

Ondes - Chapitre 1 : Introduction aux ondes

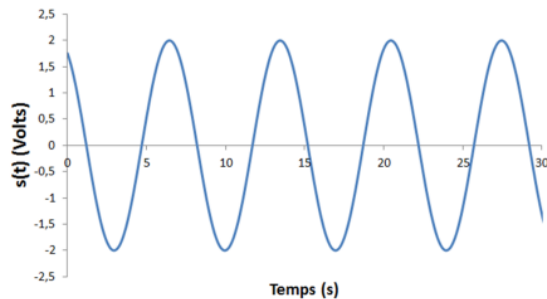
Ce qu'il faut retenir...

SIGNAL

Signal = grandeur physique, mesurable et pouvant varier avec le temps, qui transporte une information depuis une source vers un destinataire.

Signal sinusoïdal: $s(t) = S_{max} \cdot \cos(\omega t + \varphi)$

- ✓ S_{max} = l'amplitude du signal sinusoïdal,
- ✓ ω représente la pulsation du signal sinusoïdal : $\omega = 2\pi f = 2\pi/T$
- ✓ $\omega t + \varphi$ représente la phase instantanée (phase à l'instant t).
- ✓ φ représente la phase à l'origine (valeur liée au choix de l'origine des temps)



Exemples

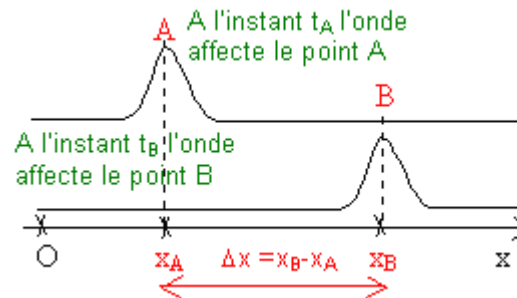
- ✓ *Signal acoustique* : le domaine de fréquences acoustiques audibles est compris entre 20Hz et 20kHz.
- ✓ *Signal électromagnétique* : domaine du visible très étroit et autour de $5 \cdot 10^{14}$ Hz, au-dessous : domaine de l'infrarouge, au-dessus : domaine de l'ultraviolet.
- ✓ La fréquence des signaux assurant le transport de l'énergie électrique sur les lignes à haute tension en Europe est de 50 Hz.

PROPAGATION D'UN SIGNAL : ONDE PROGRESSIVE

Une onde est un phénomène physique observé lorsqu'un système subit une perturbation pouvant se propager.

Onde progressive : elle se propage dans l'espace d'un point à un autre, dans un seul sens.

Elle transporte de l'énergie mais pas de matière, à partir d'une source, dans toutes les directions offertes et avec une vitesse donnée appelée célérité. La célérité est une propriété du milieu.

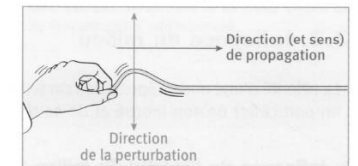


$$\text{Célérité} : v = \frac{x_B - x_A}{t_B - t_A}$$

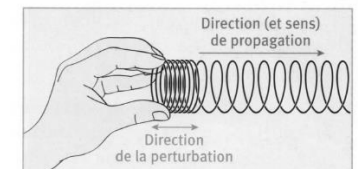
Retard de l'onde entre A et B :

$$\tau = t_B - t_A = \frac{\Delta x}{v}$$

Onde transversale : la direction de la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation.



Onde longitudinale : la direction de la perturbation est la même que celle de la propagation.



Une onde électromagnétique est associée aux variations du champ électromagnétique et peut se propager dans le vide. (ex : lumière visible)

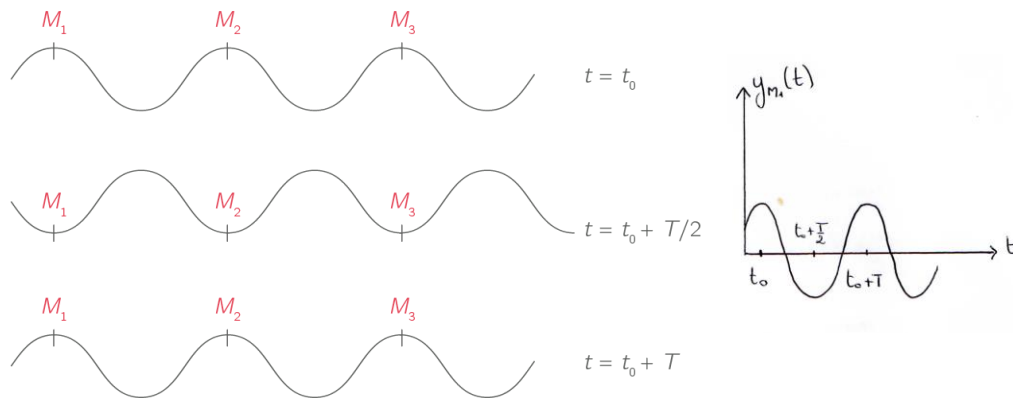
Une onde mécanique est associée à la déformation d'un milieu matériel et a besoin d'un milieu matériel pour se propager. (ex : le son, onde le long d'une corde ou d'un ressort)

ONDE PROGRESSIVE SINUSOÏDALE :

Signal au niveau de la source : $y_S(t) = Y_{\max} \cos(\omega t + \varphi)$.

Une onde progressive sinusoïdale se propage alors dans le milieu à la vitesse v .

Double périodicité :



- ✓ **Périodicité temporelle ou période T** = intervalle de temps le plus petit bout duquel chaque point se retrouve dans le même état.

Si c dépend de la fréquence de l'onde, $f = 1/T$, on dit que le milieu est dispersif.

- ✓ **Périodicité spatiale ou longueur d'onde λ** : distance la plus petite entre 2 points vibrant en phase.

2 points distants de $p\lambda$ ($p \in \mathbb{Z}$) vibrent en phase.

2 points distants de $(2p+1)\lambda/2$ ($p \in \mathbb{Z}$) vibrent en opposition de phase.

La longueur d'onde est la distance parcourue par l'onde pendant T :

$$\lambda = vT$$

Description mathématique :

Supposons une propagation dans le sens des x croissants, la source étant située en $x = 0$.

Un point M d'abscisse x se retrouve dans le même état que la source après un retard $\tau = x/v$, durée nécessaire à l'onde pour parcourir la distance séparant S et M :

$$y_M(t) = y_S(t - \tau) = Y_{\max} \cos\left(\omega\left(t - \frac{x}{v}\right) + \varphi\right) = Y_{\max} \cos\left(2\pi\left(\frac{t}{T} - \frac{x}{\lambda}\right) + \varphi\right).$$

Remarque : on appelle vecteur d'onde $k = 2\pi/\lambda$