

Les décibels

Rappels mathématiques sur le logarithme :

$$\log(a \times b) = \log(a) + \log(b)$$

$$\log\left(\frac{a}{b}\right) = \log(a) - \log(b)$$

$$\text{Si } \log(a) = b, \text{ alors } a = 10^b$$

$$\log(a^n) = n \times \log(a)$$

$$\log(1) = 0$$

$$\log(10) = 1$$

Définition :

Le logarithme décimal (logarithme de base 10 noté parfois \log_{10}) d'un rapport de puissances :

$$\log_{10}\left(\frac{P_1}{P_0}\right) = \log\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$$

s'exprime en Bel. Une telle mesure multipliée par dix :

$$10 \log\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$$

s'exprime en décibel (dB).

Par exemple, si le rapport entre deux puissances est de $10^2 = 100$, cela correspond à 20 dB.

Dans certaines situations, les puissances sont proportionnelles au carré d'une autre grandeur. Par exemple en acoustique, la puissance acoustique est proportionnelle au carré de la pression acoustique. Lorsqu'on exprime la pression acoustique en décibel, les acousticiens et mathématiciens « sortent » le carré du logarithme :

$$10 \log\left(\frac{p_1^2}{p_0^2}\right) = 20 \log\left(\frac{p_1}{p_0}\right)$$

En électronique, si l'on travaille avec des résistances de charges, la puissance est proportionnelle au carré de la tension :

$$P = \frac{U^2}{r}$$

Donc le rapport en décibel (niveau de tension) s'exprime en :

$$10 \log\left(\frac{U_1^2}{U_0^2}\right) = 20 \log\left(\frac{U_1}{U_0}\right)$$

Le décibel comme unité de mesure :

Le décibel exprime un rapport entre deux grandeurs. Le décibel est utilisé comme unité de mesure d'un rapport entre deux puissances pour décrire des gains/amplifications ou des atténuations.

Le décibel a donné naissance à un grand nombre d'unités utilisées pour mesurer des puissances, des intensités ou des pressions :

- dB SPL : décibel acoustique (Sound Pressure Level) mesurant une pression acoustique
- dB(A) : décibel pondéré en acoustique à 40 dB au-dessus du seuil d'audition
- dB(B) : décibel pondéré en acoustique à 70 dB au-dessus du seuil d'audition
- dB(C) : décibel pondéré en acoustique à 90 dB au-dessus du seuil d'audition
- dBu : décibel électrique mesurant une tension par rapport à une référence de 0,775 Volt RMS
- dBV : décibel électrique mesurant une tension par rapport à une référence de 1 Volt RMS
- dBW : décibel mesurant une puissance par rapport à une référence de 1 Watt.
- dBm : décibel mesurant une puissance par rapport à une référence de 1 mW.
- dB FS : décibel mesurant un signal numérique comparativement à son niveau maximum avant saturation.

Unité acoustique :

Le décibel SPL (niveau de pression acoustique) est une unité relative de l'intensité acoustique. L'intensité acoustique est la puissance par unité de surface. Le dB SPL est défini par le rapport de la puissance par unité de surface du son que l'on mesure et une puissance par unité de surface de référence :

$$dB\ SPL = 10 \log \left(\frac{\frac{P}{S}}{\left(\frac{P}{S}\right)_{réf}} \right) \quad (a)$$

La puissance par unité de surface de référence est de $10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$

La puissance par unité de surface (c'est-à-dire l'intensité) est reliée à la pression acoustique par la formule :

$$I = \frac{P}{S} = \frac{p^2}{\rho v} \quad (b)$$

Où :

- $\frac{P}{S}$ est la puissance par unité de surface ou intensité acoustique (en W.m^{-2})
- p est la pression acoustique efficace mesurée (en Pascal)
- ρ est la masse volumique du milieu (en kg.m^{-3})
- v est la vitesse du son dans le milieu (en m.s^{-1})

Si l'on remplace la puissance par unité de surface P de l'équation (a) par la formule de la pression acoustique (b), la masse volumique et la vitesse du son se simplifient et on obtient :

$$dB SPL = 10 \log \left(\frac{p^2}{p_0^2} \right)$$

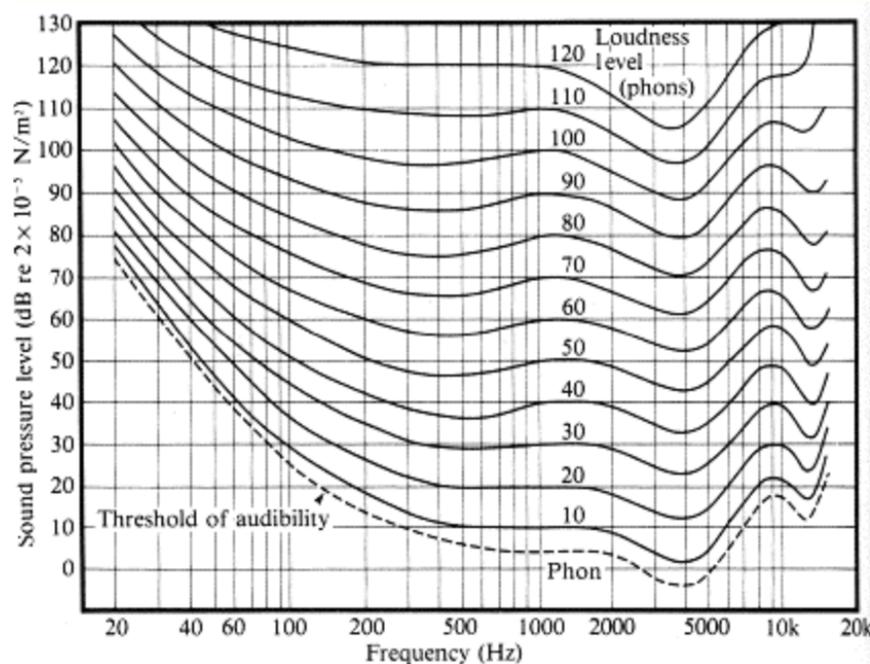
Si on sort le carré du logarithme, on obtient :

$$dB SPL = 20 \log \left(\frac{p}{p_0} \right)$$

Où :

- p est la pression acoustique mesurée (en valeur efficace)
- p_0 est la pression de référence : $2 \cdot 10^{-5}$ Pa (seuil d'audition : pression sonore à partir de laquelle l'oreille humaine commence à percevoir un son pur de 1kHz).

Par ailleurs, pour un même niveau acoustique à différentes fréquences, l'homme ne perçoit pas le même niveau d'intensité. Pour un même niveau d'intensité acoustique de 20 dB SPL, un son pur de 1 kHz paraîtra plus fort qu'un son de 4 kHz tandis qu'un son de 100 Hz ne sera pas perçu. Les courbes isosoniques représentent ces différences de niveau perçu en fonction de la fréquence.



Le seuil de perception auditive :

Le niveau de 0 phone soit 0 dB SPL correspond au seuil d'audition de $2 \cdot 10^{-5}$ Pa.

dB pondéré :

Pour prendre en compte cette sensibilité de l'oreille humaine en fonction des fréquences, le dB(A) est utilisé. Celui-ci utilise la courbe isosonique correspondant à un niveau perçu de 40 phons pour un son pur de 1 kHz. Le dB(A) est fréquemment utilisé dans les indicateurs acoustiques de bruit.