

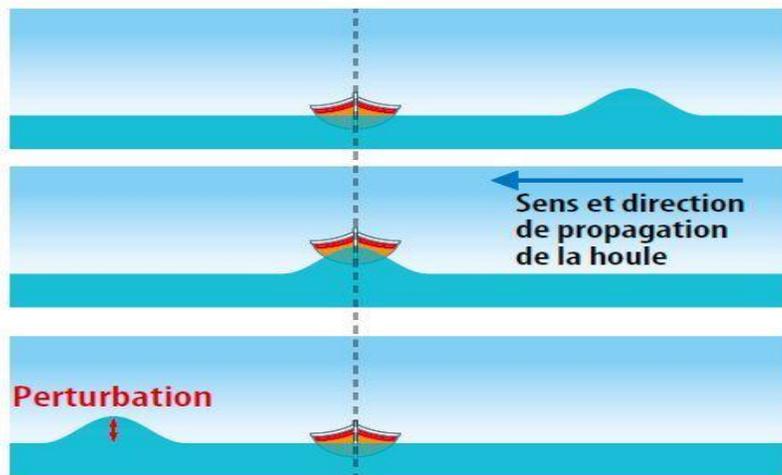
# Spé Phy 1<sup>ère</sup> – Chapitre 17 - Ondes mécaniques

## A) Ondes mécaniques progressives

### 1) Définitions

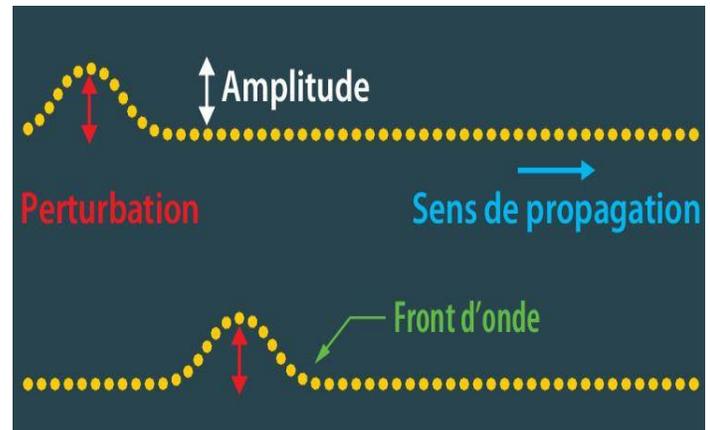
- On appelle onde mécanique progressive le **phénomène de propagation d'une perturbation, dans un milieu matériel, sans transport de matière mais avec transport d'énergie.**
- Si l'onde mécanique se propage dans un milieu matériel élastique, il reprendra sa forme initiale après avoir subi le passage de l'onde. Lors de la propagation de l'onde, il y a **modification locale et temporaire des propriétés mécaniques** (pression, position, densité ...) des éléments du milieu de propagation.

#### Doc. 1. Propagation d'une vague à la surface de l'eau



© Belin Éducation/Humensis, 2019 Physique Chimie 1re  
© Marse

#### Doc. 2. Propagation d'une perturbation le long d'une corde dans une dimension.



© Belin Éducation/Humensis, 2019 Physique Chimie 1re  
© Marse

► L'**amplitude** d'une onde correspond à la déformation maximale du milieu matériel par rapport à son état d'équilibre.

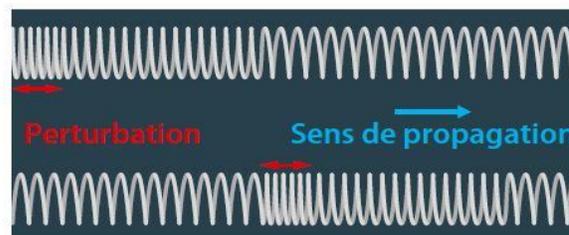
► On appelle **front d'onde** le début de la perturbation.

### 2) Ondes transversale et longitudinale

- Une onde est **transversale** si la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation (Onde le long d'une corde (doc 2), à la surface de l'eau).
- Une onde est **longitudinale** si la perturbation est parallèle à la direction de propagation (ondes sonores, onde le long d'un ressort).

[http://phys23p.sl.psu.edu/phys\\_anim/waves/Trans\\_n\\_Long.mp4](http://phys23p.sl.psu.edu/phys_anim/waves/Trans_n_Long.mp4)

#### Doc. 3. Onde longitudinale :



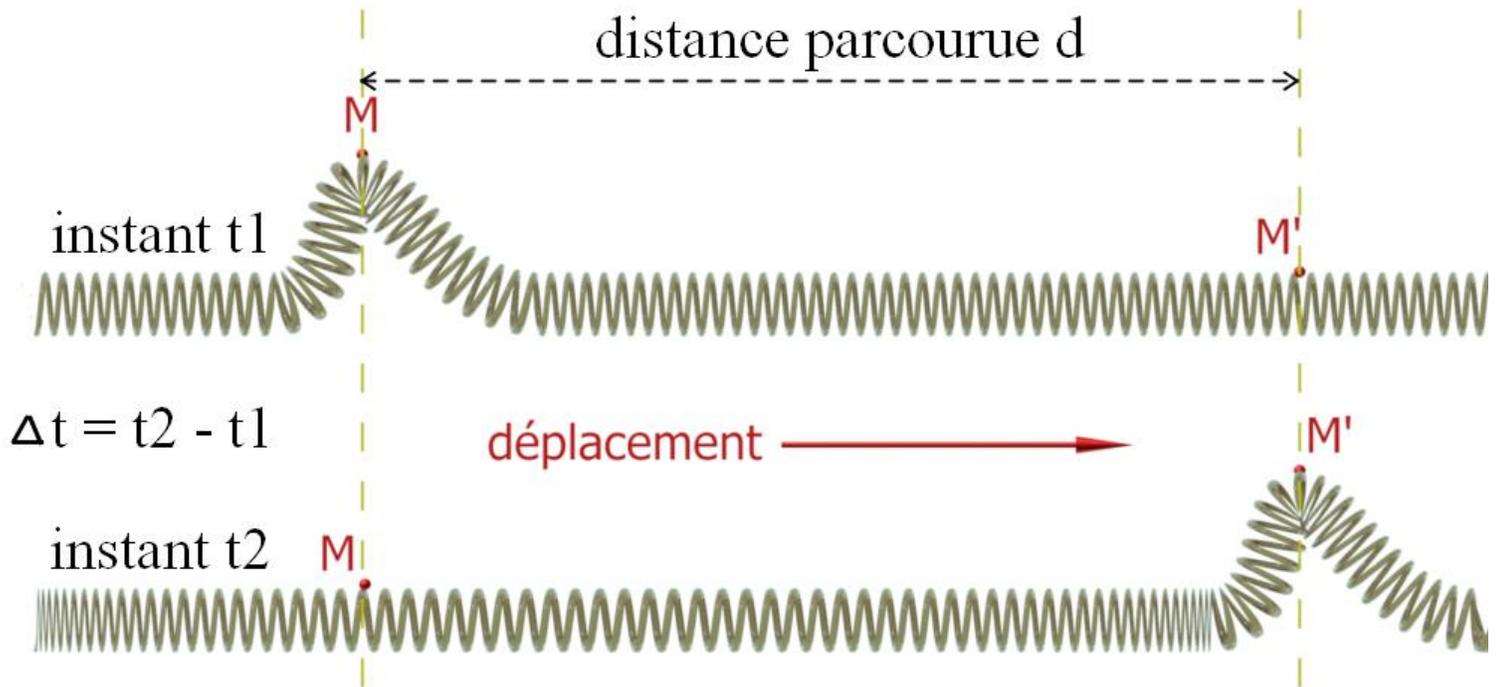
© Belin Éducation/Humensis, 2019 Physique Chimie 1re

## B) Célérité d'une onde progressive

► Une perturbation, créée en un point source S, atteint le point M de l'espace à la date  $t_1$  et le point M' à la date  $t_2$  (**doc. 4**). Le **retard** du point M' par rapport au point M est  $\tau = t_2 - t_1$  (en secondes). Pendant cette durée  $\tau$ , la perturbation a parcouru la distance  $d = x_{M'} - x_M$  (en mètres). L'onde se propage alors à la célérité (vitesse de propagation) :

$$C_{\text{onde}} = \frac{x_{M'} - x_M}{t_2 - t_1}$$

**Doc. 4. Perturbation le long d'une corde entre les deux dates  $t_1$  et  $t_2$ .**



► La célérité d'une onde dépend du **type d'onde** et également du **milieu de propagation** (**doc. 5**). Plus le milieu est rigide (difficile à déformer), plus la célérité est grande. Dans un gaz, plus les particules du milieu sont légères, plus la célérité est grande.

**Doc. 5. Exemples de célérité du son à 20 °C en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  :**

Air	Hélium	Eau	Acier
340	900	1 500	5 000

## C) Ondes mécaniques périodiques

- Une onde est périodique si la perturbation imposée par la source se reproduit identique à elle-même à des intervalles de temps constants.
- Une onde périodique est sinusoïdale si la source impose une perturbation sinusoïdale.

### 1. Caractéristiques d'une onde périodique

- La période T est le temps au bout duquel le phénomène se reproduit identique à lui-même. **Au bout d'une période, chaque point d'un milieu affecté par une onde progressive périodique se retrouve dans le même état vibratoire.**

- La fréquence  $\nu$  (ou  $f$ ) est le nombre de périodes de l'onde pendant une seconde. Elle se déduit de la période par la relation suivante :  

$$\nu = \frac{1}{T}$$
 avec  $\nu$  en Hz et  $T$  en s.
- La longueur d'onde  $\lambda$  est la distance minimale séparant deux points du milieu qui vibrent en phase (qui sont dans le même état vibratoire en même temps).
- Une onde progressive périodique présente donc une double périodicité :
  - une périodicité temporelle de période  $T$  ;
  - une périodicité spatiale  $\lambda$ .

## 2. Célérité d'une onde périodique

- La relation entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la célérité  $c$ , et la période  $T$  d'une onde est :

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

Unités légales :  $c$  en  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$  ;  $T$  en s ;  $\lambda$  en m ;  $\nu$  en Hz.

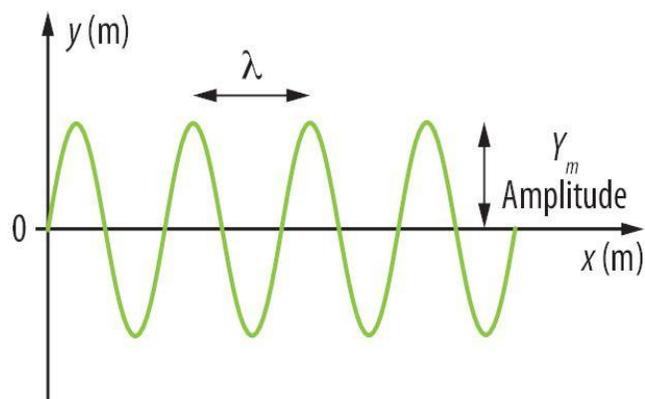
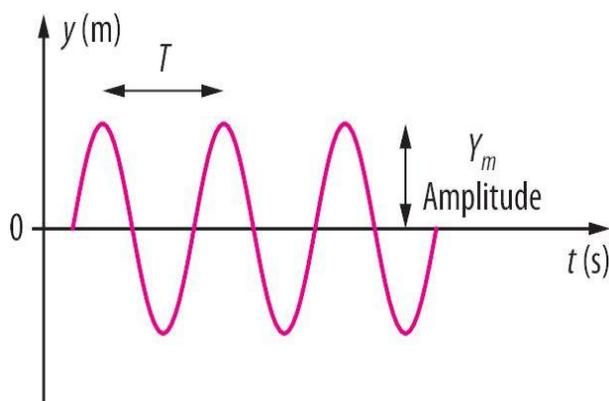
On retrouve cette relation facilement par une analyse dimensionnelle (analyse des unités) :  
 $c$  est une vitesse  $[L.T^{-1}] = \text{m/s}$  ;  $\lambda$  est une distance  $[L] = \text{m}$  et  $T$  est un temps  $[T] = \text{s}$

## D) Ondes sinusoïdales (maths)

► L'onde mécanique progressive périodique est dite **sinusoïdale** si la source vibre selon une **fonction sinusoïdale** du temps, de période  $T$ .

L'évolution **temporelle** de l'élongation  $y$  d'un point M d'abscisse  $x$  est une fonction sinusoïdale du temps :

$$Y(t) = Y_m \times \sin(2\pi/T \times t + \varphi_1)$$



L'évolution **spatiale** de l'élongation  $y$  d'un point est une fonction sinusoïdale de l'abscisse  $x$  :

$$Y(x) = Y_m \times \sin(2\pi/\lambda \times x + \varphi_2)$$

[la fonction sin doit être prise en rad]