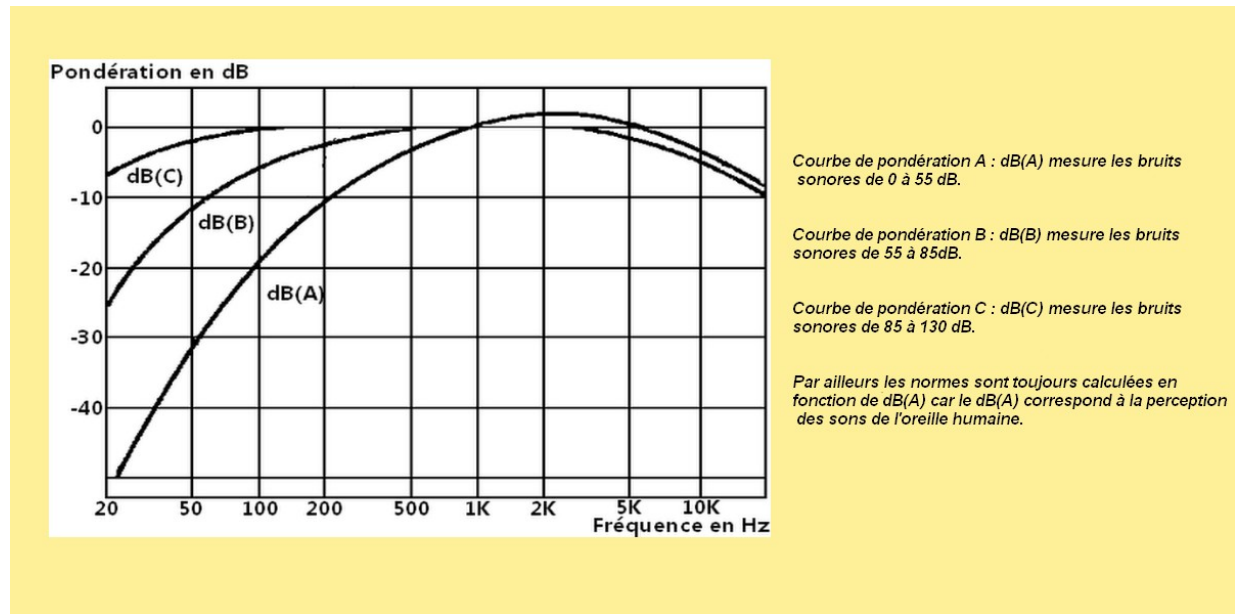


Sons, décibels et fréquences sonores

Que se passe t-il lorsque nous sommes soumis à plusieurs sources sonores ?
Les décibels s'ajoutent-ils ? Comment ressentons nous ces agressions ?

Il existe plusieurs courbes de pondération : A, B, et C.



Le décibel A : dB(A). La lettre A signifie que le décibel est pondéré pour tenir compte de la différence de sensibilité de l'oreille. Moins sensible aux BF (basses fréquences) et plus sensible aux HF (hautes fréquences). C'est en général du dB(A) dont nous parlons en terme d'audition. Cependant, ce n'est pas exactement ce que déchiffre notre cerveau. Pour cela, il faut additionner les niveaux sonores pondérés relevés en fonction des fréquences.

On utilise une formule logarithmique pour calculer l'addition de plusieurs sources sonores :

Tableau d'addition de plusieurs bruits (en décibels)											
Différence entre 2 niveaux de bruits (en dB) :	0 *	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ajout de : (dB)	3	2,5	2,1	1,8	1,5	1,2	1	0,8	0,6	0,5	0,4

Plus la différence entre deux sons est élevée moins on majore.

Si on a le bruit d'un avion qui est de 120 dB (A) et le bruit d'une voiture de 80 dB(A), on aura alors : le bruit d'un avion 120 dB (A) + le bruit d'une voiture 80 dB(A) = 120 dB(A).
 L'avion couvre complètement le bruit de la voiture. Pour bien comprendre Le dB(A) est un niveau sonore global (son perçu par l'oreille) et le dB est un niveau sonore qui n'a de sens que lorsqu'il est noté pour une fréquence donnée.

Remarques :
 * Lorsque la puissance sonore est multipliée par 2, le niveau augmente de 3 dB, c'est à dire que si nous avons, 2 sources de bruits, un bruit de 80 dB et un autre de 80 dB également, la différence est donc de 0 dB, mais en regardant dans le tableau ci dessus, on constate que pour une différence de 0 dB il y a un ajout de 3 dB donc 80 dB + 80 dB = 83 dB).
 Lorsque la puissance sonore est multipliée par 10, le niveau augmente de 10 dB.

En résumé :

On ajoute trois décibels lorsqu'on additionne deux bruits de même intensité, et quand la différence entre deux bruits est supérieure ou égale à dix décibels, la somme des deux bruits est égale au bruit le plus élevé (Incidence négligeable de la valeur la plus faible).

Un bruit à 103 décibels (0,02 watts) est deux fois plus élevé qu'un bruit à 100 décibels (0,01 watts).

Un bruit à 100 décibels (0,01 watts) est 10 fois plus élevé qu'un bruit à 90 décibels (0,001 watts).

Une différence de 3 décibels entre deux sources donne une différence du simple au double en terme d'intensité perçue.

Les fréquences sonores, qu'est ce que c'est ?

Les sons que nous entendons, sont produits par des vibrations.

Vous avez du sûrement déjà pu observer le mouvement de la membrane d'une baffle d'une chaine hifi ou autre lorsque le son sort de cette baffle. Le son est en fait la sensation auditive à laquelle cette vibration est susceptible de donner naissance.

C' est une onde (l'onde va permettre la propagation du son) créée par une vibration et propagée sous forme d'ondes qui vont dans la même direction que la propagation du son. Ce sont les vibrations qui produisent le son, et non le son qui produit les vibrations.

On peut faire la différence entre un son aigu et un son grave, grâce à la hauteur d'une fréquence .

Nous avons réussi à faire le lien entre la hauteur d'une fréquence, et ses vibrations acoustiques, c'est à dire que pour avoir la fréquence d'un son, on mesure la vitesse de vibration par le nombre d'allers et retours que fait la membrane par seconde, ce qui

nous donnera la fréquence.

La fréquence d'un son s'exprime en Hertz (Hz).

1 Hertz correspond à une vibration par seconde, 2 hertz, 2 vibrations, ainsi de suite... 10 hertz 10 vibrations.

Une fréquence sonore faible va donner un son grave, une fréquence sonore élevée va donner un son aigu.

Notre oreille ne perçoit que les sons compris entre 16 Hz (son très grave) et 20 kHz (son très aigu).

Tout être humain, possédant le sens de l'ouïe, ne va entendre qu'une partie des fréquences sonores, alors qu'un chien perçoit jusqu'à 35 kHz, un dauphin jusqu'à 100 kHz par exemple.

Comment ça marche ?

Les sons sont donc transmis à l'oreille .

Par l'oreille, les vibrations acoustiques vont être modifiées en signaux électriques que le cerveau va analyser après différentes étapes.

D'après Fourier (mathématicien et physicien français) le son peut se comparer à la vibration d'une corde, qui va être décomposée en période égale, appelées harmoniques du son. Un son va être décomposé par l'oreille en différentes harmoniques, l'oreille va pouvoir faire la différence entre les sons graves, médiums, aigus et les décomposer en ces 3 parties.

Le son va être intercepté par les pavillons externes de l'oreille pour arriver jusqu'au tympan par le biais du conduit auditif externe qui est constitué de fibres d'épaisseurs et de longueurs différentes.

Chaque fibre a une certaine tension, donc une fréquence de vibration propre.

Chaque fibre du tympan a une harmonique spécifique : les physiciens se sont intéressés aux caractéristiques de l'onde sonore en comparant des sons de même hauteur et de timbre différent, ils ont découvert que l'onde sonore est composée de plusieurs sons partiels qui se superposent.

Au son de base qui donne le son que l'on entend, avec sa hauteur et sa fréquence F , se superposent d'autres ondes moins perceptibles dont les fréquences sont des multiples de F comme $2F$, $3F$, $4F$, $5F$, $6F$, etc, ce sont ces multiples qui sont harmoniques.

Les harmoniques sont donc des sons moins perceptibles mais néanmoins

indispensables, mais aussi une fréquence, une période, qui va faire réagir le mécanisme de l'oreille plus que toute autre, et qui va provoquer une impulsion électrique par le biais de 3 os (les osselets) : le marteau, l'enclume et l'étrier, qui vont envoyer cette impulsion électrique en augmentant son intensité pour éviter les pertes lors du passage du milieu aérien (l'air) au milieu liquide de l'oreille (milieu liquidien).

Dans le milieu liquidien, l'étrier touche la fenêtre ovale, qui permet le passage de l'oreille externe à l'oreille interne, l'endroit où s'effectue la transmission liquidienne de l'onde sonore, par la vibration de la membrane basilaire située dans la cochlée, qui va analyser les sons aigus grâce à sa partie basse et graves grâce à sa partie haute.

La transmission électrique, va s'effectuer grâce à deux types de cellules sensorielles au niveau de la cochlée : les cellules ciliées internes, qui vont envoyer le son vers les voies centrales et les cellules ciliées externes, qui reçoivent les voies efférentes (les connexions nerveuses) du cerveau et vont servir à comprendre la parole dans le bruit.

Les impulsions électriques sont ensuite transmises via le nerf auditif de la cochlée au cerveau, où elles vont être analysées dans l'aire auditive.

A tout moment, le cerveau reçoit donc une décomposition du son, une partition en temps réel, le volume de chaque fréquence contenue dans le son perçu par l'oreille à cet instant. On appelle ça la transformée en ondelettes.

Exemples de fréquences sonores

- La voix humaine est comprise entre 80Hz et 850Hz, lors de la parole, elle va varier entre 110Hz et 300Hz.
- Les ultra-sons sont des ondes électromagnétiques, elles se propagent dans le vide supérieur à 20 000 Hz, utilisés en médecine comme dans les échographies, la thérapie ou avec les Doppler, utilisés également dans les usines pour la coupe ou soudure des thermoplastiques mais aussi dans la coiffure pour les implants de rallonges capillaires. Certains animaux peuvent entendre les ultra-sons (les chiens par exemple).

Les infra-sons sont inférieurs à 20 Hz, c'est un son trop grave pour être entendu par notre oreille.

- Les tremblements de terre, les éruptions volcaniques, le tonnerre, le vent produisent des infra-sons mais aussi au quotidien, les voitures, les trains, le métro. L'émission de trop d'infra-sons peut être mortelle pour l'homme.
- Les ultra-sons et les infra-sons sont des fréquences inaudibles par l'être humain sauf pour certains ultra-sons que les jeunes de moins de 25 ans peuvent entendre. (Boitier qui émet des ultrasons que seuls les personnes de moins de 25 ans peuvent percevoir, et difficilement tolérer.)

- Les fréquences des sons audibles vont faire vibrer des objets de grandes dimensions, les fréquences des ultra-sons des objets de petites dimensions, les infra-sons des objets de très grandes dimensions.
- Le piano a une fréquence comprise entre 50 et 5000 Hz , le violon, lui, de 400 à 4000 Hz. C'est l'orgue qui a la plus grande étendue de l'échelle musicale allant de 16 Hz à 16000 Hz !

Exemple des fréquences testées lors des audiogrammes

- -Un tonal : Un audiogramme tonal va déterminer le niveau de son purs qu'une personne peut entendre , d'intensité et de fréquences différentes : 250 à 8000Hz
- -Un vocal : on diffuse des mots calibrés à une intensité donnée. Le patient doit les répéter avec le moins d'erreurs possibles. Plus le nombre d'erreurs est élevé, moins la compréhension est bonne et peut évoquer une surdité.
- -un audioscan : 125 à 16 000 Hz

Rappel

Le seuil de référence : 0 dB(A)

Il correspond au niveau de pression acoustique minimal pour qu'un son puisse être perçu de nos oreilles. A ces faibles niveaux, nous captons les sons provenant de notre propre corps (articulations, battements de cœur, circulation sanguine, etc.) ce qui peut être déstabilisant.

Le seuil de risque : 80 dB(A)

Il s'agit d'une valeur importante qui sert de base à la réglementation « bruit au travail ». A partir de ce seuil, l'employeur se doit d'apporter une information sur les risques auditifs encourus, de proposer un contrôle de l'audition (facultatif) et de mettre à disposition de ses salariés des protections auditives adaptées. A partir de 80 dB(A), la durée d'exposition à la source de bruit est un facteur important de risque.

Le seuil de danger : 85 dB(A)

Toujours selon la réglementation « bruit au travail », lorsque le salarié est exposé à un niveau de 85 dB(A) sur une période de 8h, le port de protections auditives est obligatoire.

Le seuil de douleur : 120 dB(A)

Le seuil de 120 dB(A) marque le début de la douleur. Nos oreilles nous font mal. C'est un message d'alerte... qui arrive bien tard !

En effet, les seuils de danger et de douleur sont séparés de 35 dB(A), soit une pression

56 fois plus importante. Et paradoxalement, la dégradation des cellules ciliées de nos oreilles survient bien avant d'avoir mal.

Des repères pour évaluer le niveau sonore

Vous êtes exposés à 85 dB(A) et plus :

- Lorsque vous êtes obligé de crier pour avoir une conversation avec une personne située face à vous ;
- Si vos voisins entendent distinctement le son de votre baladeur dans les transports en commun ;
- Si l'on peut entendre de l'extérieur le son de votre autoradio toutes fenêtres fermées.