

LES ONDES

I Les ondes progressives

1. Définition

On appelle **onde progressive** le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière.

Une onde progressive transporte de l'énergie mais pas de matière.

Une onde électromagnétique (comme la lumière) n'a pas besoin d'un milieu matériel pour se propager. Une onde mécanique a besoin d'un support matériel pour se propager (onde sismique, onde sonore).

Exemple : onde mécanique à la surface d'un lac \neq déplacement d'un bateau à la surface d'un lac
Après le passage de l'onde, le milieu reprend sa forme initiale.

2. Vitesse de propagation ou célérité d'une onde

On parle de vitesse lorsqu'on parle d'un objet matériel qui se déplace, hors une onde se déplace **sans transport de matière**, on parle alors de **célérité** d'une onde.

La célérité (ou vitesse de propagation) v d'une onde progressive est donnée par la relation :

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

v en m.s^{-1}

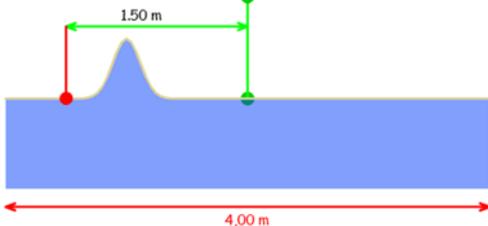
d distance parcourue par la perturbation en m

Δt durée en s pour parcourir la distance d

3. Notion de retard (animation ENT corde ou vague)

On suppose ici que la perturbation se propage **sans déformation**. Il est donc possible de déterminer précisément sa position à tout instant. Animation ENT

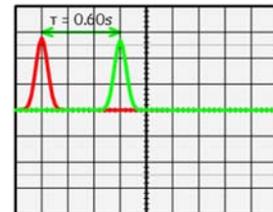
À l'instant t_A , la perturbation est en A. À l'instant t_B , elle sera en B. La perturbation s'est déplacée d'une distance $d=AB$ entre les deux instants t_A et t_B . Le point B reproduit exactement le mouvement du point A avec un retard $\tau = t_B - t_A$.



Enregistrement à l'oscilloscope du mouvement des bouchons rouge et vert en fonction du temps.

1 div horizontale : 0,20s

? D.L. MdB

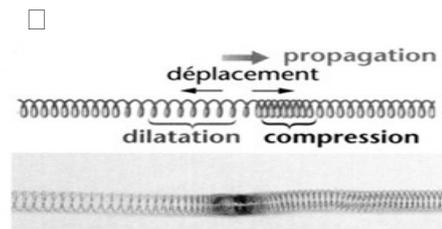


Le retard τ est la durée mise par l'onde pour se propager de A à B : $\tau = \frac{AB}{v}$ où v est la célérité de l'onde.

4. Onde longitudinale, onde transversale

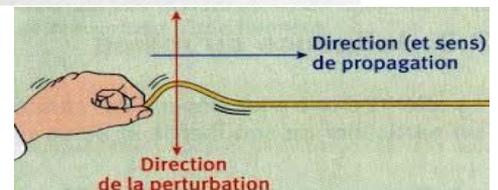
On dit que l'onde est **longitudinale** lorsque la direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

exemple : ressort



On dit que l'onde est **transversale** lorsque la direction de la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation de l'onde.

exemple : à la surface de l'eau, corde



II Les ondes progressives périodiques

1. Définition

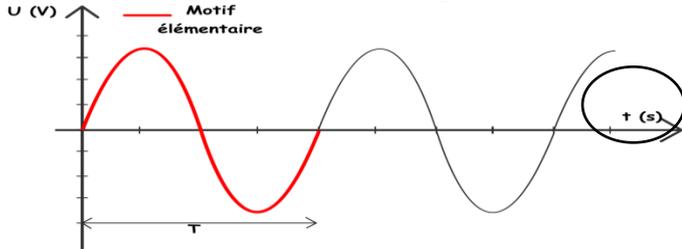
Une onde progressive est dite périodique si la perturbation qu'elle génère en un point est périodique.

Exemple : onde progressive sinusoïdale

2. Double périodicité : périodicité temporelle et périodicité spatiale des ondes sinusoïdales

- **La période temporelle T** d'une onde progressive périodique est la plus petite durée au bout de laquelle un point se trouve dans le même état vibratoire.

On la détermine sur un oscillogramme représentant le signal en fonction du temps.



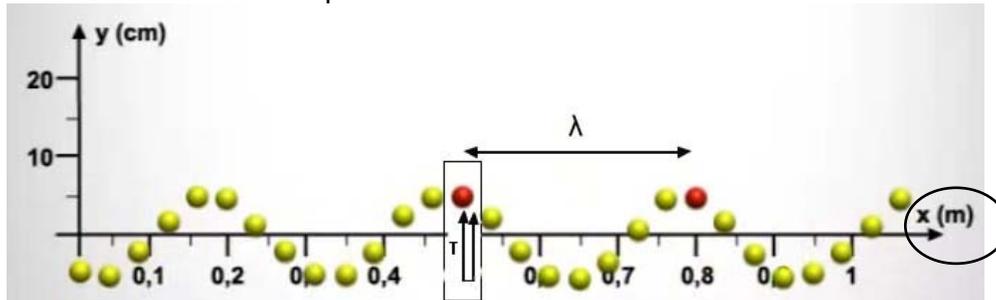
ici l'onde est périodique sinusoïdale, son expression en fonction du temps est :

$$u(t) = A \times \cos\left(\frac{2\pi t}{T} - \varphi\right)$$

A est l'amplitude ou valeur maximale
T est la période

La fréquence f d'une onde périodique est telle que $f = \frac{1}{T}$. f s'exprime en Hz et T en s.

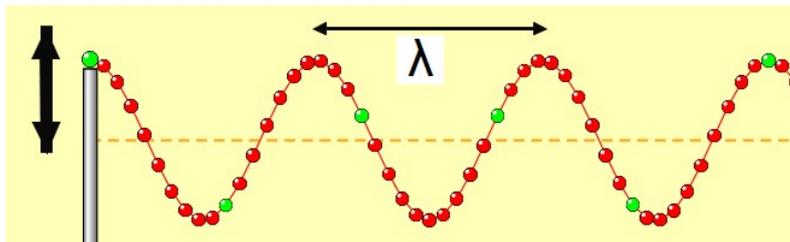
- **La période spatiale** appelée **longueur d'onde**, d'une onde progressive périodique se détermine sur une représentation dans l'espace de l'onde (photo) et c'est la **longueur** du motif qui se répète. La longueur d'onde se note λ et s'exprime en m.



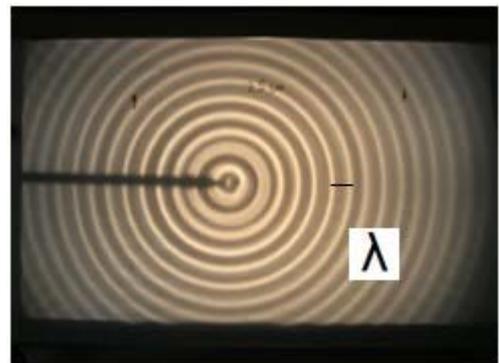
Les billes rouges espacées d'une longueur d'onde vibrent en phase.

La période temporelle T correspond ici à la durée que met la bille rouge à revenir à sa position initiale.

On peut la mesurer directement sur une figure représentant la propagation de l'onde dans un milieu matériel à une ou 2 dimensions:



Perturbation sinusoïdale sur une corde



Cuve à onde,
surface de l'eau perturbée périodiquement

La longueur d'onde est aussi la distance parcourue par l'onde pendant une période.

Les périodes spatiales et temporelles d'une onde sinusoïdale sont liées par la relation : $\lambda = v \times T$.

λ en m, T en s, v la célérité de l'onde en m.s⁻¹.

Remarque : La fréquence (ou la période) d'une onde sinusoïdale ne dépend pas du milieu de propagation. Mais la célérité de l'onde en dépend.

Donc la longueur d'onde dépend du milieu de propagation.