



## A- Propagation d'un ébranlement :

I- Définitions : **Un ébranlement** est une déformation locale et brève dans un milieu élastique.

On distingue deux types d'ébranlement : **Un ébranlement transversal** et **Un ébranlement longitudinal**

- \* **Un milieu élastique** : est un milieu capable de se déformer et de revenir à son état initial quand on cesse la déformation.

On distingue trois types de milieu élastique :

- Milieu unidimensionnel (corde élastique, ressort...).
- Milieu bidimensionnel (surface d'un liquide...).
- Milieu tridimensionnel (l'espace).

## II- Célérité de l'ébranlement :

### 1-Définition :

On appelle **célérité**  $V$  d'un ébranlement, la **vitesse de propagation** de l'ébranlement. C'est le quotient de la distance  $d$  parcourue par l'ébranlement par la durée  $\Delta t$  du parcours.

$$V = \frac{d}{\Delta t} \text{ avec : } \begin{cases} d \text{ s'exprime en } m \\ \Delta t \text{ s'exprime en } s \\ V \text{ s'exprime en } m \cdot s^{-1} \end{cases}$$

**NB** : La célérité d'un ébranlement dépend de la nature du milieu matériel dans lequel il se propage et de ses propriétés.

### 2- Facteurs influençant la Célérité de propagation :

**Exemples** : La célérité d'un ébranlement le long d'une corde est donnée par :

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \text{ avec } \mu = \frac{m(Kg)}{L(m)} : \text{masse linéique de la corde}$$

## B- Propagation d'une onde sinusoïdale entretenue :

### I- Généralités :

#### 1-Définitions :

Une onde mécanique progressive : est le phénomène résultant de la propagation d'une succession d'ébranlements identiques dans un milieu élastique illimité sans transport de matière, mais avec transport d'énergie et sans réflexion.

Une onde se propage, à partir de la source, dans toutes les directions qui lui sont offertes.

- Le qualificatif « mécanique » est utilisé pour préciser que la perturbation est une déformation d'un milieu matériel.
- Le qualificatif « progressive » exprime que la transmission du phénomène s'effectue de proche en proche dans un milieu ouvert.

#### Remarque :

Au laboratoire, on ne peut disposer que de milieux finis, on limite ces milieux par une matière absorbante (coton, feutre, plaque métallique cintrée ...) afin de pouvoir les assimiler à des milieux ouverts.





## 4- Principe de propagation :

Chaque point **M** du milieu reproduit le même mouvement que la source **S** mais avec un retard de temps  $\theta$ .

<p><math>\theta</math> : est le temps nécessaire pour que l'ébranlement passe de <b>S</b> à <b>M</b>.</p> <p><math>V = \frac{SM}{\theta}</math>, la distance <b>SM</b> pris lorsque la corde est au repos. On pose <b>SM=x</b> donc <math>\theta = \frac{x}{v}</math></p> <p>À <math>t = 0</math>, <b>S</b> est en mouvement et <b>M</b> au repos.</p> <p>À <math>t = t + \theta</math> : <b>M</b> en mouvement.</p>	
<p>Donc l'élongation du point <b>M</b> s'écrit :</p>	

## II / Étude du mouvement d'un point quelconque de la corde :

### 1o) Équation du mouvement d'un point quelconque de la corde :

\* Soit une corde  $[0, x]$  infiniment longue, homogène et tendue.

Un vibreur, de fréquence  $N$ , entretient en la source **S** la vibration :

$$y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s) \quad ; \quad \omega = 2\pi N$$

\* Un point **M** de la corde, d'abscisse  $x$ , reproduit le mouvement de la source **S** avec un certain retard ..... où  $v$  est la célérité de l'onde le long de la corde.

D'après le principe de propagation : .....

<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>	<p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p> <p>.....</p>
---	---

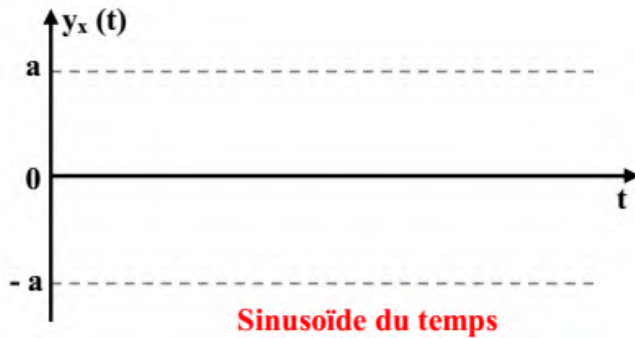
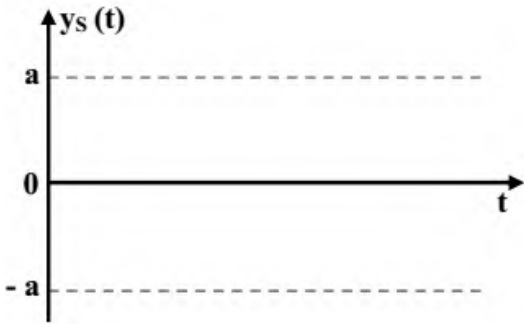
### 2o) Périodicité temporelle :

#### a - Forme de l'équation :

Un point **M** de la corde, d'abscisse  $x$ , vibre selon l'équation :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{.....} \\ \text{.....} \end{array} \right.$$





### b - Période temporelle :

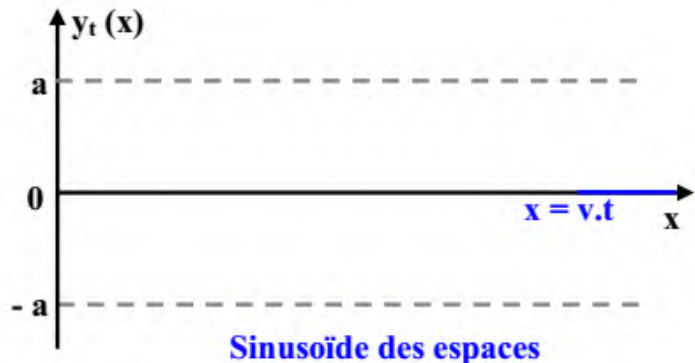
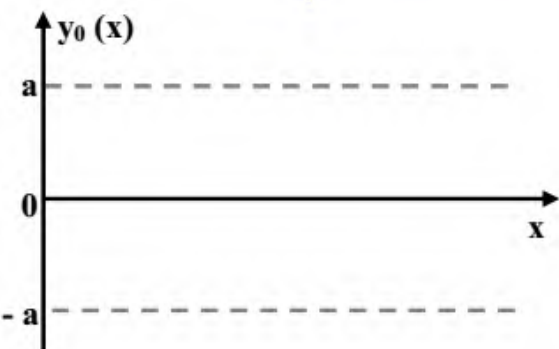
La période  $T$  du mouvement d'un point quelconque de la corde est le même que celle de la source

S. Soit  $N$  la fréquence du vibreur, on a :  $T = \frac{1}{N}$

### 3°) Périodicité spatiale :

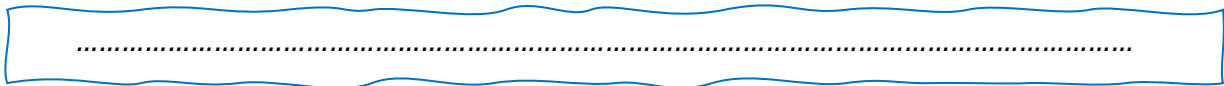
#### a - Forme de l'équation :

A un instant donné, les elongations des différents points de la corde sont données par l'équation :



### b - Période spatiale :

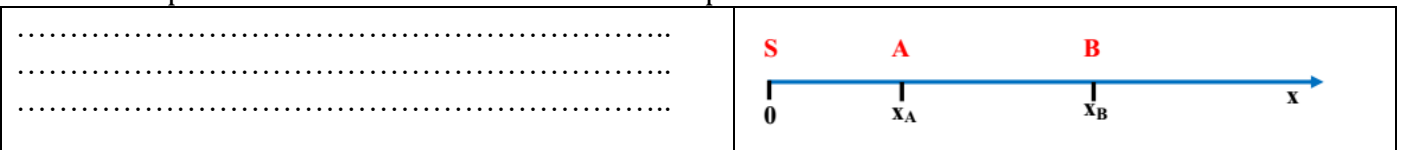
Le produit  $\lambda = v.T$  est appelé .....



Remarque :  $\lambda = v T = \frac{v}{N} = \frac{v}{\omega}$

### 4°) Déphasage entre deux points quelconques de la corde :

Soient deux points A et B de la corde d'abscisses respectifs  $x_A$  et  $x_B$ .

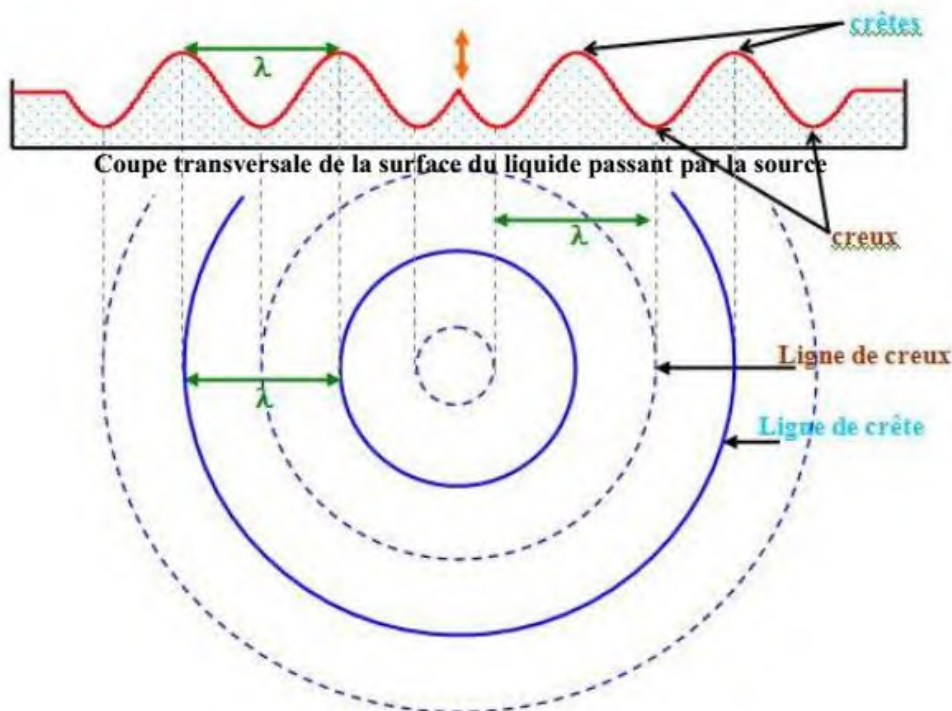
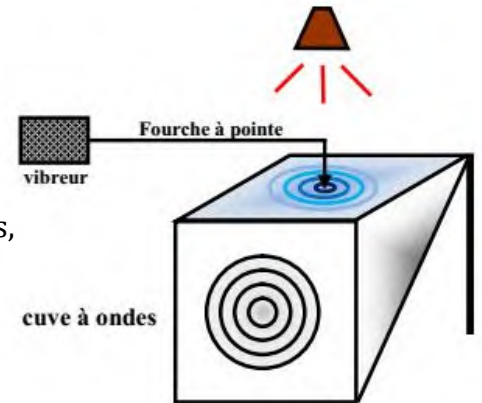






## progressive à la surface d'un liquide:

- L'onde à la surface du liquide est une onde .....
- Tous les points situés sur une même ride circulaire centrée sur la source vibrent en phase et avec la même amplitude : ils constituent .....
- En s'éloignant de la source, les rides deviennent de plus en plus claires, donc l'amplitude diminue lorsque le rayon augmente. Ce phénomène est dû à la .....
- La distance séparant deux rides consécutives de même brillance est .....



### Etude théorique :

Une pointe reliée à un vibreur de fréquence  $N$  frappe la surface d'un liquide en un point  $S$ . Elle lui communique un mouvement rectiligne vertical sinusoïdal d'amplitude  $a$ .

$$y_s(t) = a \sin(\omega t + \varphi_s) \quad ; \quad \omega = 2\pi N$$

Un point  $M$  de la surface du liquide, situé à une distance  $r$  de source  $S$ , reproduit le mouvement de

la source avec un certain retard  $\theta = \frac{r}{v}$  où  $v$  est la célérité de l'onde à la surface du liquide

.....

.....

.....

.....

.....

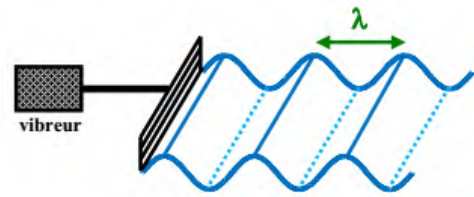




Tous les points situés à la même distance  $r$  de la source  $S$  vibrent en phase avec la même amplitude ; ils constituent **une ligne d'onde** circulaire centrée sur la source  $S$ .

### 3o) Onde progressive rectiligne :

Si le vibreur est muni d'une lame rectiligne, cette lame Provoque à la surface du liquide des rides rectilignes qui se propagent perpendiculairement à la lame. Les lignes d'onde sont des droites parallèles à la lame.



### Application 2 :

Une lame vibrante de fréquence  $N = 25 \text{ Hz}$  est munie d'une pointe qui frappe la surface d'un liquide en un point  $O$ . Le mouvement de la source  $O$  est rectiligne vertical sinusoïdal d'amplitude  $a = 1 \text{ mm}$ .

1<sup>o</sup>) **a** - Ecrire l'équation du mouvement de la source  $O$  en supposant qu'à  $t = 0$ , la source  $O$  passe par sa position d'équilibre en allant vers le bas.

**b** - Ecrire l'équation du mouvement d'un point  $M$  de la surface du liquide situé à une distance  $r = 1,5 \text{ cm}$  de la source  $O$ . On donne la célérité de l'onde  $V = 30 \text{ cm.s}^{-1}$ .

**c** - Représenter sur le même graphique les mouvements de  $O$  et de  $M$  en fonction du temps.

2<sup>o</sup>) Représenter, à l'instant  $t = 0,14 \text{ s}$ , une coupe transversale de la surface du liquide passant par  $O$ .

