

ONDES ET SIGNAUX

CHAPITRE 17 DU LIVRE

Physique
Chimie

1



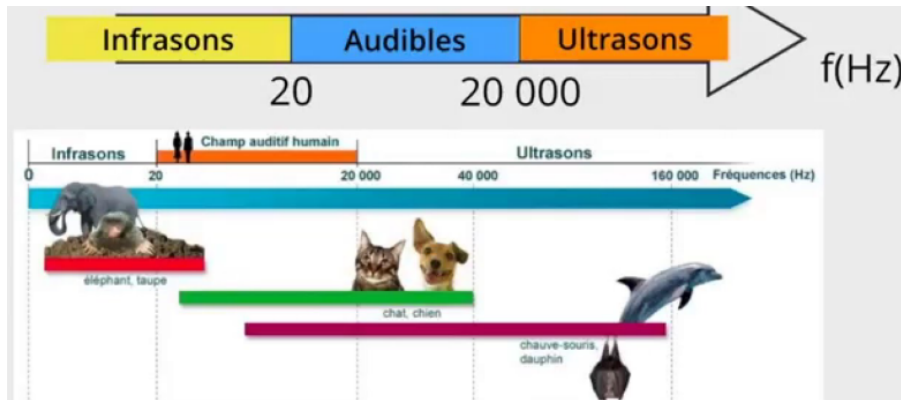
LE SON

[Frédéric PEURIÈRE]

Notions et contenus	Capacités exigibles
Intensité sonore, intensité sonore de référence, niveau d'intensité sonore. Atténuation (en dB). Effet-Doppler. Décalage-Doppler (Allègement 2020-21)	Exploiter l'expression donnant le niveau d'intensité sonore d'un signal. Illustrer l'atténuation géométrique et l'atténuation par absorption. Capacité mathématique : Utiliser la fonction logarithme décimal et sa fonction réciproque.

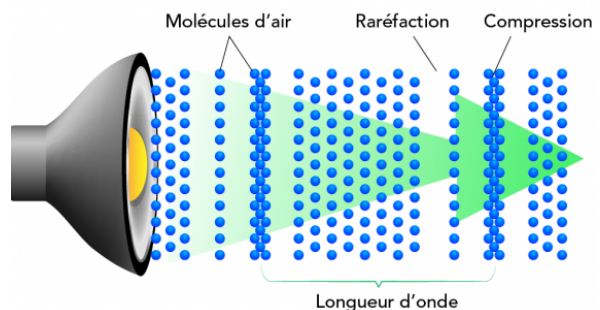
PREMIERE PARTIE: RAPPELS SUR LES ONDES

Ce chapitre ne concerne que les ondes sonores audibles mais il existe aussi des ondes sonores inaudibles telles que les infrasons (ondes de fréquence inférieures aux graves qu'une oreille humaine peut entendre) et les ultrasons (ondes de fréquences supérieures aux plus aigües que l'on peut entendre).



Les **ondes sonores** ont besoin d'un support matériel solide liquide ou gazeux pour se propager. Dans l'air, il y a contraction des couches d'air au passage de l'onde.

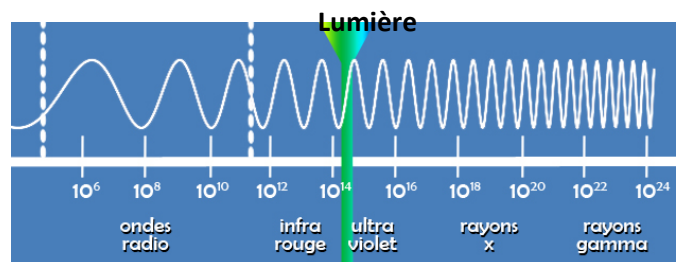
Un **son pur** (fréquence unique) est caractérisé par une période T durée au bout de laquelle le motif de l'onde se renouvelle. La fréquence f est l'inverse de la période, il s'agit en fait du nombre de motif par seconde. La longueur d'onde λ est la distance que parcourt l'onde sur une période.



Le son se déplace à différentes vitesses suivant le milieu où il se trouve : 340 m/s dans l'air mais 1520 m/s dans l'eau de mer.

Autres exemples d'ondes matérielles : ondes sismiques dans le sol, houle à la surface des océans.

Les **ondes électromagnétiques** visibles (lumière blanche constitué des différentes couleurs de l'arc en ciel) ou invisibles (voir document ci-contre) peuvent se propager dans des milieux matériels solides, liquides ou gazeux transparents mais aussi dans le vide ce qui est impossible pour les ondes sonores.



DEUXIEME PARTIE: GRANDEURS CARACTERISTIQUES

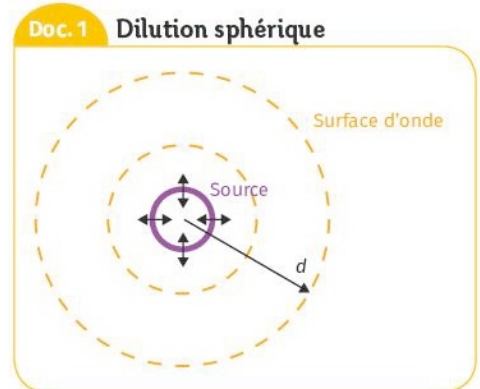
1) Puissance et intensité sonore

Un son est une perturbation de la pression qui se propage de proche en proche depuis la source. Comme toute onde, il transporte de l'énergie.

On définit l'intensité sonore comme la puissance transportée par unité de surface :

$$I = \frac{P}{S} \quad \left| \begin{array}{l} I : \text{intensité sonore (W}\cdot\text{m}^{-2}) \\ P : \text{puissance transportée par l'onde sonore (W)} \\ S : \text{surface de réception (m}^2) \end{array} \right.$$

Au cours de la propagation, la puissance se répartit sur une surface de plus en plus grande (**doc. 1**). Ainsi, l'intensité décroît lorsque la distance d à la source augmente : on parle de **dilution sphérique**.



La puissance P caractérise la source.

La surface S d'une sphère est $4 \pi d^2$

2) Niveau d'intensité sonore en dB

Le **seuil d'audibilité** est l'intensité minimale perceptible par l'ouïe. Il varie selon la fréquence du son et l'âge de l'auditeur

Une intensité deux fois plus importante ne donne pas une sensation d'un son deux fois plus fort. Ainsi, la perception du volume sonore n'est pas proportionnelle à l'intensité.

C'est pourquoi, pour modéliser ce fait physiologique, on définit le niveau d'intensité sonore L à partir de l'intensité :

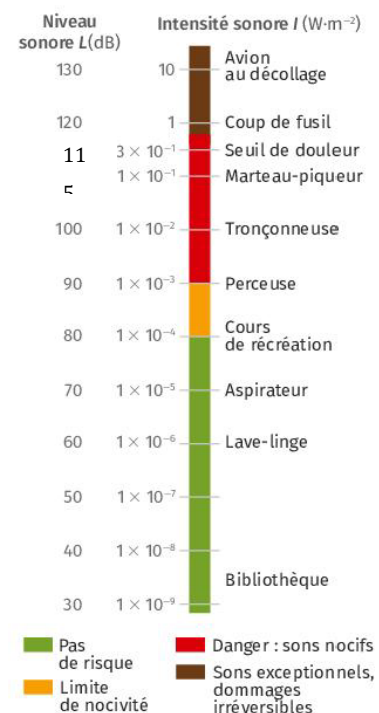
$$L = 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$$

L : niveau d'intensité sonore (dB)
 I : intensité sonore ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)
 I_0 : intensité sonore de référence égale à $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$

Cette intensité de référence correspond au son le plus faible qu'une oreille normale peut entendre.

$$L = 0 \text{ dB pour } I = I_0$$

Le document ci-contre donne des exemples d'intensité et de niveau d'intensité. On remarque qu'un son d'intensité 3x plus grand qu'un marteau piqueur (110 dB) a un niveau de 115 dB ce qui confirme la non proportionnalité des deux grandeurs.



3) Atténuation d'une onde sonore

Lorsqu'une onde sonore se propage dans un **milieu absorbant**, une partie de l'énergie est transférée au milieu. Ainsi, l'intensité sonore décroît entre l'entrée de l'onde dans le milieu et sa sortie.

Pour quantifier ce phénomène, on définit A l'atténuation :

$$A = L_{\text{sortie}} - L_{\text{entrée}} = 10 \log\left(\frac{I_{\text{sortie}}}{I_{\text{entrée}}}\right)$$

A : atténuation (dB)

L_{sortie} : niveau d'intensité sonore en sortie (dB)

$L_{\text{entrée}}$: niveau d'intensité sonore en entrée (dB)

I_{sortie} : intensité sonore en sortie ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)

$I_{\text{entrée}}$: intensité sonore en entrée ($\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$)

Une atténuation de valeur négative traduit le fait que l'intensité a diminué ($I_{\text{sortie}} < I_{\text{entrée}}$).

Exemple : atténuation d'une porte

Une source sonore émet un son dont le niveau sonore est de 73 dB devant une porte. Un auditeur place son oreille derrière elle et ne perçoit plus que 48 dB. L'atténuation A est donc égale à -25 dB à travers la porte.

 Application: 29 p.480

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

