

LES ONDES

Prérequis : Cours de Physique chimie de première sur les [ondes EM](#) terminale sur les [ondes EM](#) et cours sur [les oscillations](#) en spcl

1. Notion d'ondes

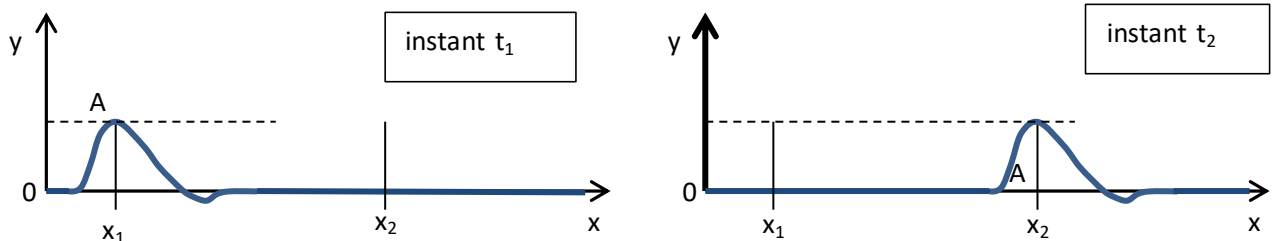
a. Définitions

- On appelle **onde**, une déformation qui se propage, celle-ci résultant d'une perturbation.
- Le point où se crée la perturbation s'appelle la source de l'onde.
- Une onde est progressive si elle se propage dans un milieu ouvert, progressant indéfiniment tant que l'énergie qu'elle transporte se conserve.
- On appelle onde mécanique progressive le phénomène de propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel élastique sans transport de matière.

b. Représentation d'une onde

Représenter les évolutions temporelle et spatiale du phénomène observé.

Une perturbation est créée sur une corde

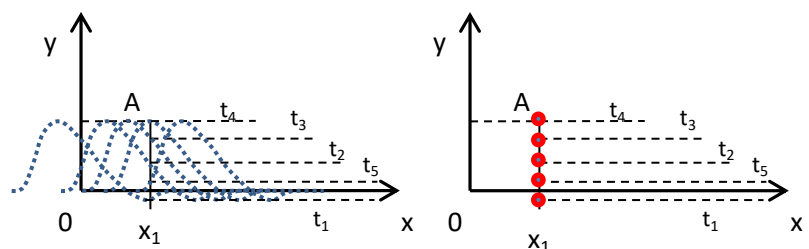


A l'instant t1 le point x1 de la corde est à l'amplitude maximum de la corde tandis que le point x2 a une amplitude nulle.

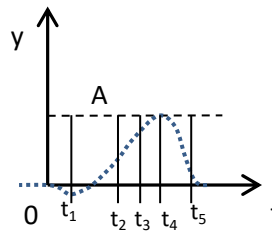
A l'instant t2 le point x1 de la corde a une amplitude nulle tandis que le point x2 est à l'amplitude maximum de la corde.

- **Les représentations ci-dessus sont des représentations spatiales à des instants différents de la corde car on a une représentation de la corde selon l'axe Ox.**

Si on ne s'intéresse qu'au point x1 de la corde on constate qu'il passe d'une amplitude nulle à l'amplitude 1 (négative) puis 2 puis 3 puis 4 (maxi) avant de redescendre à l'amplitude 5.



- On peut réaliser comme ci-contre une représentation temporelle de l'onde au point x_1 comme ci-contre car on a une représentation du point selon l'axe Ot :



c. Célérité d'une onde

Mesurer un retard, une célérité.

- On appelle **retard (τ)** d'une **onde la durée qu'elle met pour passer de la position x_1 à x_2 : $\tau = t_2 - t_1$.**
- On appelle **célérité d'une onde la vitesse de propagation de l'onde dans son milieu**

$$v = \frac{d}{\tau} = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1} .$$
- La matière ne se déplace pas dans le sens de la propagation de l'onde, seule l'énergie se déplace. Aussi ne parle-t-on pas de vitesse de l'onde mais de célérité de l'onde.

d. Propriété de la célérité :

Analyser la propagation d'une perturbation dans un milieu élastique unidimensionnel.

Réalisation d'une expérience de mesure de la célérité d'une onde dans plusieurs matériaux différents.

La célérité d'une onde dépend des caractéristiques du milieu de propagation.

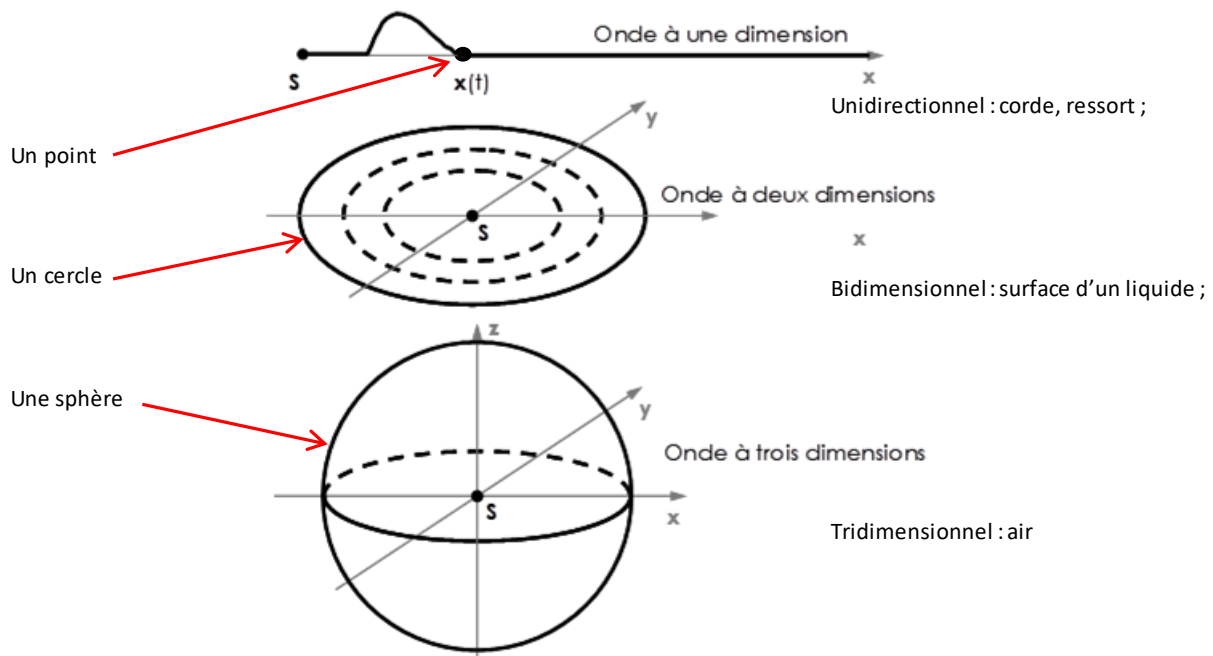
- Plus l'inertie du milieu est grande, c'est-à-dire plus il est difficile de le mettre en mouvement, plus la célérité de l'onde est faible.
- la célérité de l'onde est d'autant plus grande que le milieu est rigide ou que la corde est tendue.
- En altitude (température et pression de l'air faible) la célérité du son est plus faible.

2. Propriétés des ondes

a. Dimensions des ondes

Les ondes selon le milieu de propagation peuvent être à 1, 2 ou 3 dimensions.

L'ensemble des points atteints par l'onde à l'instant t est appelé **front d'onde** :



b. Type d'ondes

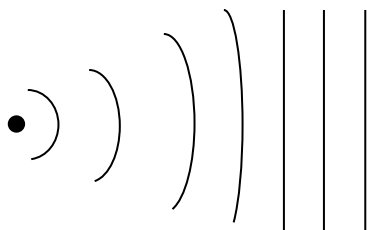
Distinguer onde transversale et onde longitudinale, onde plane et onde sphérique.

Voir sur l'ENT les animations sur différents types d'ondes et de dimension différentes.

- Déformation **perpendiculaire** à la direction de la propagation $\Rightarrow$ **onde transversale** (tremblement de Terre en surface, vague ...) ;
- Déformation dans la direction de la propagation $\Rightarrow$ onde longitudinale (son, tremblement de Terre (onde de corps) ...).

c. Forme d'ondes

- **Ondes planes** (vagues dues au vent, mascaret ...) ;
- **Ondes sphérique** (son, vaguelette lors du jeté d'un caillou ...)
- Remarque une onde sphérique lorsqu'elle est très éloignée de la source est plane.



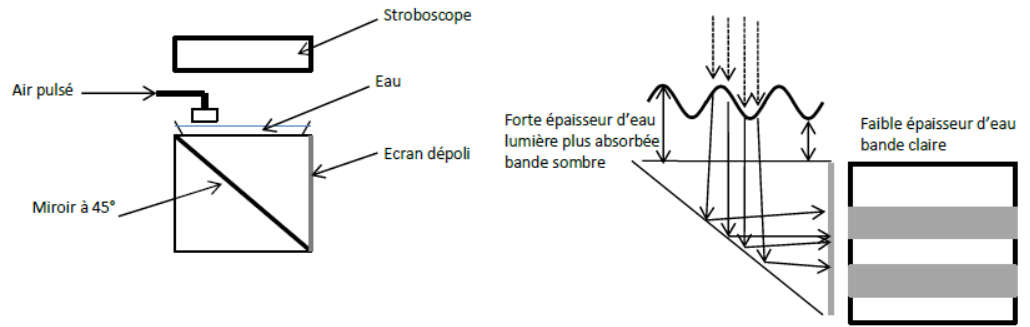
3. Ondes progressives périodiques

Définition

Des ondes progressives sont périodiques si un système entretient la source (les gouttes d'une fuite tombant sur une flaque pour les ondes mécaniques, un émetteur pour les ondes électromagnétiques).

a. Activité sur la cuve à ondes

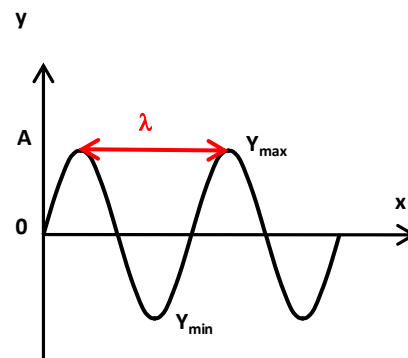
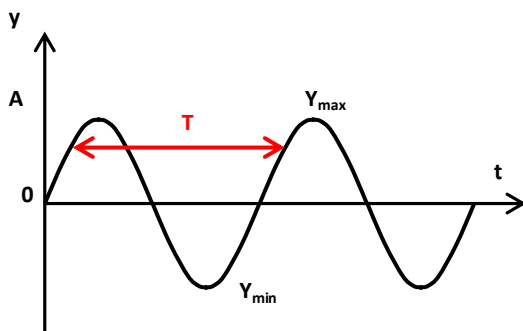
Schématisation d'une cuve à ondes.



Le stroboscope envoie la lumière à la même fréquence que l'air pulsé. La différence de couleur est due à la différence d'épaisseur de la lame d'eau.
La distance entre 2 bandes sombres correspond à la longueur d'onde λ .

b. Grandeurs physiques d'une onde

Expliciter la signification des différentes grandeurs physiques intervenant dans le modèle d'une onde progressive sinusoïdale, unidimensionnelle et leur lien avec le sens de propagation.
Citer et exploiter la relation entre fréquence, longueur d'onde et célérité.
Citer le lien entre l'amplitude d'une grandeur vibratoire et la puissance moyenne transportée par une onde.



Représentation temporelle

représentation spatiale

Représentation d'1 point au cours du temps
même instant de plusieurs points de l'onde

Représentation au

Une onde par exemple électromagnétique a une expression mathématique de la forme suivante : $u(x,t) = \hat{U} \cos(2\pi f(t - \frac{x}{c}))$ (cette relation n'est pas à connaître).

➤ **La période T (dite période temporelle) : durée au bout de laquelle la perturbation se répète.**

➤ **La fréquence f : nombre de fois que la perturbation se répète ; $f = \frac{1}{T}$ avec T en seconde pour avoir f en Hertz.**

➤ **La longueur d'onde λ (dite période spatiale) : distance parcourue par l'onde en une période T , son unité est le mètre ;** Elle est liée à la célérité de l'onde (c ou v) par la relation :

$$c = v = \frac{\text{distance parcourue}}{\text{durée du parcours}} = \frac{\lambda}{T} \quad \text{donc } \lambda = c \cdot T = \frac{c}{f}.$$

➤ L'amplitude A correspond à la différence entre les écarts maxi et mini par rapport à la position sans onde (le zéro) divisée par 2 ;

$$A = \frac{Y_{\max} - Y_{\min}}{2}.$$

Plus une perturbation est importante et plus son amplitude sera élevée.

➤ Puissance et énergie

L'énergie E transportée par une onde mécanique dépend du carré de l'amplitude de l'onde.

Plus A est grande plus E est grande et plus la puissance moyenne (P) transportée sera grande : $P = \frac{E}{t}$.

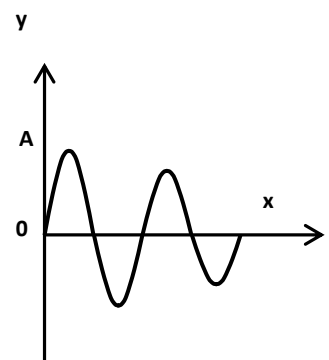
Pour une onde périodique quelle qu'elle soit la puissance moyenne est proportionnelle au carré de l'amplitude : $P = k \cdot A^2$

➤ L'intensité d'une onde : c'est la puissance moyenne transférée par unité de surface perpendiculaire à la propagation d'énergie : $I = \frac{P}{S}$,

S est la section transversale à travers laquelle l'onde se propage.

➤ L'atténuation de l'onde : **en s'éloignant de la source le front d'onde augmente et comme l'énergie totale de l'onde se conserve l'intensité et par conséquent l'amplitude diminuent c'est le phénomène d'atténuation de l'onde.**

- A diminue comme l'inverse de la distance à la source ;
- I diminue comme l'inverse du carré de la distance à la source.



Remarques :

- **L'atténuation est différente de l'amortissement qui est un phénomène lié à la non conservation de l'énergie.**

- Dans le cas d'onde à 1 dimension le front d'onde est un point donc la surface n'augmente pas, il n'y a donc pas d'atténuation.