

# Ondes sonores et ultrasonores

<u>Thème du programme</u> : Habitat	<u>Sous-thème</u> : Confort acoustique
<u>Type d'activités</u> : Point cours	<u>Pré-requis</u> : Définitions période, fréquence, vitesse d'une onde.
<u>Extrait BOEN</u> : – Ondes sonores et ultrasonores ; propagation – Transmission, absorption, réflexion	<u>Compétences attendues</u> : – Définir quelques grandeurs physiques associées à une onde sonore ou ultrasonore : pression acoustique, amplitude, célérité, période, fréquence, longueur d'onde. – Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore. – Donner l'ordre de grandeur de la célérité du son dans quelques milieux : air, liquide, solide. – Citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle : l'intensité et la fréquence d'un son. – Citer les seuils de perception de l'oreille humaine. – Définir le niveau sonore. Citer l'unité correspondante : le décibel (dB).

## I. Nature et caractéristiques des ondes sonores et ultrasonores

### 1. Propagation d'une onde sonore

Un son est émis par un objet en vibration (membranes d'un haut-parleur, cordes vocales,...). Les vibrations font osciller les molécules de l'air en contact avec l'objet et se communiquent aux molécules voisines qui oscillent à leur tour. La propagation d'un son nécessite donc un **milieu matériel** (gaz, solide, liquide). Un son ne se propage pas dans le vide.

Une onde acoustique est une onde de compression-dilatation sans transport de matière qui correspond à un transport d'énergie. La **vitesse de propagation** des ondes acoustiques (ou célérité notée  $c$ ) dépend du milieu de propagation et de la température.

Matériau	Air	Eau	Béton	Bois	Acier	Verre	Polymère durs
Célérité ( $\text{m.s}^{-1}$ ) à 20°C	340	1500	3100	100 à 4000	5500	5300	2400

### 2. Périodicité temporelle et spatiale

Une onde acoustique est caractérisée par une double périodicité : la **période temporelle** ( $T$ ) et la période spatiale ou **longueur d'onde**  $\lambda$ .

• **La période  $T$**  est la plus petite durée au bout de laquelle la pression acoustique se répète de façon identique à elle-même. On associe à cette période une fréquence  $f$  telle que

$$f = \frac{1}{T} \quad f \text{ en Hz, } T \text{ en s.}$$

La fréquence d'une onde sonore reflète la hauteur d'un son. Plus la fréquence est grande, plus le son est aigu ; plus la fréquence est faible, plus le son est grave.

• **La longueur d'onde  $\lambda$**  est la distance parcourue par l'onde sonore ou ultrasonore durant une période  $T$ . Sa valeur est liée au milieu de propagation.

$$\lambda = c \times T = \frac{c}{f} \quad \lambda \text{ en m, } c \text{ en m.s}^{-1}, f \text{ en Hz, } T \text{ en s.}$$

## II. Intensité et niveau sonore

• **L'intensité sonore** dépend de la surpression qui se propage. L'intensité sonore notée  $I$  est la puissance reçue par le récepteur par unité de surface.

$$I = \frac{P}{S} \quad I \text{ en } \text{W.m}^{-2}, P \text{ en } \text{W}, S \text{ en } \text{m}^2.$$

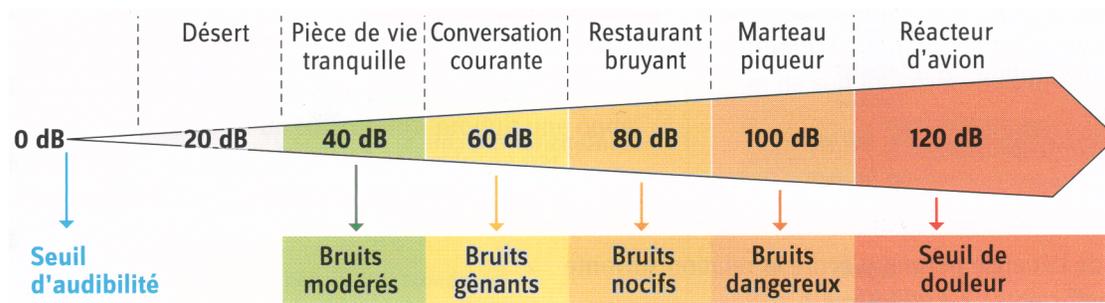
On note  $I_0$  l'intensité sonore de référence qui est la plus petite intensité sonore audible pour un son de fréquence 1000 Hz.  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ .

• **Le niveau sonore** : l'oreille humaine est capable de percevoir des sons dans une plage d'intensité sonore très étendue. Pour tenir compte de cette caractéristique, on définit le niveau sonore noté  $L$  (« Level » en anglais) tel que :

$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \quad L \text{ en décibels (dB)}, I \text{ en } \text{W.m}^{-2}, I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}.$$

Les niveaux sonores ne s'additionnent pas. Lorsqu'il y a plusieurs sources on a :

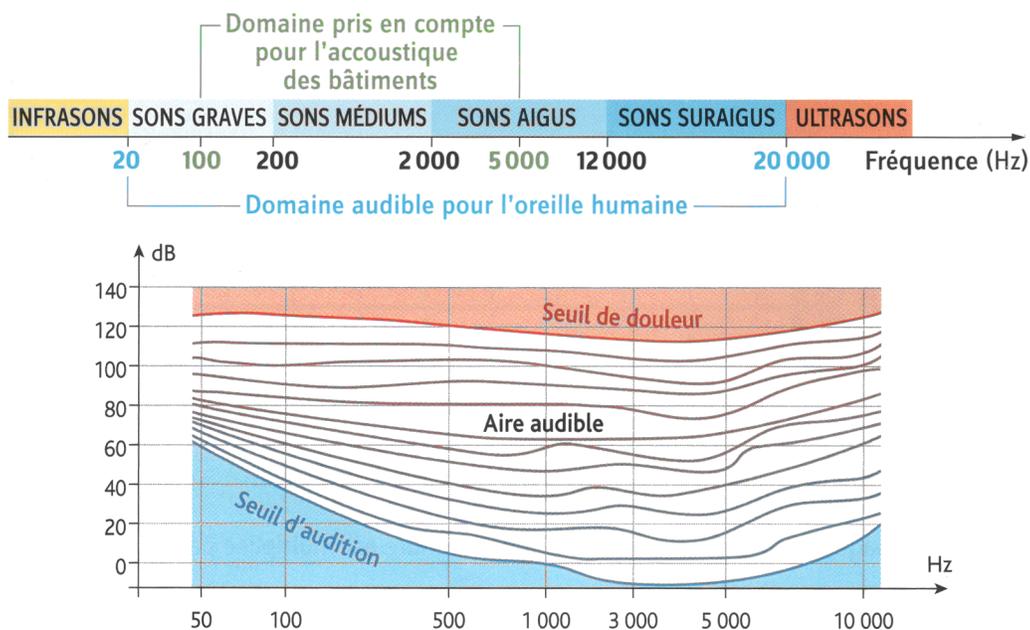
$$L_{\text{tot}} = 10 \log\left(\frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots}{I_0}\right)$$



## III. Sensibilité de l'oreille humaine

L'oreille humaine est un récepteur acoustique très sensible. Sa perception d'un son dépend de la fréquence de l'onde acoustique et de son niveau sonore.

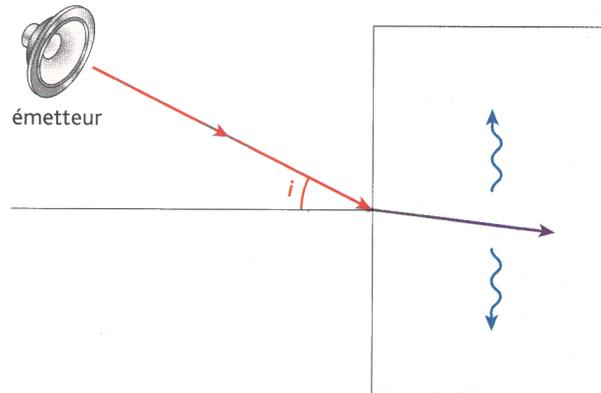
Les fréquences audibles par l'oreille humaine sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz.



Ce diagramme présente des courbes d'égalité de sensation auditive. Par exemple un son de fréquence 100 Hz et de niveau sonore 60 dB provoque la même sensation auditive qu'un son de fréquence 500 Hz et un niveau sonore de

## IV. Réflexion, transmission et absorption d'une onde sonore ou ultrasonore

Lorsqu'un son incident arrive sur une paroi, une partie de l'énergie acoustique est transmise. L'énergie non transmise est absorbée ou réfléchi. Lors de la réflexion d'une onde sonore sur une paroi, l'angle d'incidence  $i$  est égal à l'angle de réflexion  $r$  (loi de Descartes).



Dans l'habitat, on utilise une isolation acoustique qui permet de réduire le phénomène de réflexion des ondes sonores. L'onde réfléchi est gênante parce qu'elle augmente le niveau sonore dans la pièce et arrive en décalée dans le temps par rapport à l'onde directe. La compréhension du message diminue.