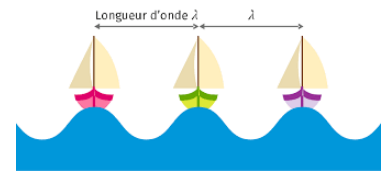
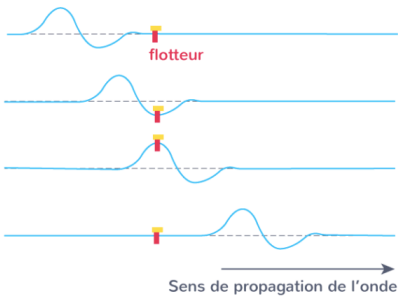


# Chapitre 14 : Les ondes mécaniques



## I- Qu'est-ce qu'une onde mécanique progressive ?

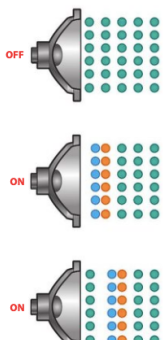
### 1- Les ondes mécaniques progressives à l'échelle macroscopique



Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu matériel élastique, sans transport de matière, mais avec transport d'énergie.

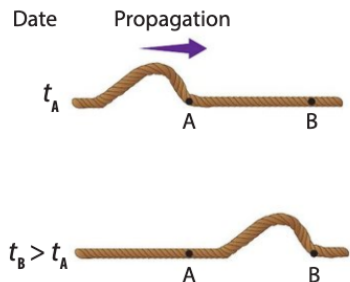
La position d'un point du milieu matériel est repérée par son élongation. L'élongation maximale est l'amplitude de l'onde.

Exemples d'onde mécanique	Onde le long d'une corde	Onde le long d'un ressort	Onde sonore dans l'air
Milieu élastique de propagation	Corde	Ressort	Air
Élongation (grandeur physique qui varie)	Distance d'un point de la corde par rapport à sa position de repos	Distance de la position d'une spire par rapport à sa position de repos	Pression de l'air par rapport à la pression moyenne



### 2- Les ondes mécaniques progressives à l'échelle microscopique

Une onde mécanique progressive est la manifestation macroscopique de la modification des interactions microscopique entre les entités du milieu matériel. Écartées de leur équilibre, elles sont soumises à des interactions qui se propagent de proche en proche.



> La perturbation atteint le point A à la date  $t_A$  puis atteint le point B à la date  $t_B$  avec un retard  $\Delta t = t_B - t_A$ . Pour une célérité  $v$ , ce retard est

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



### 3- La célérité d'une onde

La célérité  $v$  (ou  $c$ ) d'une onde est la valeur de sa vitesse de propagation.

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

$v$  s'exprime en  $m \cdot s^{-1}$   
 $d$  en  $m$   
 $\Delta t$  en  $s$

C'est le rapport entre la distance  $d$  de propagation de l'onde et la durée  $\Delta t$  de propagation (ou retard) :

La célérité d'une onde dépend du milieu matériel dans lequel l'onde se propage.

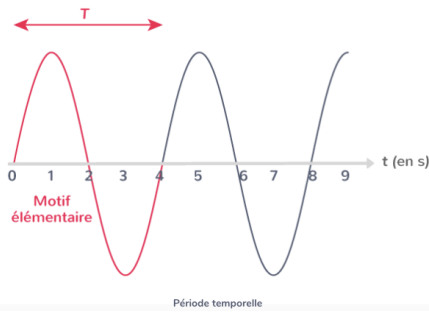
Exemples d'applications de cette relation :

<p>– la localisation de l'épicentre d'un séisme</p>	<p>– la prévision de l'arrivée d'un tsunami</p> <p>2003, 2004 et 2006 : les éruptions de Montserrat et un séisme aux Saintes génèrent des tsunamis avec des vagues atteignant jusqu'à 2 m en Guadeloupe en moins d'une dizaine de minutes.</p>	<p>– l'exploration des organes lors d'une échographie</p>
---	--	---

## II- Qu'est-ce qu'une onde mécanique périodique ?

### 1- La double périodicité d'une onde périodique

#### La périodicité dans le temps :



La période temporelle T d'une onde de périodique, appelée simplement période, est la plus petite durée au bout de laquelle la perturbation se répète en un point donné du milieu matériel.

La fréquence f de l'onde est le nombre de répétition de la perturbation par seconde :

$$f = \frac{1}{T} \quad \begin{array}{l} f \text{ s'exprime en Hz} \\ T \text{ en s} \end{array}$$

#### Exemple :

Ici, on a  $T = 4 \text{ s}$

Calculons  $f$  :  $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{4} = 0,25 \text{ Hz}$

#### La périodicité dans l'espace :

La périodicité spatiale  $\lambda$  (lambda) d'une onde périodique, appelée longueur d'onde, est la plus petite distance, mesurée suivant la direction de propagation, qui sépare deux points du milieu matériel dans le même état vibratoire à un instant donné.

La périodicité spatiale  $\lambda$  correspond aussi à la distance parcourue par l'onde pendant une durée T.

Ainsi,  $\lambda = v \times T$ .



### 2- La relation entre la période, la longueur d'onde et la célérité

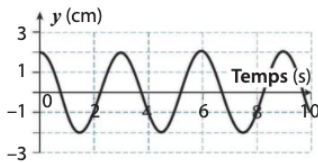
Une onde périodique de célérité  $v$  parcourt une distance égale à la longueur d'onde  $\lambda$  pendant une durée égale à la période  $T$  :

$$v = \frac{\lambda}{T} \quad \begin{array}{l} v \text{ s'exprime en m.s}^{-1} \\ \lambda \text{ en m} \\ T \text{ en s} \end{array}$$

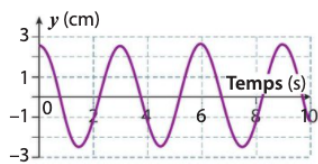
### 3- Les ondes mécaniques sinusoïdales

Une onde est sinusoïdale lorsque l'élongation de tout point du milieu de propagation est une fonction sinusoïdale du temps. Elle est caractérisée par sa période et par son amplitude (élongation maximale).

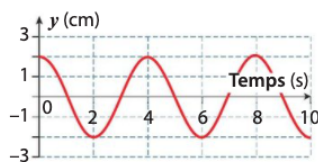
a.  $A = 2 \text{ cm}$   $T = 3 \text{ s}$   $\phi = 0 \text{ rad}$



b.  $A = 2,5 \text{ cm}$   $T = 3 \text{ s}$   $\phi = 0 \text{ rad}$



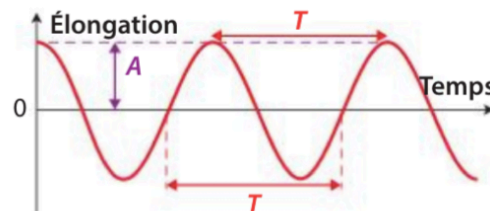
c.  $A = 2 \text{ cm}$   $T = 4 \text{ s}$   $\phi = 0 \text{ rad}$



Expression et représentation de l'élongation :

Dans le temps :

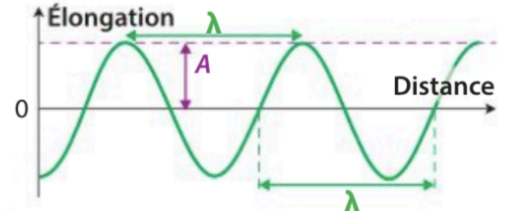
$$y(t) = A \cos\left(\frac{2\pi}{T} \times t + \phi\right)$$



$A$  est l'amplitude,  $T$  est la période,  $\lambda$  est la longueur d'onde,  $\phi$  et  $\phi'$  sont les phases à l'origine  
Une modification des caractéristiques de l'onde,  $A$  ou  $T$  (ou  $\lambda$ ) ou  $\phi$  (ou  $\phi'$ ) change la représentation de cette onde.

Dans l'espace :

$$y(x) = A \cos\left(\frac{2\pi}{\lambda} \cdot x + \phi'\right)$$



Rappels :  $\cos(0) = 1$  ;  $\cos(\pi) = -1$  ;  $\cos(2\pi) = 1$