les décibels ne s'additionnent pas de façon arithmétique, mais selon une progression logarithmique. Cela signifie que lorsqu'une source sonore est multipliée par deux, le niveau sonore n'augmente que de 3 dB. Ainsi, par exemple, deux conversations identiques et simultanées dont le niveau sonore est de 50 dB chacune, ne donnent pas 100 dB mais 53 dB.

Autre conséquence de la progression logarithmique des décibels :

Pour avoir l'impression que le son est 2 fois plus fort, il faut ajouter 10 dB au volume initial.

Ex : 1 trompette délivre 90 dB seule. Pour avoir la sensation d'avoir un volume deux fois plus fort, il faut passer à 100 dB, soit multiplier par 10 la source initiale.

1 trompette = 90 dB

10 trompettes = 100 dB

sensation de 2 x plus fort

50 dB + 50 dB = 53 dB

Cependant, l'acoustique ne se limite pas à une mesure "physique" des sons. Le son est pour l'oreille humaine à la fois une notion objective et subjective. L'oreille n'a pas la même sensibilité pour toutes les fréquences audibles. En effet, un son de 50 dB et de fréquence 1000 Hz produit une sensation auditive plus forte qu'un son de 50 dB à la fréquence 100 Hz. Pour tenir compte de cette particularité de l'oreille humaine, la mesure de la "force sonore", au sens physiologique, utilise des filtres qui pondèrent les niveaux sonores en fonction des fréquences. La mesure est alors exprimée en décibel A ou dB (A).

Sans danger pour l'audition	Facteur de troubles auditifs
15 dB	Rue au trafic intense
20 dB	Atelier de forgeage / Train passant en gare
25 dB	Pénible à entendre
30 dB	Marteau piqueur / Batailleur à fond
35 dB	Discothèque / Concert
40 dB	Difficile à supporter
50 dB	Atelier de chaudronnerie
60 dB	Seuil de la douleur
70 dB	Moteur d'avion
85 dB	Décollage d'un avion / Formule 1
90 dB	Exige une protection auditive
95 dB	Turbo réacteur au banc d'essai
100 dB	Fusée Ariane au décollage
105 dB	
110 dB	
120 dB	
130 dB	
140 dB	
180 dB	

Le son commence à être dangereux pour l'oreille à partir de 90 dB.
Le seuil de douleur est atteint à partir de 120 dB.
Entre ces deux valeurs, la douleur n'est pas forcément ressentie, mais il existe un risque de lésions irréversibles pour l'oreille. Le danger dépend à la fois du niveau sonore et de la durée d'exposition.

L'échelle des décibels donne un éventail des bruits de la vie quotidienne, classés par degré d'intensité.

La mouche qui vole émet un niveau sonore qui se situe autour de 15 dB. Le seuil d'audibilité (0 dB), n'existe pas sur la terre.

Le son commence à être **dangereux** pour l'oreille à partir de **90 dB** (radio très puissante, circulation tondeuse à gazon...). **Le seuil de douleur** est atteint à partir de 120 dB. A ce stade, il y a un risque de lésions irréversibles pour l'oreille.

Le danger d'une exposition au bruit dépend à la fois du **niveau sonore** et de la **durée d'exposition**.

6)) Qu'est-ce que le timbre ?

Le timbre est la qualité spécifique du son qui permet de distinguer les sons obtenus en jouant la même note sur deux instruments différents (piano et accordéon par exemple). C'est une notion essentielle en musique.

Chaque son est formé d'une fréquence **fondamentale** et de fréquences **"harmoniques"**. On dit qu'un son est riche, agréable à entendre, lorsqu'il contient de nombreuses harmoniques. Un son pauvre en harmoniques paraîtra terne à notre oreille.

Un son ne comprenant qu'une seule fréquence est appelé "son pur" (extrêmement rare dans notre environnement quotidien). Les sons musicaux sont des "sons complexes", mélanges de sons graves et aigus. Le son musical est la superposition d'un son fondamental et d'harmoniques dont les fréquences sont des multiples de la fréquence fondamentale.

7)) Comment le son se propage-t-il dans l'air ?

La vitesse de propagation du son dans l'air est de 340 mètres par seconde. Il est intéressant de noter que, dans l'eau, le son se propage quatre fois plus vite, soit à 1 340 mètres par seconde.

Le son se propage dans l'air selon la **loi de la dispersion**. L'onde sonore émise dans l'air (milieu homogène) se propage autour de la source émettrice selon une **sphère**.

Plus l'éloignement par rapport à la source est grand, plus la surface de la sphère augmente. L'énergie sonore étant répartie sur des surfaces de plus en plus grandes, elle diminue au fur et à mesure de l'éloignement.

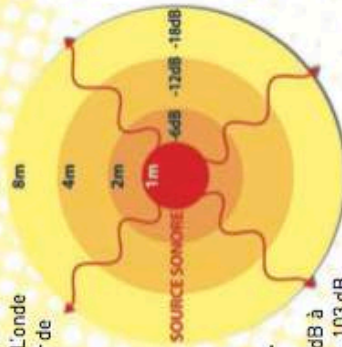
L'intensité sonore s'atténue de 6 dB chaque fois que l'on double la distance entre la source émettrice et le point d'écoute.

Par exemple, lorsqu'un moteur de formule 1 émet 115 dB à un mètre du capot, il n'émet plus que 109 dB à deux mètres, 103 dB à quatre mètres, 97 dB à huit mètres...

D'autres facteurs entrent en ligne de compte, comme le vent, la température, la végétation... Un épais rideau d'arbres d'une forêt tropicale peut constituer un excellent absorbant de l'intensité du son. Le brouillard, en revanche, favorise la transmission du son.

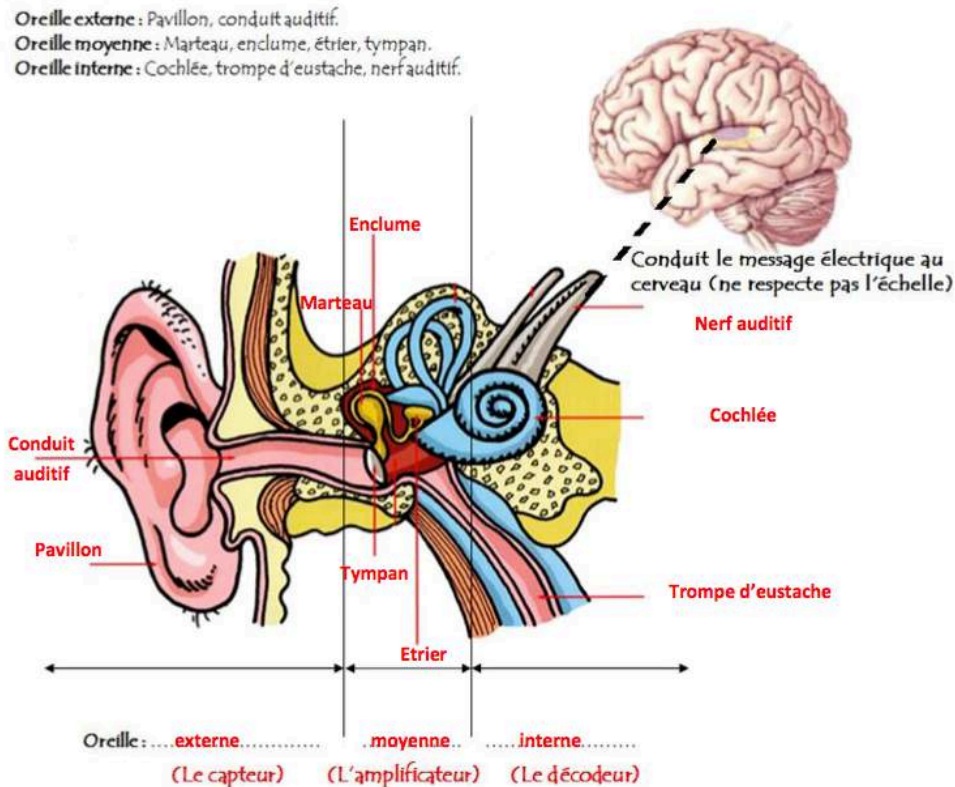
En plein air, l'intensité sonore s'atténue de 6 dB chaque fois que l'on double la distance entre la source émettrice et le point d'écoute.

De plus, certaines fréquences s'atténuent plus rapidement que d'autres dans l'air. On peut constater le phénomène pendant un concert en plein air : à quelques centaines de mètres de la scène, la basse ou la grosse caisse (fréquences basses) restent audibles, quand guitare solo, flûtes et voix (hautes fréquences) ne le sont plus.



III. L'OREILLE ET LA GESTION DE L'ENVIRONNEMENT SONORE

L'oreille est l'organe de perception des sons et du maintien d'équilibre. Elle nous permet de communiquer et de percevoir notre environnement. L'oreille est toujours en alerte. Elle a un rôle déterminant dans notre capacité à nous situer dans le monde qui nous entoure.



Le décibel ou dB(A): C'est l'unité de mesure de l'intensité physique des sons perçus par l'oreille humaine. Cette échelle n'est pas linéaire, elle est **exponentielle** (augmentation de + en + rapide, non régulière)

L'oreille interne fonctionne comme un pré-ampli relié à un ampli. Le pré-ampli étant formé par les cellules externes. L'ampli par les cellules ciliées internes. C'est le pré-ampli qui est le plus vulnérable aux sons forts, une fois lésée l'oreille va non seulement perdre sa capacité d'amplification des sons faibles, mais également sa finesse d'analyse des fréquences : les sons complexes deviendront de moins en moins intelligibles.

Si après un concert ou une répétition, les oreilles sifflent ou bourdonnent, cela signifie que les cellules ciliées ont été endommagées, le plus souvent temporairement, mais parfois définitivement.

LA DOSE DE BRUIT TOLÉRABLE HEBDOMADAIRE

Le danger représenté par une exposition au bruit est fonction du niveau sonore et de la durée d'exposition.

En dépassant régulièrement la dose de bruit tolérable, on use progressivement ses oreilles. Pour éviter de faire subir à vos oreilles des lésions qui peuvent être irréversibles, référez-vous aux équivalences présentées ci-dessous.

A chaque niveau sonore, correspond une durée maximale hebdomadaire d'exposition tolérable :

20 heures à 90 dB	=
7 heures à 95 dB	=
2 h à 100 dB (baladeur volume à fond)	=
45 min à 105 dB (discothèque)	=

Source :
CD-Rom
"Format
bruit" réalisé
par le Réseau
d'Echange en
Acoustique
(juillet 2000).

LES TRAUMATISMES

Les traumatismes auditifs sont plus ou moins sévères selon qu'ils entraînent des lésions réversibles ou non des cellules ciliées. Les cellules ciliées ne se renouvellent pas, les lésions de l'oreille interne sont définitives.

Les différents degrés de traumatismes auditifs

Les dégâts causés par un excès de bruit se traduisent principalement de trois façons :

• Acouphènes

Les acouphènes sont des sifflements ou des bourdonnements dans l'oreille subis de manière continue. L'acouphène est une hallucination auditive. En ce qui nous concerne, il est la conséquence d'une exposition à une dose de bruit trop longue et trop forte non tolérée par notre organisme. Cette exposition peut être d'origine professionnelle (tôleries, chaudronnerie, verrerie, etc.) ou intervenir dans un contexte de loisirs (discothèques, concerts, rave parties, écoute du baladeur volume à fond...). L'acouphène peut être temporaire (la plupart du temps, il disparaît après 10h de repos) ou permanent. Plus l'acouphène temporaire se répète dans le temps plus il y a de chances qu'il devienne permanent. Il existe d'autres causes à l'acouphène comme par exemple le stress, la fatigue, etc. En cas de surdoso de bruit, l'acouphène doit être considéré comme un signal d'alarme. Il signifie que l'oreille a subi des doses exagérées de son. Il faut savoir reconnaître ce signal et se mettre au calme afin de reposer l'oreille.



Il y a de chances qu'il devienne permanent. Il existe d'autres causes à l'acouphène comme par exemple le stress, la fatigue, etc. En cas de surdoso de bruit, l'acouphène doit être considéré comme un signal d'alarme. Il signifie que l'oreille a subi des doses exagérées de son. Il faut savoir reconnaître ce signal et se mettre au calme afin de reposer l'oreille.

La surdité ne veut pas dire ne plus rien entendre, mais ne plus comprendre ce que l'on entend.

Après une exposition à risque, si un acouphène apparaît, il est important de prendre un temps de repos au calme pendant au moins 10h. Suite à ce repos, si les symptômes persistent, il est impératif de consulter un ORL (médecin spécialiste des oreilles), voire de se rendre aux urgences immédiatement. En effet, pendant 48 heures, toutes les chances de guérison restent possibles. Passé ce délai, les chances de guérison deviennent quasiment nulles.



• Hyperacousie

L'hyperacousie correspond à une hypersensibilité de l'oreille à certains sons. Souffrir d'hyperacousie, c'est percevoir les sons plus forts qu'ils ne le sont vraiment. Si les cellules ciliées sont endommagées ou détruites, certains bruits deviennent insupportables (bruits métalliques, appareils électroménagers ou même, dans des cas extrêmes, le timbre d'une voix). Paradoxalement, l'hyperacousie va souvent de paire avec la surdité. Les sons sont alors perçus trop fort mais pas de manière intelligible.

• Fatigue auditive et surdité

La fatigue auditive survient par exemple à la suite d'une surdose de bruit (concert, sortie en boîte...). L'impression d'entendre moins bien est très nette : les oreilles sont cotonneuses, on fait répéter certains mots, on parle plus fort... Un temps de récupération dans une ambiance calme est alors indispensable.

Cette fatigue auditive constitue un signal d'alarme. Sa gravité dépend du niveau sonore et de la hauteur du son entendu, ainsi que de la durée d'exposition. Un temps de repos permettra une récupération de l'oreille mais qui ne sera jamais totale. Si les surexpositions se multiplient dans le temps, les pertes résiduelles s'additionneront pour installer petit à petit une surdité irréversible. C'est ce que l'on appelle la surdité progressive.



Il existe aussi la surdité traumatique due à une exposition à des bruits violents de façon répétée ou prolongée, voire à une seule exposition à un niveau sonore très élevé (pétards, armes à feu, larseni). Ces surdités sont provoquées par la destruction définitive d'un certain nombre de cellules ciliées.

Les traumatismes extra-auditifs :

Les effets du bruit ne se limitent pas à des lésions auditives. Le bruit agit également sur notre état de santé général. De manière immédiate, des stimulations sonores intenses et répétées peuvent entraîner une augmentation du rythme cardiaque et de la tension artérielle, une diminution de l'attention et des capacités de mémorisation, voire des nausées et des maux de tête.

Barème indicatif de la surdité :

Pour tenir compte de la sensibilité de notre oreille, la mesure utilisée est le décibel A ou dB(A) qui module les phénomènes physiques en donnant moins d'importance aux basses fréquences. En effet, notre oreille est plus sensible aux sons aigus qu'aux sons graves.

Perte de 0 à 25 dB(A) = Sans conséquence dans la vie quotidienne.

Perte de 25 à 40 dB(A) = Gêne modérée quand il y a des bruits de fond.

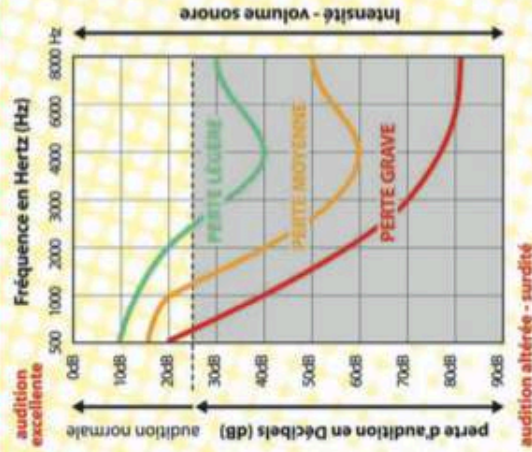
Murmures et bruissements ne sont plus entendus.

Perte de 40 à 50 dB(A) = Conversation normale difficile à suivre

Perte de 60 dB(A) = Usage du téléphone difficile, mauvais contrôle de la voix

Perte de 90 dB(A) = Surdité totale aux paroles.

Comment mesurer sa capacité auditive ?



L'audiogramme est le moyen le plus connu pour mesurer la capacité auditive. C'est un examen qui consiste à mesurer la sensibilité de chaque oreille à des sons de fréquence et d'intensité différentes. La réalisation de cet examen chez un ORL est simple et rapide. Il ressort de cet examen un graphique qui indique la capacité auditive de chaque oreille en fonction des fréquences audibles par notre organisme.

LES BONS RÉFLEXES POUR PRÉSERVER SES OREILLES

Vous êtes public de concert ou de discothèque :

Même si la réglementation limite désormais le volume moyen dans les salles de concerts et les discothèques à 105 dB (A), il n'en reste pas moins que 105 dB (A) ne sont acceptables par l'oreille humaine que 45 min par semaine. Un concert ou une sortie en boîte de nuit dure rarement 45 min ! De plus, les événements en plein air ne sont pas réglementés et c'est souvent dans ce genre de manifestation gigantesque que l'on mesure les niveaux sonores les plus élevés.

Pour éviter d'endommager votre audition, il existe des réflexes simples à adopter :

- Respectez des temps de pause : environ 15 minutes toutes les heures dans un endroit plus calme.
- Ne vous collez pas aux enceintes. C'est au centre de la salle que le son est théoriquement le meilleur. Vous bénéficierez ainsi de l'effet stéréo.
- Si vous ne voulez pas sortir de la zone sonore, utilisez des bouchons d'oreilles, ils vous permettent de continuer à bénéficier du spectacle tout en vous protégeant.

Si, à l'issue d'une soirée à fort volume sonore, vous avez la sensation de moins bien entendre ou si vous ressentez des bourdonnements ou des sifflements qui persistent même après une nuit de repos au calme, allez consulter un ORL au plus vite. N'hésitez pas ! N'hésitez pas à aller aux urgences si c'est le week-end. En effet, il faut savoir que les lésions peuvent être irréversibles après 48 heures. Passé ce délai, les chances de guérison sont quasi nulles.

Vous êtes utilisateur de baladeur :

Le baladeur, ne présente pas de danger pour l'oreille s'il est écouté à 70 décibels (dB). En revanche, l'écoute du baladeur volume à fond (100 dB) met vos oreilles en danger au bout de 15 minutes par jour !

Pensez à contrôler son volume et à faire des pauses dans votre écoute. Les lésions dues à l'écoute du baladeur s'installent progressivement. Lorsque l'on s'en rend compte (après plusieurs années, la plupart du temps) ces lésions sont irréversibles et viendront s'ajouter à la perte naturelle de l'audition qui vient avec l'âge.



LES RISQUES AUDITIFS LIÉS AUX SONORITÉS AMPLIFIÉES

Les niveaux sonores diffusés pendant les concerts, les rave parties ou en discothèque peuvent représenter un danger pour les oreilles : on constate parfois des valeurs atteignant 110 décibels, seuil à partir duquel des lésions irréversibles peuvent apparaître si le temps d'exposition tolérable pour les oreilles n'est pas respecté. Avec l'exposition grandissante aux musiques amplifiées, on voit des surdités se manifester de plus en plus tôt.