

Première Partie :

Les ondes

Unité 1

5 H

*Les ondes mécaniques progressives*

الموجات الميكانيكية المتوالية

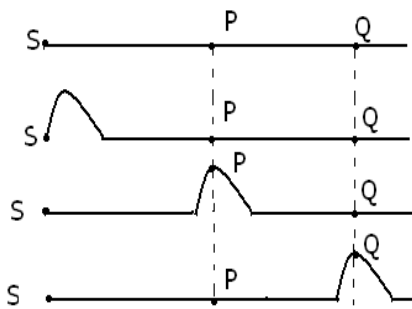


2<sup>ème</sup> Bac Sciences  
Physique

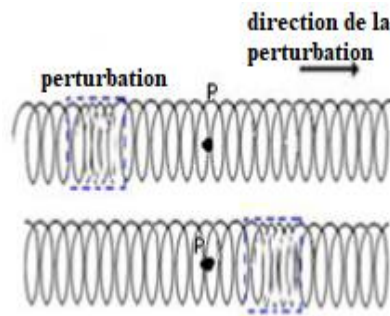
I – Les ondes mécaniques progressives :

1– Activité :

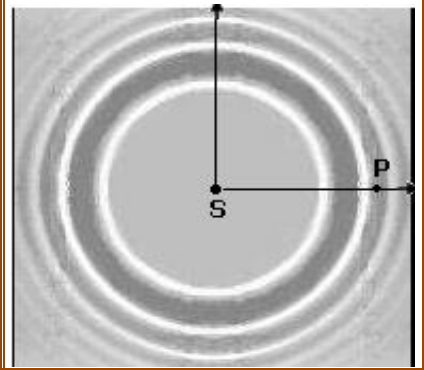
**Exp 1 :** On déplace l'extrémité de la corde tendue au point S.



**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.

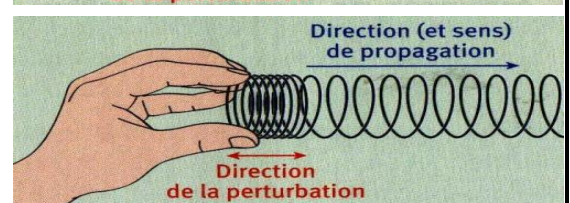
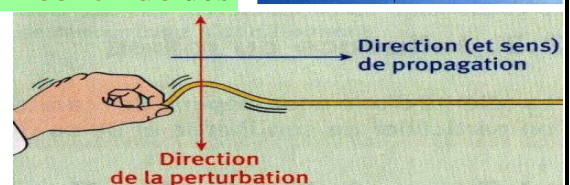
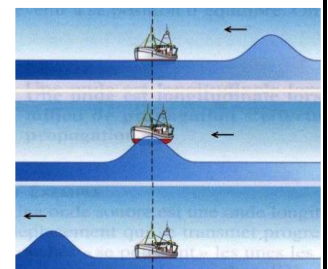
2– Définitions :

**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 entretenue 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.



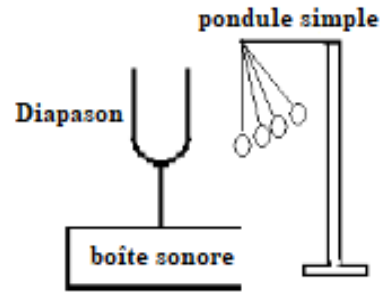
### 3- L'Onde sonore :

#### 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 ?

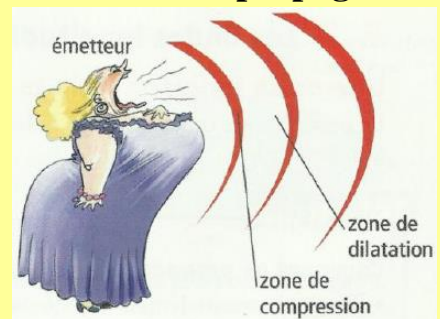
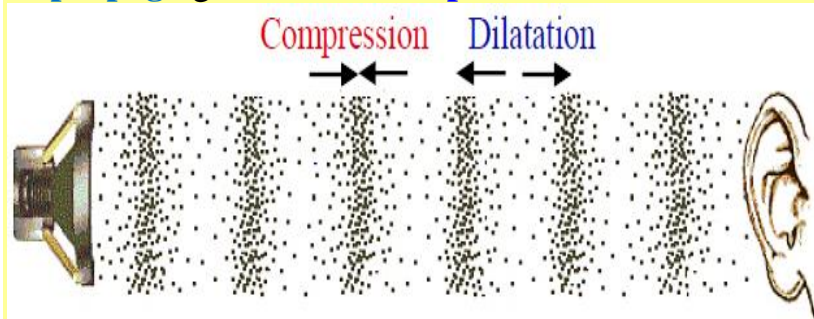
On observe l'absence de son. Après le vidage de l'air, on conclut que le son ne se propage pas dans le vide mais il nécessite un milieu matériel pour se propager.

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 :

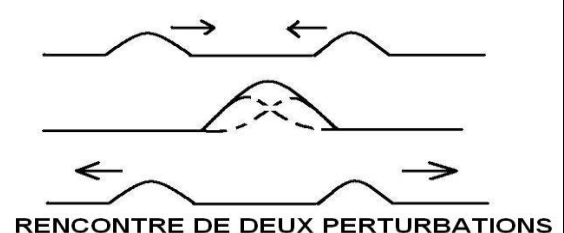
### 1- Direction de propagation de l'onde :

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**  $\Delta t$ .

#### 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  $SM = 5 \text{ m}$  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 :  $V_1 = V_2 = \frac{SM}{\Delta t} = \text{cte}$  . donc la forme de la perturbation n'a

pas un effet sur la vitesse de propagation.

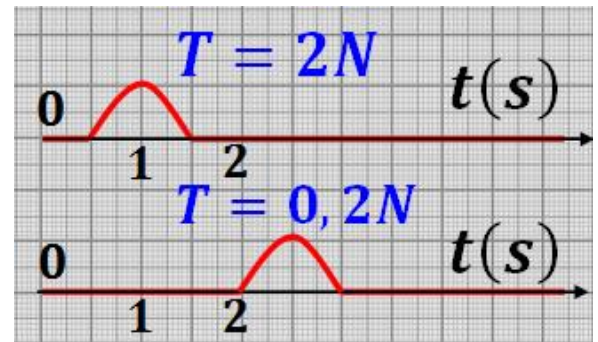
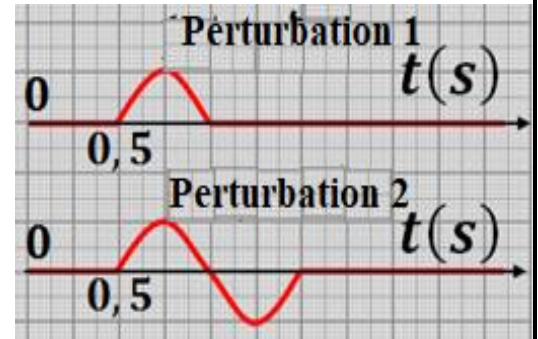
##### Effet de la tension de la corde :

Les **courbes** représentent les **variations**

d'allongement d'un point  $M$  où on modifie la

tension de la corde. Avec  $SM = 5 \text{ m}$ .

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



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

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 $\mu$ :

Les **courbes** représentent les **variations**

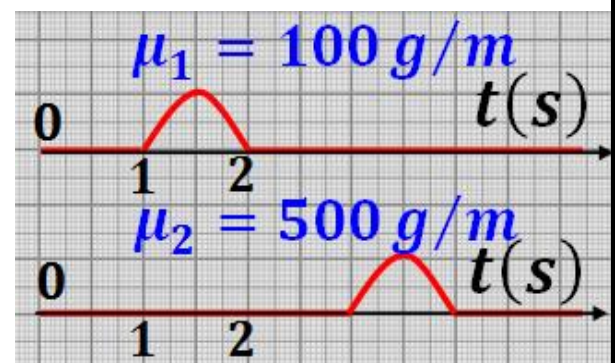
d'allongement d'un point  $M$  où on modifie

seulement la **masse linéaire**.

La **masse linéaire**  $\mu$  est définie par la relation :

$\mu = \frac{m}{l}$  avec  $m$  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 $\mu$	$\mu_1 = 100 \text{ g/m}$	$\mu_2 = 500 \text{ g/m}$
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 diminue.

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 .

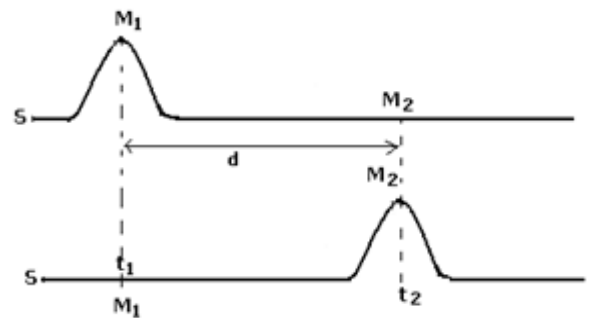
□ La célérité d'une onde sur la surface de l'eau est :  $V = \sqrt{g \cdot h}$ ,

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  $\tau$  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 transfère
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