

### 3. Intensité des sons et niveau sonore

#### 3.1. Niveau sonore et danger du son

Le niveau sonore est une grandeur qui se note L et se mesure en décibel (dB)

On considère que le seuil de risque se situe à 85 dB, le seuil de danger à 90 dB et le seuil de douleur à 120 dB. À partir du document et de votre expérience, donner des exemples de situations associées à chacun.

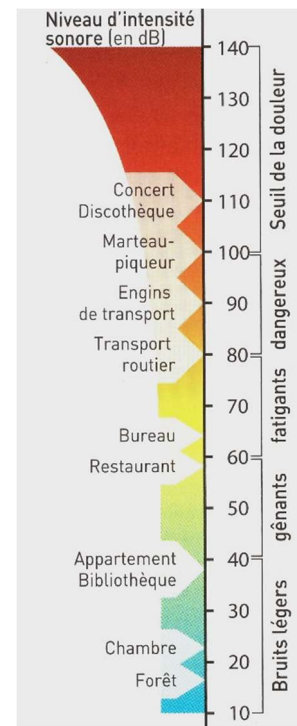
**Quelques valeurs pour avoir une idée des différents niveaux sonores :**

**Seuil de risque 85 dB : c'est une cantine bruyante, le bruit d'une voiture dans la rue**

**Seuil de danger 90 dB : Les engins de chantier (pelleteuses etc) ; une moto ou un tracteur**

**Seuil de douleur 120 dB : un marteau-piqueur, un avion qui décolle, une alarme**

**Puis, on aura les bruits nocifs qui créent des lésions de l'oreille : les explosions, le décollage d'une fusée etc..**



**Attention :** Le niveau sonore n'est pas le seul indicateur du danger d'un son, la durée d'exposition est un facteur très important. Un son a priori peu dangereux peut le devenir en cas d'exposition prolongée.

L'usage généralisé des casques pour écouter la musique expose de nombreuses personnes à des seuils dangereux. En effet, avec des écouteurs, le bruit est juste à côté du tympan, alors il faut être encore plus vigilant pour éviter les dommages.

À terme on peut voir apparaître des pertes d'audition précoces ou l'apparition d'acouphènes (bourdonnement dans les oreilles)

Selon l'OMS, le niveau d'intensité qu'il est recommandé de ne pas dépasser est inférieur de 80 décibels (dB) pour une durée d'écoute de 8 heures par jour au maximum.

Vidéo conseils de prévention :

<https://youtu.be/bAWJtcEhWu8>

A partir du document ci-contre :

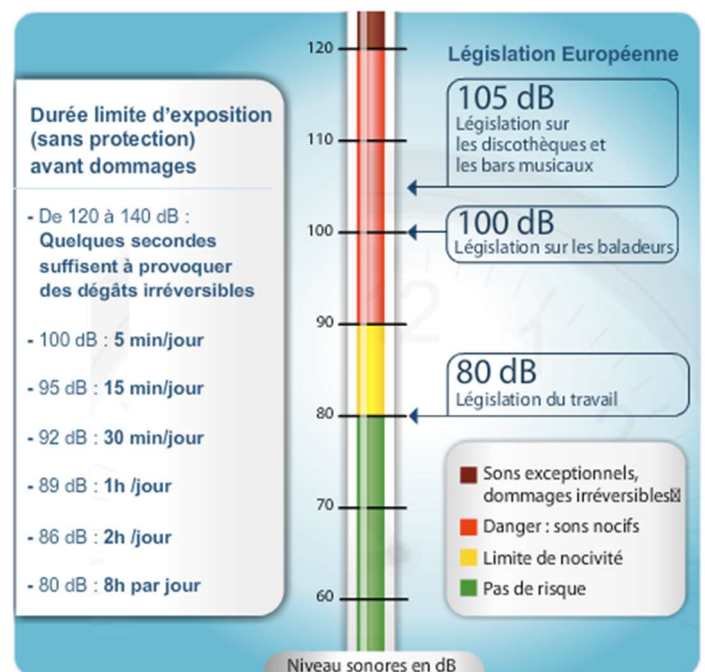
- Y-a-t-il un risque à manger pendant 1h dans un restaurant scolaire bruyant (85 dB) ?

**D'après le document, même si 85dB est un seuil de risque, il faut être exposé plus de 2h/jour pour que ça devienne dangereux (pas forcément pour l'oreille, mais aussi pour le système nerveux, le sommeil etc...). Donc manger dans une cantine ne vous met pas en danger, y travailler est plus dangereux**

- Y-a-t-il un risque à passer une soirée de 4h dans une discothèque (105 dB) ?

**Par contre, un niveau sonore de 105 dB (limite maximale autorisée par la loi dans une discothèque) est dangereux dès 5min/jour. Donc 4h dans une discothèque est risqué (acouphènes, sifflements, perte d'audition). Là aussi, il faudrait protéger ceux qui y travaillent tous les soirs.**

#### SONS ET BRUITS DANGEREUX : RELATION NIVEAU/DURÉE, LÉGISLATION



### 3.2. Comment calculer le niveau sonore L en décibel ?

#### Intensité sonore :

Une source sonore, émet un son de puissance P (en W).

Ce son se propage dans toutes les directions selon une sphère de propagation.

La puissance totale du son émis se répartit sur toute la surface de la sphère

de propagation : Rappel : surface d'une sphère de rayon d :  $S = 4 \times \pi \times d^2$

On appelle intensité sonore le rapport  $I = \frac{P}{S}$ , c'est-à-dire le nombre de Watts reçu sur 1 m<sup>2</sup> (= par m<sup>2</sup>).

- Plus le récepteur (l'oreille) s'éloigne de la source du son, plus la sphère de propagation est **grande** et plus l'intensité du son est **faible**
- L'intensité d'un son peut aller jusqu'à  $I = 1 \text{ W/m}^2$  voire plus pour les sons les plus forts.
- Notre oreille est capable de détecter des sons d'une intensité minimale égale à  $I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$  (**seuil d'audibilité**)

#### Niveau d'intensité sonore (ou niveau sonore)

Les valeurs d'intensité I sont des puissances de 10 négatives, peu pratiques à manipuler. On travaille avec le **niveau sonore** noté L en décibel qui compare l'intensité d'un son au seuil d'audibilité.

Le niveau d'intensité sonore se calcule avec la fonction mathématique logarithme : log

$$L = 10 \times \log \left( \frac{I}{I_0} \right) \quad I \text{ et } I_0 \text{ sont en } \text{W/m}^2 \text{ et } L \text{ est en décibels (symbole dB)}$$

On obtient ainsi des valeurs plus agréables à manipuler de l'ordre de  $L = 30 \text{ dB}$  à  $L = 120$  à  $140 \text{ dB}$

#### Applications :

1. Calculer le niveau sonore  $L_1$  lorsque l'intensité du son vaut  $I_1 = 1 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$

$$L_1 = 10 \times \log \frac{I_1}{I_0} = 10 \times \log \frac{1 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-12}} = 70 \text{ dB}$$

2. Calculer le niveau sonore  $L_2$  si on double l'intensité sonore  $I_2 = 2 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$

$$L_2 = 10 \times \log \frac{I_2}{I_0} = 10 \times \log \frac{2 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-12}} = 73 \text{ dB}$$

**Retenir :** Quand l'intensité sonore double, le niveau sonore n'augmente que de 3 dB. Ca peut être démontré mathématiquement, et vous pouvez vous en convaincre en faisant plusieurs calculs

**Attention donc :** Si vous mettez 2 sources identiques au lieu d'une, vous ne doublez pas les décibels !!! Le niveau sonore augmente de 3dB

3. Calculer le niveau sonore si on multiplie l'intensité par 10 :  $I_3 = 10 \times 10^{-5} \text{ W.m}^{-2}$

$$L_3 = 10 \times \log \frac{I_3}{I_0} = 10 \times \log \frac{10 \times 10^{-5}}{1 \times 10^{-12}} = 80 \text{ dB}$$

**Quand l'intensité sonore est multipliée par 10, le niveau sonore augmente de 10 dB**

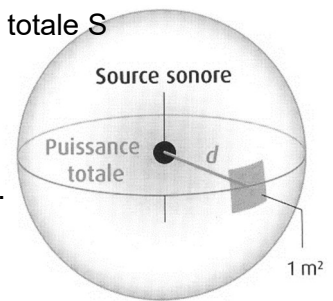
4. Dans une salle de sport un haut-parleur émet un son de puissance  $P = 12,5 \text{ W}$ , calculer l'intensité sonore et le niveau sonore perçu par un adhérent situé à  $d = 10\text{m}$ . Y-a-t-il un risque à pratiquer 1h dans cette salle ?

**Tout d'abord, on détermine la surface de la sphère de propagation lorsqu'on est à  $d = 10\text{m}$**

$$S = 4 \times \pi \times d^2 = 4 \times \pi \times 10^2 = 400\pi = 1256 \text{ m}^2 \text{ (le son émis se répartit sur } 1256 \text{ m}^2)$$

$$\text{Puis, on détermine l'intensité sonore à cette distance : } I = \frac{P}{S} = \frac{12,5}{1256} = 9,95 \times 10^{-3} \text{ W.m}^{-2}$$

Surface totale S



Et enfin, comme précédemment, on calcule le niveau sonore en dB

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0} = 10 \times \log \frac{9,95 \times 10^{-3}}{1 \times 10^{-12}} = 100 \text{ dB}$$

L'énoncé nous indique qu'il s'agit d'une salle de sport dans laquelle l'adhérent passe 1h. Or à 100 dB l'exposition devient dangereuse dès 5min/jour. Le niveau sonore est bien trop fort et présente des risques pour les personnes présentes.

5. Pour les EDS maths et PC : Le logarithme est la fonction inverse de la fonction puissance de 10 (fonction  $f(x) = 10^x$ ). Calculer l'intensité sonore pour un son de niveau  $L_4 = 85$  dB

On peut inversement passer du niveau sonore en dB à l'intensité sonore en  $W.m^{-2}$

Résolution numérique : Commençons par faire cette question avec des valeurs numériques pour que ce soit plus clair :

$$L_4 = 85 = 10 \times \log \frac{I_4}{I_0} \quad \text{Soit} \quad \frac{85}{10} = 8,5 = \log \frac{I_4}{I_0}$$

On passe les deux termes de l'égalité en puissance de 10

$$10^{8,5} = 10^{\log \frac{I_4}{I_0}}$$

Comme le log est la fonction inverse de la puissance de 10, elles s'annulent :  $10^{\log x} = x$

$$10^{\log \frac{I_4}{I_0}} = \frac{I_4}{I_0}$$

$$10^{8,5} = \frac{I_4}{I_0}$$

On isole  $I_4$  et on le calcule  $I_4 = I_0 \times 10^{8,5} = 1 \times 10^{-12} \times 10^{8,5} = 10^{-3,5}$

On tape à la calculatrice en utilisant la touche inverse du log (qui permet de taper des puissances de 10 à virgule, ce que la touche EE ne permet pas)

$$I_4 = 10^{-3,5} = 3,2 \times 10^{-4} W.m^{-2}$$

On est entre  $1 \times 10^{-4}$  et  $1 \times 10^{-3}$  c'est logique, puisque c'est  $10^{-3,5}$

Résolution littérale :

$$L_4 = 10 \times \log \frac{I_4}{I_0}$$

On isole la fonction logarithme :

$$\frac{L_4}{10} = \log \frac{I_4}{I_0}$$

On prend l'inverse

$$10^{\left(\frac{L_4}{10}\right)} = 10^{\log \frac{I_4}{I_0}}$$

Comme le logarithme est l'inverse de la puissance de 10 alors  $10^{\log \frac{I_4}{I_0}} = \frac{I_4}{I_0}$

$$10^{\left(\frac{L_4}{10}\right)} = \frac{I_4}{I_0}$$

Et on finit par isoler  $I_4$

$$I_4 = I_0 \times 10^{\left(\frac{L_4}{10}\right)}$$