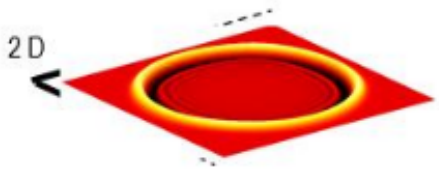
CHAPITRE 1 – Ondes sonores

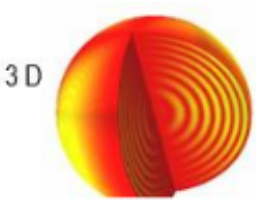
I. Relations générales (rappels)

Lorsqu'on jette une pierre sur un plan d'eau, on crée localement une perturbation qui se traduit par une déformation de la surface de l'eau qui se propage. Une onde progressive est une perturbation qui se propage de proche en proche dans un milieu. Une onde ne transporte pas de matière, mais uniquement de l'énergie. Une onde se propage dans toutes les directions qui lui sont offertes.
Néanmoins, si le milieu ne permet que la propagation dans une direction donnée, on parle d'onde à une dimension. sqd









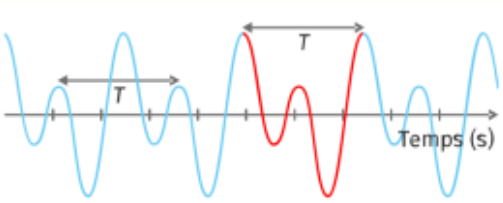
Une perturbation qui s'accompagne d'une déformation de la matière est appelée onde mécanique (ex : son,vague, onde sismique, ...).

La lumière est une onde progressive qui n'est pas mécanique car elle ne déforme pas la matière qu'elle traverse. C'est une onde ..... .

1 – Onde périodique

Définition : Période temporelle

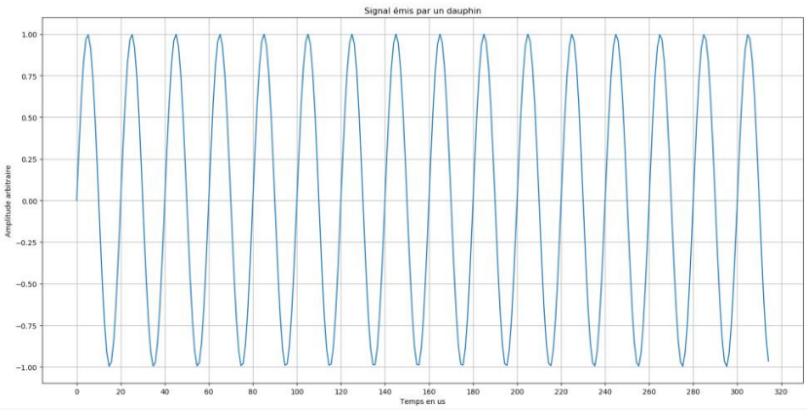
Si on observe la position d'un point en **fonction du temps...** Une onde est dite périodique lorsque le signal se répète à l'identique à intervalle de temps régulier. Cette durée est appelée **période temporelle et est notée T.**
On appelle fréquence $f = \dfrac{1}{T}$ le nombre de fois en 1 seconde que le signal se répète. **On l'exprime en Hertz (Hz).**



Exercice 1 : Période et fréquence

Les dauphins sont capables d'émettre et de capter des ultrasons leur permettant de se localiser par écho (écholocation). Ils émettent ainsi des ondes progressives sinusoïdales.
Ci-après est représenté le signal émis par un dauphin.

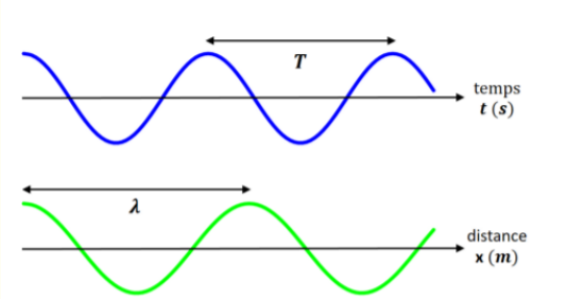
1. Quelle est la période du signal ?
2. Quelle est la fréquence du signal ?



🕮 Définition : Période spatiale

Si on observe tous les points du milieu à un instant donné t...
On appelle **la période spatiale λ dit « lambda »** la distance (en m) qui sépare deux points qui subissent la perturbation créée par l'onde de la même façon.
C'est la longueur que parcourt une onde durant une durée égale à sa période T. Une onde périodique possède donc deux périodes : une temporelle et une spatiale.
Ces deux périodes sont reliées par la relation suivante :

$$\boxed{\lambda = v \times T}$$



✍ Exercice 2 : Période spatiale

Les dauphins sont capables d'émettre et de capter des ultrasons leur permettant de se localiser par écho (écholocation). Ils émettent ainsi des ondes progressives sinusoïdales de fréquence 50 kHz, qui se propagent dans l'eau avec une célérité de $1500\,\mathrm{m}\cdot\mathrm{s}^{-1}$

1. Quelle est la longueur d'onde de ces ondes ?

2 – Onde progressive sinusoidale

🕮 Définition : Onde progressive sinusoidale

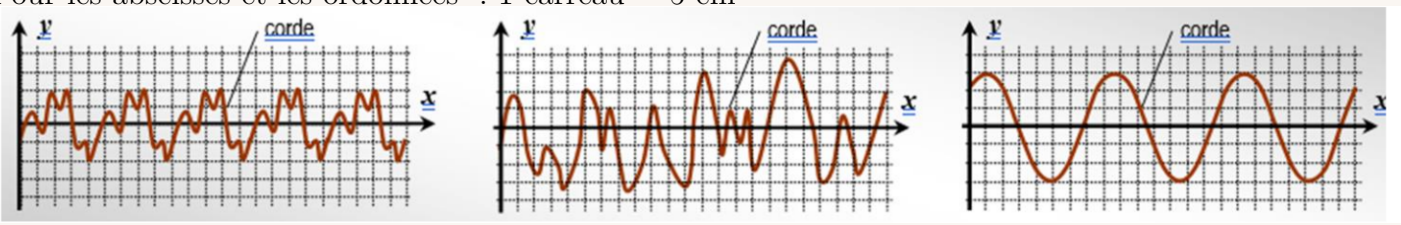
Une onde mécanique sinusoïdale correspond à une onde périodique dont le signal est une fonction sinusoïdale du temps (fonction cosinus et sinus). La perturbation est décrite par :

$$y = A \times cos(\frac{2\pi \times t}{T} + \phi)$$

où A est l'amplitude de l'onde, T sa période et ϕ sa phase.
Animations : Double périodicité et Onde sur une corde

✍ Exercice 3 : Bilan

On considère trois cordes tendue et excité chacune par une onde progressive de célérité $4,0 m/s$. A un instant t quelconque, on prend une photo pour visualiser l'état de ces trois cordes (voir ci-dessous).
Pour les abscisses et les ordonnées : 1 carreau = 5 cm



1. Parmi les ondes ci-dessus, déterminer la ou les ondes périodiques et calculer leur période spatiale λ.
2. Quelle est l'onde que l'on peut qualifier d'onde sinusoïdale ? Déterminer sa fréquence f et son amplitude maximale A.

II. Ondes sonores

1 – Intensité sonore

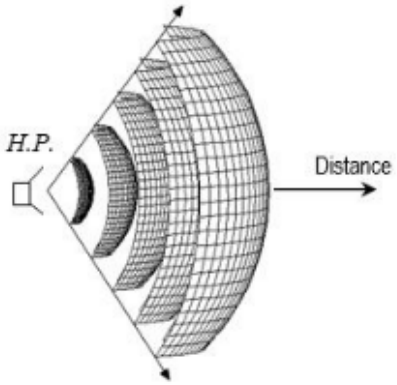
Définition : Intensité sonore

L'intensité sonore I est la puissance P de la vibration sonore reçue par unité de surface S : $\boxed{I = \frac{P}{S}}$ où ....

Plus on s'éloigne de la source sonore plus l'intensité .....
car l'énergie produite par la source se répartit sur une .....
plus grande.

La perception d'un son de fréquence 1000 Hz pour l'oreille humaine est telle que :

- Le seuil d'audibilité est : $I_0 = 1.0 \times 10^{-12}\,\mathrm{W \cdot m^{-2}}$
- Le seul de douleur est : $I_M = 1.0\,\mathrm{W \cdot m^{-2}}$



Exercice 4 : Explosion d'un pétard

Donnée : surface d'une sphère de rayon R : .....

L'explosion d'un petit pétard engendre à 50 cm de la source de l'explosion une intensité sonore égale au seuil de douleur.

1. Calculer la puissance sonore de cette explosion.
2. En supposant que cette puissance reste constante, déterminer la distance à laquelle l'intensité sonore est divisée par 2.

2 – Niveau d'intensité sonore

Définition : Niveau d'intensité sonore

La sensation auditive n'est pas proportionelle à l'intensité sonore (sinon tous les profs seraient sourds à cause des bavardages...)
On détermine alors une échelle permettant d'exprime la sensation auditive : c'est le niveau sonore ou niveau d'intensité sonore. Le niveau sonore L exprime donc la sensation perçue par l'oreille. Pour une intensité sonore I donnée, le niveau sonore L exprimé en décibels acoustiques (dB ou dBA) est déterminé par la formule :

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

où I est l'intensité sonore et I_0 le seuil d'audibilité.

Exercice 5 : Niveau d'intensité sonore - hurlement du loup

1. Calculer le niveau sonore pour une intensité I à 1000 Hz égale à I_0
2. Même question pour une intensité égale au seuil de douleur I_M.
3. Déterminer l'intensité perçue pour un son de puissance 1.50 W réparti sur une surface de 30 m^2 .

Un loup hurle avec une puissance sonore d'environ $5.0 \times 10^{-2}\,\mathrm{W}$. Le son du hurlement se propage de manière sphérique dans l'air. On considère que la puissance reste constante au cours de sa propagation.

4. Donner l'expression de l'intensité sonore perçue à une distance R du loup.
5. En déduire l'expression du niveau sonore L à cette distance R.
6. Peut-on entendre le cri du loup à une distance de 1 km ? 10 km ?

3 – Atténuation

Définition : Atténuation sonore

Un son est atténué lorsqu'on s'éloigne de la source ou lorsqu'on place entre la source et l'observateur un obstacle. Soit L le niveau sonore de référence et L' le niveau sonore atténué. L'atténuation sonore A se calcule avec la relation :

$$A = L - L' \text{ où } A = 10 \times \log\left(\frac{I}{I'}\right)$$

Démonstration : .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Données :

Les propriétés du log () :

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

$\log(a/b) = \log a - \log b$

$\log a^n = n \log a$

si $x = \log(y)$ alors $y = 10^x$

Valeurs particulières :

$\log(1) = 0$

$\log(10) = 1$

Exercice 6 : Du bruit dans l'atelier

Une machine dans un atelier a un niveau sonore $L_1 = 72\ dB$ pour un observateur placé à 5.0 m de distance.

1. Déterminer l'intensité sonore I_1 correspondante.
2. Calculer le nouveau niveau sonore L_2 perçu si une deuxième machine identique se met en marche à la même distance.
3. En fermant alors la porte entre l'observateur et les deux machines en marche, la nouvelle intensité sonore perçue par l'observateur n'est plus que de $2.0 \times 10^{-6}\ \text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. En déduire la valeur de l'atténuation du son.

A connaitre

Il existe deux types d'atténuation sonores :

- **Atténuation géométrique** : correspond à la diminution de l'intensité sonore dû à l'éloignement de la source.
- **Atténuation par absorption** : correspond à la diminution de l'intensité sonore lorsque le son traverse un milieu absorbant.