

# Chapitre 15

## Ondes mécaniques

---

<b>15.1 Ondes mécaniques progressives</b> . . . . .	<b>110</b>
15.1.1 Définition . . . . .	110
15.1.2 Célérité de l'onde . . . . .	111
15.1.3 Retard . . . . .	111
<b>15.2 Onde mécanique périodique</b> . . . . .	<b>111</b>
15.2.1 Période et fréquence de l'onde . . . . .	112
15.2.2 Longueur d'onde . . . . .	112

---

CE chapitre est consacré au domaine de la physique des ondes. Il y a deux grandes familles d'ondes au programme du lycée : les ondes électromagnétiques et les ondes mécaniques. Seules les ondes mécaniques seront étudiées ici, en commençant par définir les ondes mécaniques progressives, avec toutes les grandeurs physiques utiles pour les décrire. Puis il sera vu le cas des ondes périodiques, avec notamment les notions de période temporelle et de période spatiale.

## 15.1 Ondes mécaniques progressives

### 15.1.1 Définition

Une onde mécanique est générée dans un milieu lorsqu'une perturbation mécanique (un mouvement, une poussée...) est appliquée localement sur la matière. Selon la compressibilité du milieu, les molécules ainsi perturbées vont transmettre de proche en proche aux molécules voisines cette perturbation. La répercussion sur les molécules voisines s'estompe au fur et à mesure de la propagation de l'onde du fait de la dissipation progressive de l'énergie qui peut être en partie absorbée et/ou convertie sous une autre forme (phénomène similaire aux frottements qui dissipent l'énergie mécanique d'un système en mouvement).

Au passage d'une onde mécanique, il est très important de noter que la matière est localement déplacée, mais elle revient à sa position initiale une fois l'onde passée. Il y a donc un transport d'énergie avec l'onde, mais pas de transport de matière.

#### Onde mécanique progressive

Une **onde mécanique progressive** correspond à la propagation d'une perturbation mécanique dans un milieu matériel, avec transport d'énergie mais sans transport de matière.

**Exemples :** Le son est une onde mécanique, tout comme les vagues, les ondes sismiques, le ressort que l'on étire (ou compresse) ou encore la corde que l'on tire d'un coup sec vers le haut.



**Figure 15.1** – Photo montrant l'aspect ondulatoire de la houle en mer. (source : <https://surflanka.me/wp-content/uploads/2015/07/Point-break.jpg>)

## Onde longitudinale ou transversale

Lorsque la perturbation se fait dans la même direction que la propagation, on parle d'**onde longitudinale**.

Si la perturbation se fait dans une direction perpendiculaire à celle de la propagation, alors on parle d'**onde transversale**.

## 15.1.2 Célérité de l'onde

La **célérité** d'une onde mécanique est sa vitesse de propagation. Elle dépend des propriétés physiques du milieu dans lequel l'onde se propage, comme la densité, mais aussi la température.

## Célérité d'une onde mécanique

La **célérité**  $c$  d'une onde dans un milieu dont les propriétés physiques sont stables et homogènes, est donnée par le rapport entre la distance  $d$  que parcourt l'onde pendant une durée  $\Delta t$  :

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

$c$  la vitesse de l'onde (en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ )

$d$  la distance (en m)

$\Delta t$  la durée (en s)

## 15.1.3 Retard

Du fait de sa propagation à une vitesse limitée, l'onde met un certain temps pour aller d'un point  $A$  à un point  $B$ . Ainsi, si l'on déclenche un chronomètre à l'instant  $t_1$  lorsque l'onde arrive au point  $A$  et qu'on l'arrête à l'instant  $t_2$  lorsqu'elle arrive au point  $B$ , on mesure une durée que l'on appelle le **retard**, noté  $\tau = t_2 - t_1$ .

## Retard

Le **retard**  $\tau$  (en s) est la durée qu'il faut à une onde pour aller d'un point  $A$  à l'instant  $t_1$  à un point  $B$  à l'instant  $t_2$ .

$$\tau = t_2 - t_1$$

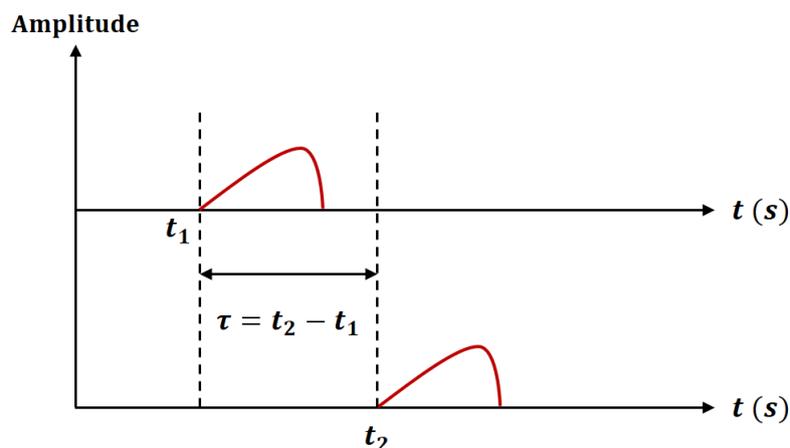


Figure 15.2 – Schéma modélisant le retard d'une onde entre deux points de passage.

## 15.2 Onde mécanique périodique

Lorsque la perturbation est appliquée de manière périodique au milieu, l'onde générée est alors elle-même périodique.

### 15.2.1 Période et fréquence de l'onde

#### Période et fréquence

Pour une onde périodique on définit la **période temporelle**  $T$  comme l'intervalle de temps séparant deux motifs répétés identiquement de l'onde. La **fréquence** de l'onde est l'inverse de la période.

$$f = \frac{1}{T}$$

$T$  la période (en s)

$f$  la fréquence (en Hz)

### 15.2.2 Longueur d'onde

#### Longueur d'onde

Pour une onde périodique on définit la **période spatiale**  $\lambda$ , appelée aussi **longueur d'onde**, comme l'intervalle spatial séparant deux motifs répétés identiquement de l'onde. La période temporelle  $T$  et la longueur d'onde  $\lambda$  sont reliées par la célérité de l'onde :

$$\lambda = c \times T = \frac{c}{f}$$

$T$  la période (en s)

$f$  la fréquence (en Hz)

$c$  la célérité (en  $\text{m.s}^{-1}$ )

$\lambda$  la longueur d'onde ( en m)

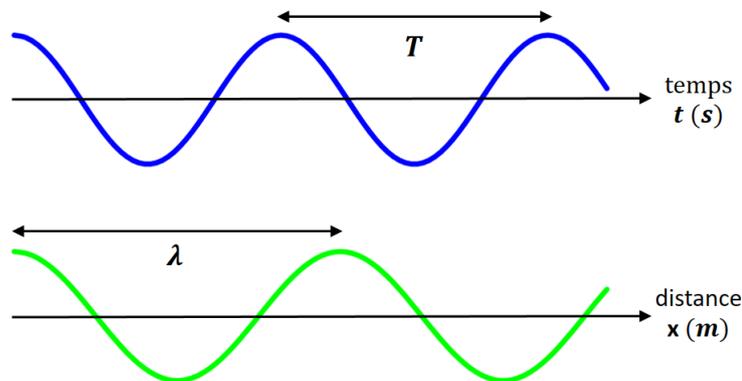


Figure 15.3 – Périodicité spatiale et temporelle d'une onde.

**Propriété :** Lorsqu'une onde passe d'un milieu 1 à un milieu 2, sa **fréquence ne change pas** (donc sa période non plus). En revanche, la longueur d'onde et la célérité sont modifiées.