

Chapitre 11 : Les ondes sonores

Extrait programme 1^{ère} STI2D

Propriétés, propagation des ondes sonores et ultrasonores	<ul style="list-style-type: none">- Énoncer qu'un milieu matériel est nécessaire à la propagation d'une onde sonore ou ultrasonore.- Déterminer ou mesurer les grandeurs physiques associées à une onde sonore ou ultrasonore : célérité, période, amplitude, fréquence et longueur d'onde.- Citer l'ordre de grandeur de la célérité du son dans l'air.- <i>Évaluer la célérité du son dans quelques milieux : air, eau, métal.</i>- <i>Déterminer des distances à partir de la propagation d'un signal avec ou sans réflexion.</i>
Phénomène de réflexion.	<ul style="list-style-type: none">- Identifier et citer les deux grandeurs influençant la perception sensorielle d'un son : amplitude et fréquence.
Intensité et puissance acoustiques	<ul style="list-style-type: none">- Associer qualitativement fréquence et amplitude à la hauteur et à l'intensité acoustique d'un son.- Citer l'ordre de grandeur des limites du domaine de fréquences audibles par l'oreille humaine.- Exploiter la relation entre la puissance et l'intensité acoustique.

I- Propriétés des ondes sonores

TP n°1 : Propagation de sons et ultrasons

1- Définitions (vues dans le chapitre 10)

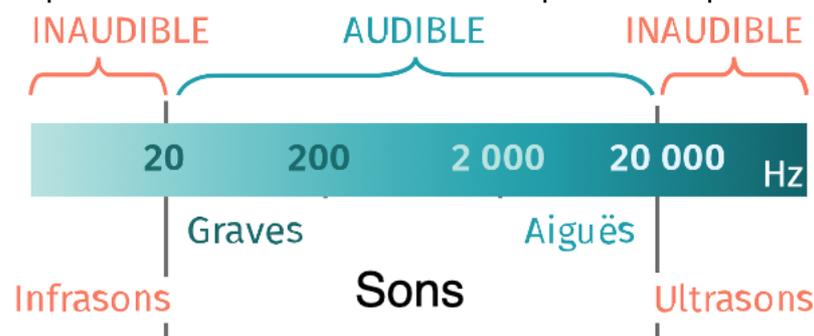
Les ondes sonores et ultrasonores font partie de la famille des ondes mécaniques : Elles sont la propagation de perturbations (séries de compression et dilatation de la matière) dans un milieu matériel sans déplacement de matière mais avec déplacement d'énergie.

Ce sont des ondes longitudinales.

Un milieu matériel est absolument nécessaire à la propagation d'une onde sonore ou ultrasonore.

Dans l'oreille, les cellules ciliaires se mettent à vibrer sous le passage d'une onde sonore, et transmettent l'information au cerveau par l'intermédiaire du nerf auditif.

Les cellules vibrent uniquement si l'onde sonore a une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz.



2- La célérité

La nature du milieu matériel a une influence sur la valeur de la célérité d'une onde sonore : plus le milieu de propagation est dense et plus le son se propage vite.

Par contre, la fréquence de l'onde sonore n'a pas d'incidence sur sa vitesse de propagation.

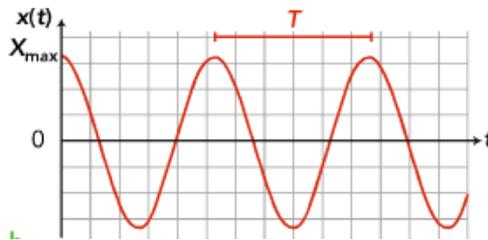
La valeur de la célérité d'un son (ou d'un ultrason) dans l'air est $v_{\text{son}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

Remarque : d'autres facteurs rentrent aussi en jeu dans la valeur de v_{son} : la température, la densité du milieu par exemple.

Applications : n°6 p 217, n°8 p 217, n°15 p 219, n°5* p 216

3- Les caractéristiques d'une onde sonore périodique (rappels)

Pour une onde sonore (ou ultrasonore) périodique, on peut repérer un motif élémentaire qui se répète.



La période temporelle T (en s) d'une onde sonore est la durée du motif élémentaire.

La fréquence f (ou ν , en Hz) d'une onde sonore est l'inverse de la période T :

$$f = \frac{1}{T}$$

La longueur d'onde d'une onde sonore se note λ , elle correspond à la distance parcourue par l'onde durant une période.

Elle s'exprime en mètres (m) et elle est reliée à la période par :

$$\lambda = v \times T \quad (\text{ou } \lambda = \frac{v}{f})$$

Avec v la célérité de l'onde en m.s^{-1} et T la période temporelle en s.

L'amplitude d'une onde sonore correspond à la valeur maximale atteinte par l'onde lors de son enregistrement.

Sur le schéma en haut de ce paragraphe, elle est notée X_{max} et elle s'exprime généralement en Volts.

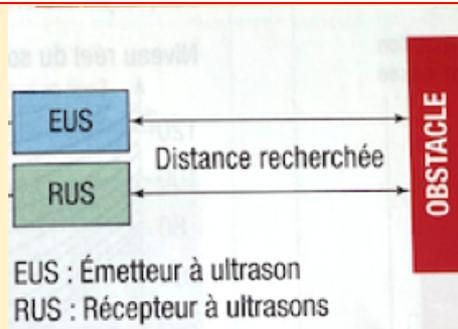
4- La réflexion pour mesurer des distances

TP n°2 : Modélisation d'un radar de recul

Les ondes sonores ou ultrasonores sont utilisées pour mesurer des distances dans de nombreux dispositifs : radar de recul, échographie, sonar.

Toutes ces technologies utilisent le phénomène de réflexion : lorsqu'une onde sonore arrive sur un obstacle, une partie de cette onde est réfléchiée.

Avec un dispositif permettant de mesurer la durée de l'aller-retour de l'onde sonore entre son émission et sa réception, et connaissant la vitesse de l'onde, on peut en déduire la distance entre l'émetteur et l'obstacle.



On a la relation :

$$d = \frac{v \times \Delta t}{2}$$

Avec v la célérité des ultrasons en m/s ; Δt la durée de l'aller-retour en s et d la distance entre l'émetteur et l'obstacle en m.

[Applications](#) : n°9 p 217, n°7 p 217, Exercice corrigé* p 215

II- La perception auditive des ondes sonores

1- La fréquence et la hauteur

Pour les ondes sonores audibles (donc dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz), la sensation auditive d'un son grave ou aigu est liée à sa fréquence : c'est la hauteur d'un son. Plus la fréquence d'un son est élevée, plus le son est aigu. Plus la fréquence d'un son est petite, plus le son est grave.



La hauteur d'une note de musique est identifiée par son nom : Do, Sol, Si, etc. La note est caractérisée par la valeur de sa fréquence.

2- L'amplitude et l'intensité acoustique

La perception auditive de l'intensité acoustique d'un son (le volume sonore dans le langage courant) est liée à l'amplitude de l'onde sonore.

Plus l'amplitude de l'onde est importante et plus le son sera perçu avec une forte intensité acoustique.

Le niveau d'intensité sonore est noté L , et se mesure en décibels (dB). Il est lié à l'intensité acoustique par une formule mathématique complexe. Le sonomètre est un appareil de mesure qui permet de mesurer le niveau d'intensité sonore.

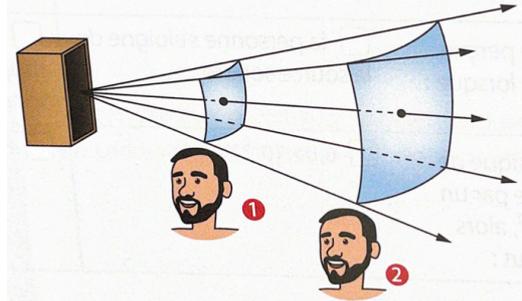
On estime qu'un son est dangereux si son niveau d'intensité sonore dépasse 100 dB.

3- Puissance et intensité acoustique

La puissance acoustique d'un son correspond à la quantité d'énergie émise par seconde.

Elle est répartie sur une surface de plus en plus grande au fur et à mesure de la propagation de l'onde sonore.

Ainsi, le son se dilue dans l'espace au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la source.



L'intensité acoustique I a pour relation :

$$I = \frac{P}{S}$$

Avec S la surface en m^2 sur laquelle est réparti le son, I l'intensité acoustique en W/m^2 et P la puissance acoustique en W .

Remarque : lorsqu'une source émet dans toutes les directions de l'espace, la surface correspond à celle d'une sphère de rayon r : $S = 4\pi \times r^2$

Applications : n°10 p 217, Activité 4 p 211