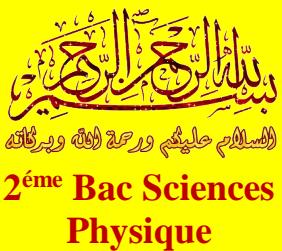


Première Partie :
Les ondes
Unité 1
5 H

Les ondes mécaniques progressives

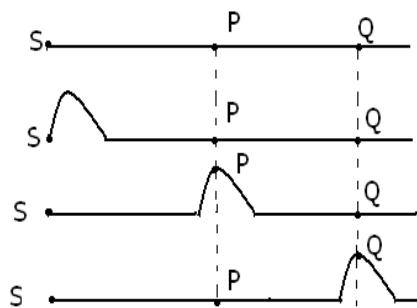
الموارد الميكانيكية المتوازية



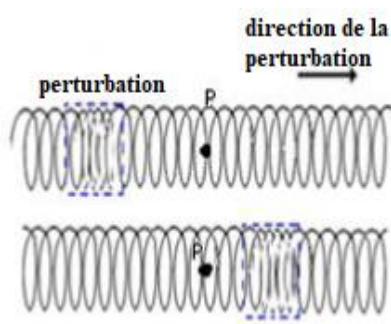
I – Les ondes mécaniques progressives :

1– Activité :

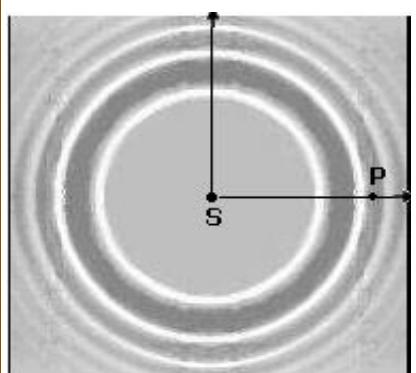
Exp 1 : On déplace l'extrémité de la corde tendue au point S.



Exp 2 : On comprime quelques spires du ressort puis on les libère.



Exp 3 : On laisse tomber une pierre à la surface de l'eau.



a- Dire ce qui arrive à la **corde** et au **ressort** et à la **surface de l'eau** .

Perturbation de la corde, du ressort et de la surface de l'eau s'est produite.

b- Quelle est la **nature du milieu** dans **chaque expérience** ?

Le **milieu de l'expérience 1** est la **corde**, de l'**expérience 2** est le **ressort** et de l'**expérience 3** est l'**eau**.

c- La **propagation** de l'onde est-elle **accompagnée du transport de matière** ?

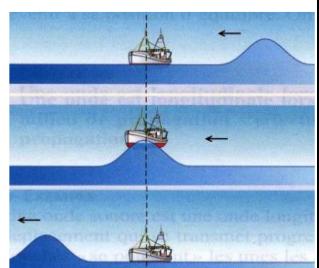
On observe que les **points de propagation** du milieu se déplacent pendant le **passage de la perturbation** puis reviennent à sa **position initiale**, on déduit que la **propagation de l'onde n'est pas accompagnée du transport de matière**.

d- Proposer une **définition** de l'**onde mécanique**.

Une **onde mécanique** est le **phénomène de propagation** d'une **perturbation** dans un **milieu matériel élastique** sans **transport de matière**.

2– Définitions :

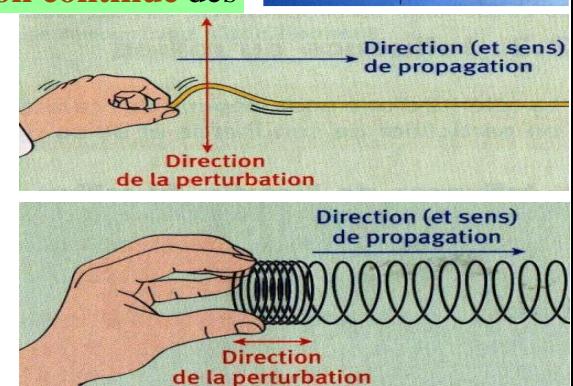
L'onde mécanique : est le **phénomène de propagation** d'une **perturbation** dans un **milieu matériel élastique sans transport de matière** qui forme **ce milieu** mais **avec transport d'énergie**.



L'onde mécanique progressive : est une **succession continue** des **signaux mécaniques**, résultant d'une **perturbation entretenu et continue** de la **source d'onde**.

Onde transversale : est celle dont la **direction de la perturbation** du milieu est **perpendiculaire** à la **direction de la propagation**.

Onde longitudinale : est celle dont la **direction de la perturbation** du milieu est **alignée** avec la **direction de la propagation**.



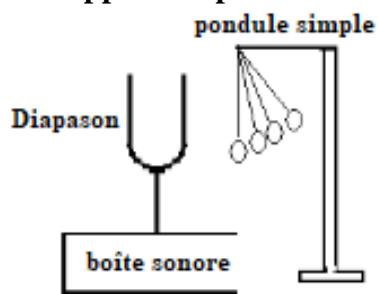
3– L’Onde sonore :

3.1– Activité :

Exp 1 : on allume le téléphone, puis on vide la cloche de l’air par une pompe.



Exp 2 : on frappe le diapason.



a- Dire ce qui arrive au **son émis** par le **téléphone** lorsqu’on **vide** de l’air ? Que concluez-vous ?

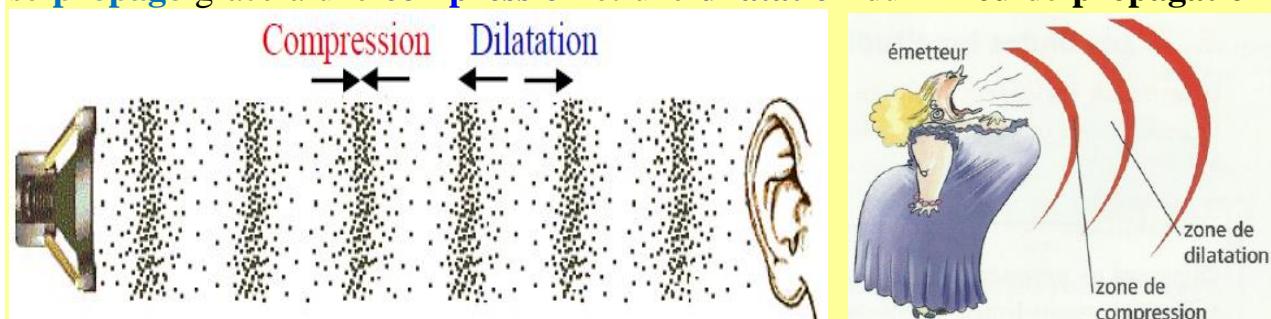
On observe l'**absence de son** Après le **vidage** de l’air, on conclut que le **son** ne se **propage** pas dans le **vide** mais il **nécessite un milieu matériel** pour se propager.

b- Dire ce qui arrive à la **balle** après avoir **frappé** le **diapason** ? Conclure la **nature** de l’**onde sonore** ?

Lorsqu’on **frappe le diapason**, la **balle** se **déplace horizontalement**, ce qui indique que la **direction de perturbation** et celle de **propagation** sont **alignées**, donc le **son** est une **onde longitudinale**.

3.2– Conclusion :

Le **son** est une **onde mécanique progressive longitudinale** se **propage** dans les **milieux matériels** (**solide et liquide et gaz**) et ne se propage pas dans le **vide**, et il se **propage** grâce à une **compression** et une **dilatation** du **milieu de propagation**.



II – Les propriétés générales d’une onde mécanique :

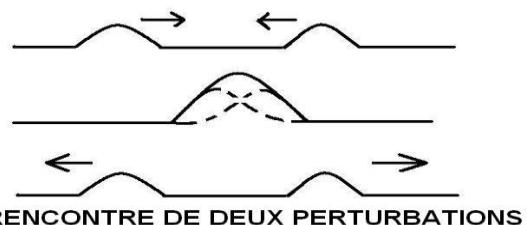
1– Direction de propagation de l’onde :

Une **onde** se **propage**, à partir de **sa source**, dans **toutes les directions** qui lui sont **offertes**. Dans le **cas** de la **corde** et le **ressort**, l’**onde** se **propage** dans un **milieu unidimensionnel**, et dans le **cas** de l’**eau**, l’**onde** se **propage** dans un **milieu bidimensionnel**, et dans le **cas** du **son**, l’**onde** se **propage** dans un **milieu tridimensionnel**.



2– La superposition de deux ondes mécaniques :

Lorsque **deux ondes mécaniques** (d’une **perturbation très faible**) **se croisent**, elles se **superposent** et continuent à se **propager** après leur rencontre **sans se perturber** (elle garde **la même forme** et **la même célérité**).



Lors de leur rencontre, les amplitudes des deux ondes s’ajoutent.

III – La vitesse de propagation d'une onde :

1– Définition :

On définit la **vitesse de propagation** d'une **onde** par la relation suivante : $V = \frac{d}{\Delta t}$
avec **d** : la **distance parcourue** par l'**onde** sur la **durée Δt** .

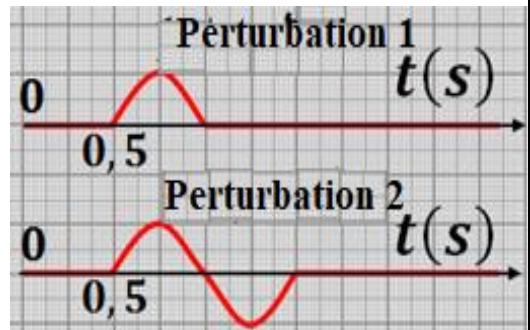
2– Facteurs influençant la vitesse de propagation :

Effet de la forme de la perturbation :

Les courbes représentent les **variations**

d'allongement d'un point **M** appartient à une **corde**, située à une **distance** de **SM = 5 m** de la **source S**.

On considère l'**instant de début de vibration** de la source comme **origine des dates** ($t_s = 0$) .



a- Est-ce que la forme de la perturbation a un effet sur la vitesse de propagation ?

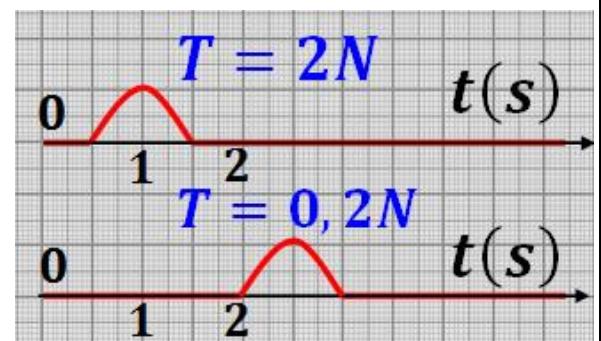
On remarque que : $V_1 = V_2 = \frac{SM}{\Delta t} = cte$. donc la forme de la perturbation n'a pas un effet sur la vitesse de propagation.

Effet de la tension de la corde :

Les courbes représentent les **variations**

d'allongement d'un point **M** où on modifie la **tension** de la **corde**. Avec **SM = 5 m**.

b- Est-ce que la tension de la corde a un effet sur la vitesse de propagation ?



La tension	$T_1 = 0,2 \text{ N}$	$T_2 = 2 \text{ N}$
<i>La vitesse de propagation</i>	$V_1 = \frac{SM}{\Delta t} = \frac{5}{2} = 2.5 \text{ m/s}$	$V_2 = \frac{SM}{\Delta t} = \frac{5}{0.5} = 10 \text{ m/s}$

On remarque que : $V_1 \neq V_2$, donc la tension de la corde a un effet sur la vitesse de propagation.

On a $T_2 > T_1$ et $V_2 > V_1$, donc plus la tension de la corde augmente plus la vitesse de propagation augmente.

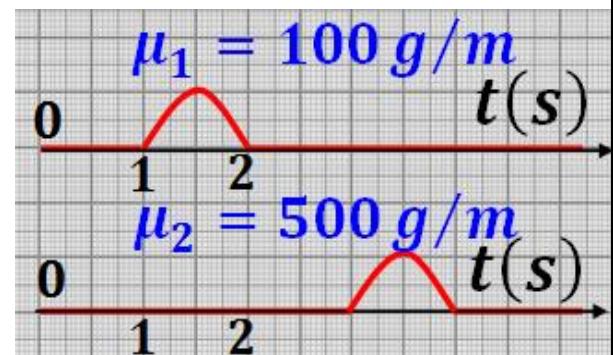
Effet de la masse linéaire μ :

Les courbes représentent les **variations** d'allongement d'un point **M** où on modifie seulement la **masse linéaire**.

La masse linéaire μ est définie par la relation :

$$\mu = \frac{m}{l} \text{ avec } m \text{ La masse de la corde.}$$

l La longueur de la corde.



c- Est-ce que la masse linéaire a un effet sur la vitesse de propagation ?

la masse linéaire μ	$\mu_1 = 100 \text{ g/m}$	$\mu_2 = 500 \text{ g/m}$
La vitesse de propagation	$V_1 = \frac{SM}{\Delta t} = \frac{5}{1} = 5 \text{ m/s}$	$V_2 = \frac{SM}{\Delta t} = \frac{5}{3} = 1.7 \text{ m/s}$

On remarque que $V_1 \neq V_2$, donc la masse linéaire a un effet sur la vitesse de propagation.

On a $\mu_2 > \mu_1$ et $V_2 > V_1$, donc plus la masse linéaire augmente la vitesse de propagation démunie.

Résumé :

Pour un milieu homogène, la célérité d'une onde est constante et indépendante de la forme de la perturbation. Tandis qu'elle dépend de la nature du milieu : son élasticité, son inertie et de sa température.

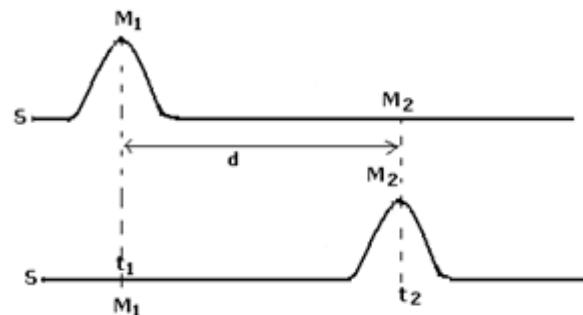
□ La célérité d'une onde le long d'une corde est donnée par : $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$
où F est la tension de la corde et $\mu = \frac{m}{l}$ sa masse linéique .

□ La célérité d'une onde sur la surface de l'eau est : $V = \sqrt{g \cdot h}$, où g est l'intensité de pesanteur et h est la profondeur de l'eau.

3- Le retard :

On considère une onde mécanique se propage dans un milieu unidimensionnel sans amortissement, on crée une déformation à S l'une des extrémités d'une corde à l'instant $t_0 = 0$. Cette perturbation se propage avec la vitesse V et atteint un point M_1 à l'instant t_1 , et à l'instant t_2 elle atteint un point M_2 qui répète le même mouvement de M_1 avec un retard τ de sorte que

$$\tau = \frac{M_1 M_2}{V}$$



4- Comparaison du mouvement d'un corps avec la propagation d'une onde mécanique :

Mouvement du corps	Propagation de l'onde
Pendant le mouvement la matière se déplace	Pendant le mouvement l'énergie se transfert
Le mouvement effectue dans une trajectoire spécifique	L'onde se propage dans toutes les directions possibles
Peut être effectué dans le vide	Elle ne se propage pas dans le vide
La vitesse dépend des conditions initiales	La vitesse ne dépend pas des conditions initiales mais dépend de la nature du milieu