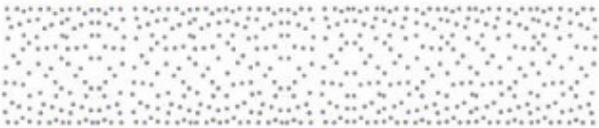


# Caractéristiques de l'onde sonore

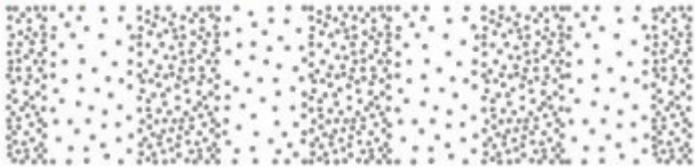
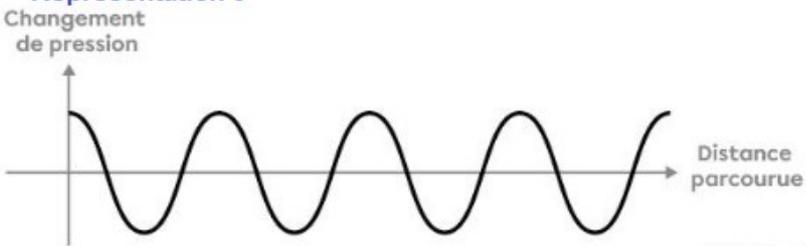
## 1. Définition

Une **onde sonore** est une vibration qui appartient à la catégorie des ondes mécaniques longitudinales. Elle se propage grâce aux particules de matière de son milieu en créant des zones de compression et de raréfaction.

Lorsque l'onde sonore est produite, elle interagit avec les particules de matière. Voici ce qui se produit lorsqu'une source émet une onde sonore qui se propage dans l'air.

<p>Lorsque le haut parleur est éteint, aucune onde sonore n'est produite. Les particules d'air sont alors distribuées de façon relativement uniforme.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p><b>Particules d'air avant le passage d'une onde sonore</b></p>  <p><b>Particules distribuées uniformément</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>Haut parleur éteint</b></p>
<p>Lorsque le hautparleur est allumé, sa membrane oscille, ce qui produit des ondes sonores. La propagation de ces oscillations entraîne l'alternance de zones où les particules sont plus rapprochées (zone de compression) et de zones où les particules sont plus éloignées (zones de raréfaction).</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p><b>Particules d'air pendant le passage d'une onde sonore</b></p>  <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="text-align: center;"> <p><b>Zone de compression</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les particules sont plus rapprochées les unes des autres.</li> <li>• La pression est plus élevée.</li> </ul> </div> <div style="text-align: center;"> <p><b>Zone de raréfaction</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les particules sont plus éloignées les unes des autres.</li> <li>• La pression est plus faible.</li> </ul> </div> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>Haut parleur allumé</b></p> </div>
<p>Lorsque le haut parleur est éteint et que l'onde sonore cesse de se propager, les particules d'air reviennent à leur état initial. Elles sont à nouveau distribuées relativement uniformément. En effet, c'est bien l'onde qui s'est déplacée, et non les particules d'air elles-mêmes.</p>	<div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 10px;"> <p><b>Particules d'air après passage d'une onde sonore</b></p>  <p><b>Particules distribués uniformément</b></p> </div> </div> <p style="text-align: center;"><b>Haut parleur éteint</b></p>

On peut représenter l'onde sonore de plusieurs façons.

<p>La représentation 1 met en évidence le déplacement des particules d'air dû à la propagation de l'onde sonore</p>	<p><b>Représentation 1</b></p> 
<p>La représentation 2 met en évidence le positionnement des zones de compression.</p>	<p><b>Représentation 2</b></p> 
<p>La représentation 3 est un graphique de la variation de la pression en fonction de la distance parcourue par l'onde sonore. Ce graphique est souvent représenté sans l'identification des axes.</p>	<p><b>Représentation 3</b></p> 

## 2. Caractéristiques de l'onde sonore

L'onde sonore peut être décrite à l'aide de plusieurs caractéristiques qui ont une influence sur la façon dont elle se propage et sur la façon dont elle est perçue par l'oreille humaine.

Ce sont :

- intensité sonore
- célérité de propagation
- fréquence et période
- longueur d'onde

### 2.1 Intensité sonore

L'intensité sonore  $I$  donne une indication sur la force d'un signal sonore. Plus l'amplitude d'un signal sonore est élevée et plus l'intensité sonore est grande.

L'intensité sonore s'exprime en watts par mètre carré [ $W/m^2$ ].

L'oreille perçoit les signaux sonores d'intensité comprise entre  $10^{-12} W.m^{-2}$  et  $10W.m^{-2}$ .

[Niveau d'intensité sonore  \$L\$](#)

Pour rendre mieux compte de la sensation au niveau de l'oreille, on utilise le niveau d'intensité sonore ou niveau sonore.

Plus l'intensité sonore est grande plus le niveau sonore est grand.

Le niveau sonore L se mesure en **décibel**. Pour mesurer le niveau d'intensité sonore, on utilise un sonomètre.

L'**échelle des décibels** est une échelle de classification utilisée pour quantifier l'intensité relative d'un son. L'unité de cette échelle est le décibel (dB).

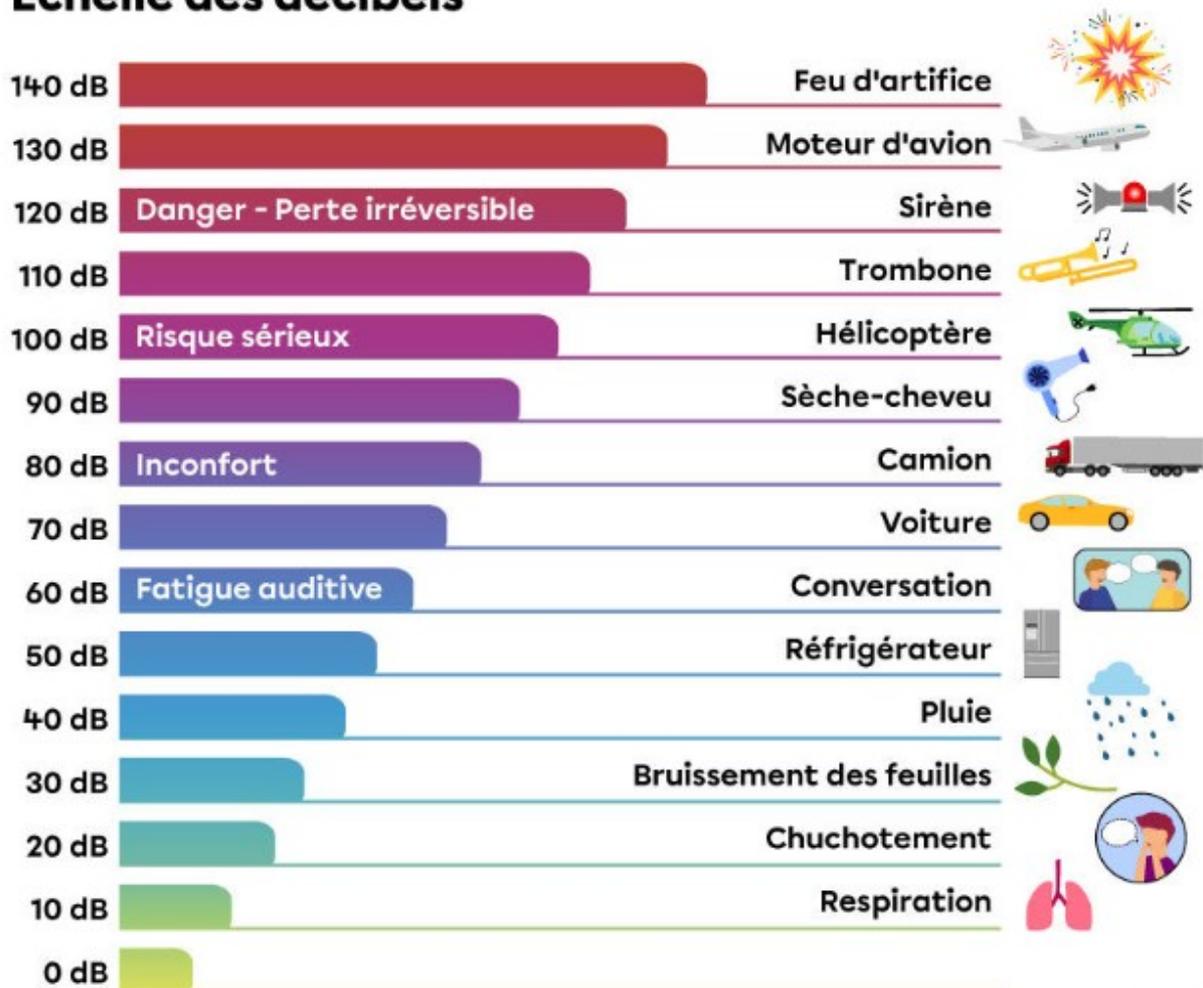
L'échelle des décibels est une échelle logarithmique. Ainsi, pour chaque augmentation de 10 dB, l'intensité du son est 10 fois plus intense. Par exemple, un son de 40 dB est 10 fois plus puissant qu'un son de 30 dB. De plus, les décibels ne s'additionnent pas. Ainsi, deux sons distincts de 50 dB provenant de deux conversations à voix normale ne s'additionnent pas pour créer un son de 100 dB.



Un sonomètre

Le seuil d'audibilité, c'est-à-dire l'intensité relative que l'oreille humaine peut percevoir, se situe à 0 dB. Le seuil de dangerosité, c'est-à-dire l'intensité relative dangereuse pour l'oreille humaine, se situe à 120 dB.

## Échelle des décibels



## 2.2 Célérité de propagation

Puisque l'onde sonore est une onde mécanique, un milieu constitué de particules de matière est nécessaire pour que celle-ci se propage. Ainsi, le **milieu de propagation et la température** de l'onde sonore a une influence sur sa **vitesse de propagation**. L'onde ne se propage pas dans le vide.

Ainsi, le son se propage à environ 343 m/s dans l'air. À l'état liquide, les particules sont relativement proches les unes des autres. En conséquence, la transmission du mouvement des particules du milieu se fait plus rapidement que dans un échantillon gazeux. Par exemple, le son se propage à une vitesse moyenne de 1 480 m/s dans l'eau.

Le tableau suivant présente la vitesse moyenne du son dans différents milieux.

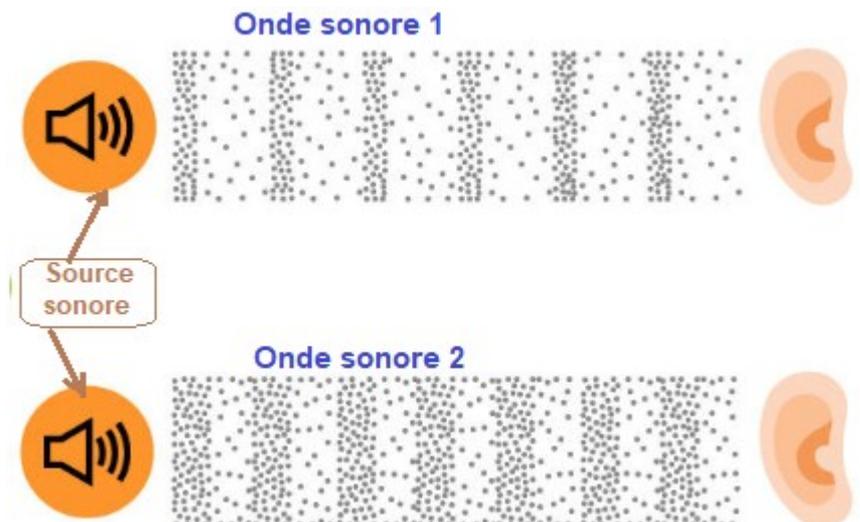
Vitesse du son en fonction du milieu de propagation à 20 °C	
Milieu de propagation du son	Vitesse du son (m/s)
Air	343
Alcool à désinfecter	1 160
Eau	1 480
Marbre	3 810
Acier	5 960

## 2.3 La fréquence de l'onde sonore , sa tonalité et la période

La fréquence ( $f$ ) de l'onde sonore est une propriété qui affecte la tonalité du son.

Lorsque les zones de compression des particules sont plus éloignées, comme dans le cas de l'onde sonore 1, la fréquence des ondes sonores est basse. Elles paraissent alors plus graves à l'oreille humaine

Lorsque les zones de compression des particules sont plus rapprochées, comme dans le cas de l'onde sonore 2, la fréquence des ondes sonores est plus haute. Elles paraissent alors plus aiguës à l'oreille humaine.

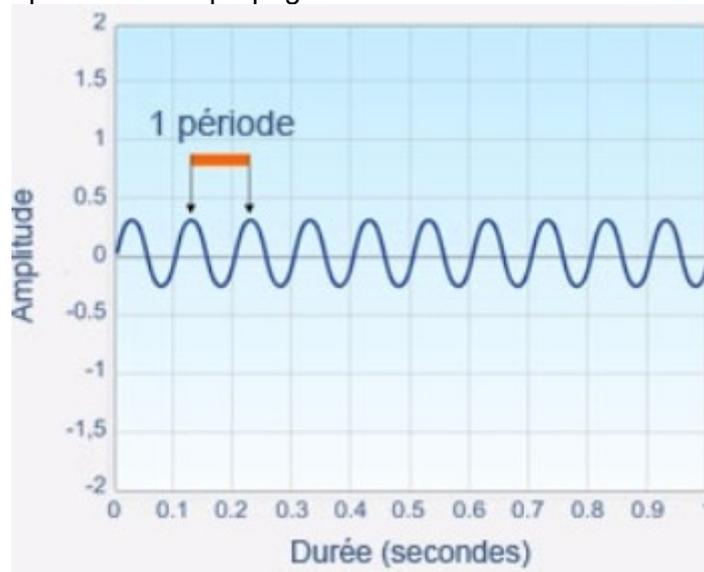


En général, l'oreille humaine peut percevoir des sons dont la fréquence se situe entre 20 Hz et 20 000 Hz. Cependant, avec l'âge, l'appareil auditif se dégrade et cet intervalle diminue.

En fonction des espèces, la gamme des fréquences perceptibles varie. Par exemple, la perception sonore des chiens varie de 15 à 50 000 Hz, et celle des papillons de nuit de 3 000 à 150 000 Hz.

La fréquence est le nombre de périodes par unité de temps.

La période, notée T, est l'**intervalle de temps séparant deux états vibratoires identiques et successifs** d'un point du milieu dans lequel l'onde se propage.



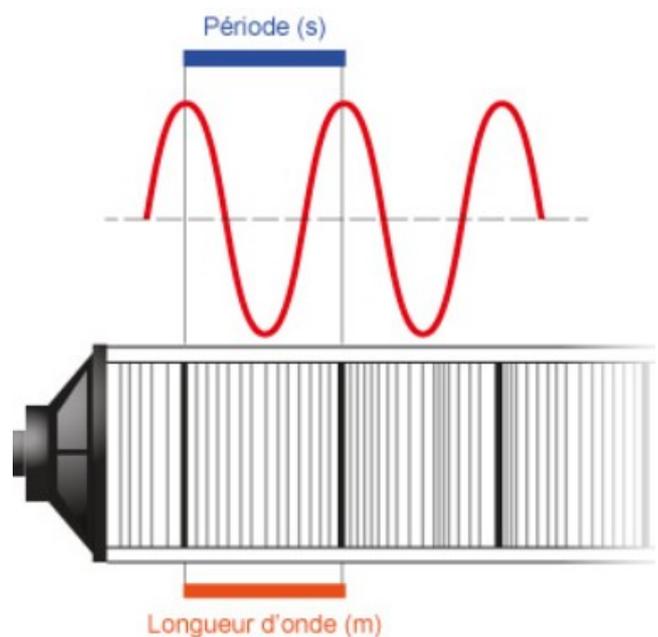
Cette courbe représente les variations de pression acoustique d'une onde pour une durée d'une seconde. La période est l'intervalle de temps entre deux points successifs ayant la même amplitude : par exemple, sur le graphe entre le 3ème et le 4ème maximum la période est de 0,1 seconde.

Relation entre la fréquence et la période:  $T = \frac{1}{f}$  [ s ]

## 2.4 Longueur d'onde

La longueur d'onde est la distance séparant deux molécules successives dans le même état vibratoire (même pression et vitesse acoustique) ou encore **la distance parcourue par l'onde pendant une période**.

Dans l'exemple choisi ici, la longueur d'onde peut être représentée comme la distance séparant deux maximums de compression (traits gras successifs) ; à cet instant t, chaque molécule séparée de la longueur d'onde est soumise à une pression et une vitesse acoustiques identiques.



Relation entre la fréquence et la longueur d'onde:

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad v : \text{célérité de propagation [ m/s ]}$$

$f$  : fréquence [ Hz ]

$\lambda$  : longueur d'onde [ m ]

### 3. Le son audible et inaudible

L'oreille humaine ne perçoit pas tous les sons. Une oreille ne peut en effet pas capter les sons trop graves (les infrasons), ni les sons trop aigus (les ultrasons).

Voici l'échelle de fréquence sonore :



#### 3.1 Les sons audibles

L'oreille humaine perçoit les sons compris entre 20Hz et 20 000Hz

Pour un son qui se propage dans l'air  $v = 343\text{m/s}$  et l'intervalle de la longueur d'onde des sons audibles sera compris entre 0,017m et 17,15m

#### 3.2 Les sons inaudibles

Les fréquences suivantes sont inaudibles pour l'homme :

Les fréquences inférieures à 20Hz , que l'on nomme infrasons

Les fréquences supérieures à 20 000Hz , que l'on nomme ultrasons

Exemples

Les chauve souris émettent des salves d'ultrasons afin de localiser leurs proies ou des obstacles. Les salves sont émises à 55000Hz. Ces salves ne sont pas audibles pour l'homme.

Les dauphins émettent des sifflements dans l'eau afin de repérer des obstacles. Le dauphin peut émettre des sifflements de 10000Hz de fréquence. Ces fréquences sont audibles pour l'homme.

### 4. Classement d'un son

Plus la fréquence d'un son :

- est élevée , plus le son est aigu
- est faible, plus le son est grave

Plus un signal possède une période courte, plus le motif élémentaire se répète pendant une seconde , ce qui implique une fréquence plus élevée.