

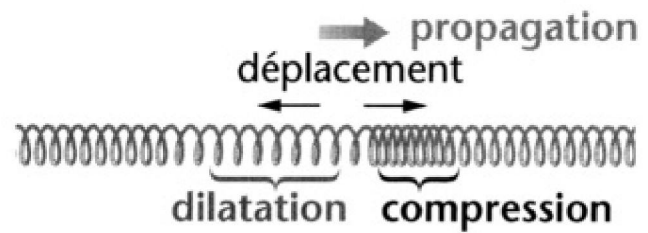
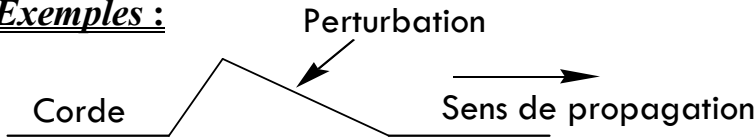
Les ondes mécaniques progressives

1) Notion de perturbation :

Animation N°1

Une perturbation est une modification locale et temporaire d'une propriété ou des propriétés d'un milieu.

Exemples :



2) Définition d'une onde mécanique progressive :

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

Important :

L'onde transporte de l'énergie et il n'y a pas de transport de la matière.

3) Différents type d'ondes mécaniques progressives :

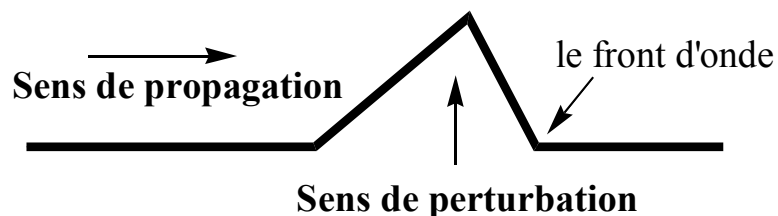
Vidéos N°1

□ Onde transversale :

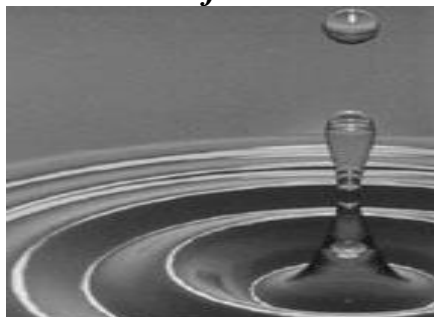
Une onde est dite transversale quand la *direction* de perturbation est *perpendiculaire* à la direction de propagation.

Exemples :

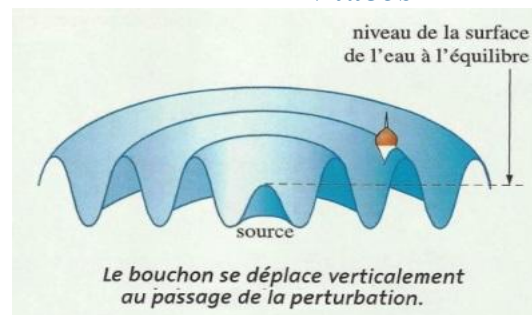
✓ *Onde le long d'une corde :*



✓ *Onde à la surface de l'eau :*



Vidéos N°2

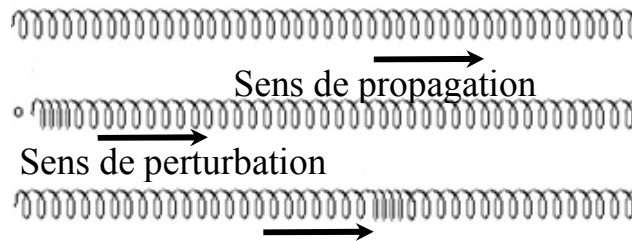


□ Onde longitudinale :

Une onde est dite longitudinale quand la **direction** de perturbation est **parallèle** à la direction de propagation.

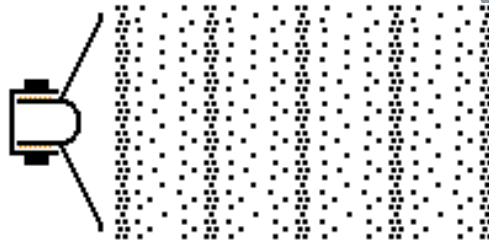
Exemple :

✓ *Onde dans un ressort :*



✓ *L'onde sonore.*

Le son est une onde mécanique longitudinale se propageant dans les milieux matériels élastiques



Animation  1- Ondes

4) La dimension de l'onde mécanique progressive :

- ✓ *Monodimensionnelle :* onde dans une corde, onde dans un ressort,
- ✓ *Bidimensionnelle :* onde à la surface d'eau,
- ✓ *Tridimensionnelle :* onde sonore, onde lumineuse,

5) La Vitesse d'une onde :

La vitesse V d'une onde progressive dans un milieu de monodimensionnelle est définie par la relation :

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

(m.s⁻¹) → $V = \frac{d}{\Delta t}$ ← (m)
(s)

d est la distance parcourue par l'onde pendant la durée Δt .

Remarque :

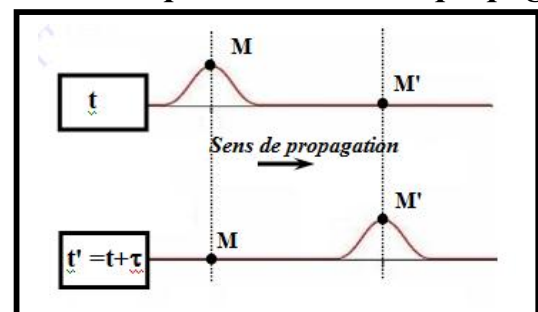
La vitesse d'une onde dépend uniquement des caractéristiques du milieu de propagation.

Animation N°2

Milieux	Vitesse (m · s ⁻¹)
air à 0 °C	330
polystyrène expansé	425
eau	1 500
béton	3 200
aluminium	5 000
fer	5 100

6) Le retard temporel : Animation N°3

On considère une onde progressive se propageant sans amortissement. Le mouvement du point M' reproduit le mouvement du point M , mais avec un décalage dans le temps ou retard τ , exprimé



par la relation $\tau = \frac{M_1 M_2}{V}$. L'élongation du point

M à l'instant t' est identique à celle qu'avait le point M à la date t ($t' = t + \tau$)

La relation entre $Y_M(t)$ l'amplitude du point M à l'instant t et $Y_M(t')$ l'amplitude du point M' à l'instant t' est :

$$Y_{M'}(t') = Y_M(t' - \tau)$$

Les facteurs qui agissent sur la vitesse de propagation de l'onde

7) Les facteurs qui agissent sur la vitesse de propagation de l'onde

Animation N°4 et  2- Ondes

La vitesse de propagation d'une onde dépend de la nature du milieu, sa rigidité et sa température. Elle ne dépend pas du type la perturbation ni de la durée de perturbation ni de l'amplitude.

$$V = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

T : tension de la corde en (N)

μ : masse linéique en ($\text{kg} \cdot \text{m}^{-1}$)

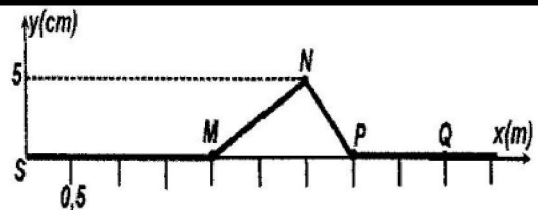
V : la vitesse de propagation en ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Exercice d'application N°1:

Extrait du concours d'entrée à l'université de médecine dentaire Casablanca 2010-11

Exercice I : Les ondes

A l'instant $t = 0$, Une onde transversale de célérité V est créée à l'extrémité S d'une corde. La figure ci-contre représente l'aspect de la corde à l'instant $t = 3,5 \text{ s}$



Q.1 : la célérité V de l'onde est :

- | | | | | |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| (A): $V = 1 \text{ m/s}$ | (B): $V = 1 \text{ cm/s}$ | (C): $V = 0,2 \text{ m/s}$ | (D): $V = 0,1 \text{ m/s}$ | (E): autre réponse |
|--------------------------|---------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|

Q.2 : l'onde atteint le point Q à l'instant t_1 :

- | | | | | |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|
| (A): $t_1 = 3,5 \text{ s}$ | (B): $t_1 = 4,5 \text{ s}$ | (C): $t_1 = 5,5 \text{ s}$ | (D): $t_1 = 6,5 \text{ s}$ | (E): autre réponse |
|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|

Q.3 : le point Q atteint son amplitude maximal ($y_Q = 5 \text{ cm}$) à l'instant t_2 :

- | | | | | |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|
| (A): $t_2 = 4 \text{ s}$ | (B): $t_2 = 4,5 \text{ s}$ | (C): $t_2 = 5 \text{ s}$ | (D): $t_2 = 5,4 \text{ s}$ | (E): autre réponse |
|--------------------------|----------------------------|--------------------------|----------------------------|--------------------|

Exercice d'application N°2: perturbation sur une corde

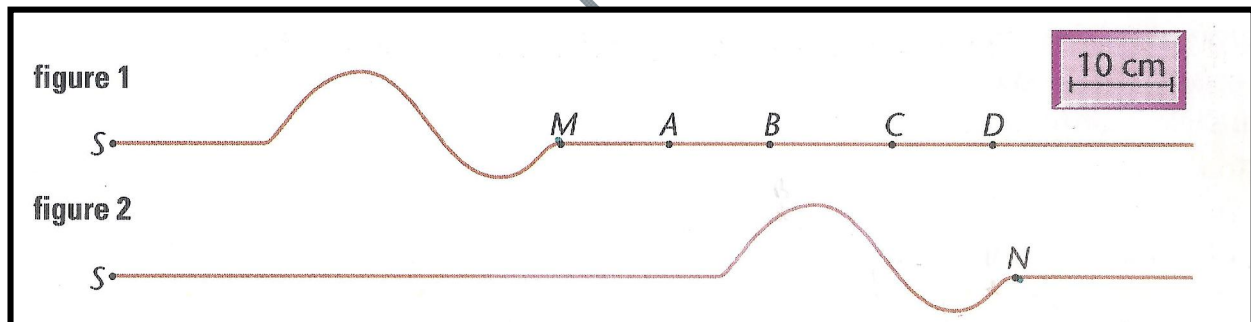
Au cours d'une manipulation de cours, **Malak** crée une perturbation qui se propage le long d'une corde élastique. La scène est filmée et un chronomètre est déclenché lorsque la perturbation quitte la main de l'élève **Malak** repéré par le point E sur la corde. A l'aide du logiciel qui permet d'analyser la vidéo obtenue on isole une image reproduite ci-dessous à l'instant $t_1 = 3 \text{ s}$.



- 1) L'onde est-elle transversale ou longitudinale ?
- 2) L'onde transporte-t-elle de la matière ?
- 3) Représenter par un point A sur la corde, le front d'onde à cet instant.
- 4) Déterminer la célérité de l'onde le long de la corde.
- 5) Quel va être le mouvement du point D ? quel est la durée de ce mouvement ?
- 6) Où se trouve les point A, B, C et D à la date $t' = 4s$? **vous vous aiderez d'un schéma pour répondre à la question.**
- 7) Considérons l'extrémité de la corde située au point noté F à 6 m de l'élève. Avec quel retard par rapport au point A, le point F commence-t-il à bouger ?

Exercice d'application N°3:

La figure ci-dessous représente deux images d'une vidéo montrant la propagation d'une onde transversale sur une corde élastique tendue. S est une des extrémités de la corde, source de la perturbation. La durée séparant les deux images est $t_2 - t_1 = 0,10$ s.



- 1- Calculer la vitesse de l'onde.
- 2- Pour modifier de façon notable cette vitesse, pourrait-on :
 - a/ Tendre la corde plus fortement ?
 - b/ Choisir une corde de masse plus grande (pour une même longueur) ?
 - c/ Produire une perturbation d'amplitude différente ?
- 3- Les points A, B, C et D sont des marques de peinture tracées sur la corde. Compléter **la figure 2** en indiquant la position de ces points à l'instant t_2 . Quels sont, à cet instant, les directions et les sens de leur mouvement.
- 4- Calculer le retard τ du mouvement du point D par rapport au point S