

### Ondes

#### Exercice N° - 1 -

L'extrémité **S** d'une lame vibrante, est animée d'un mouvement vertical d'équation horaire :

$$y_s(t) = a \cdot \sin(2\pi Nt) \text{ avec } a = 3 \cdot 10^{-3} \text{ m ; } N = 50 \text{ Hz.}$$

On attache a l'extrémité **S** de la lame vibrante une corde élastique de longueur **L = 80 cm** tendue horizontalement. Une onde mécanique se propage alors le long de la corde à la célérité **V = 10 m.s<sup>-1</sup>**. On néglige l'amortissement et la réflexion de l'onde sur l'autre extrémité de la corde.

- 1- Dire, en le justifiant s'il s'agit d'une onde **transversale** ou **longitudinale**.
- 2- Calculer la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde qui se propage le long de la corde.
- 3- Décrire l'aspect de la corde observée, en lumière stroboscopique de fréquence :
  - ✓ **Ne = 50 Hz.**
  - ✓ **Ne = 49 Hz.**

4- On considère un point **M** de la corde situe au repos, a la distance **x = 25 cm** par rapport à **S**. l'équation horaire de mouvement du point **M**.

b- Représenter les diagrammes de mouvement de la source **S** et du point **M**.

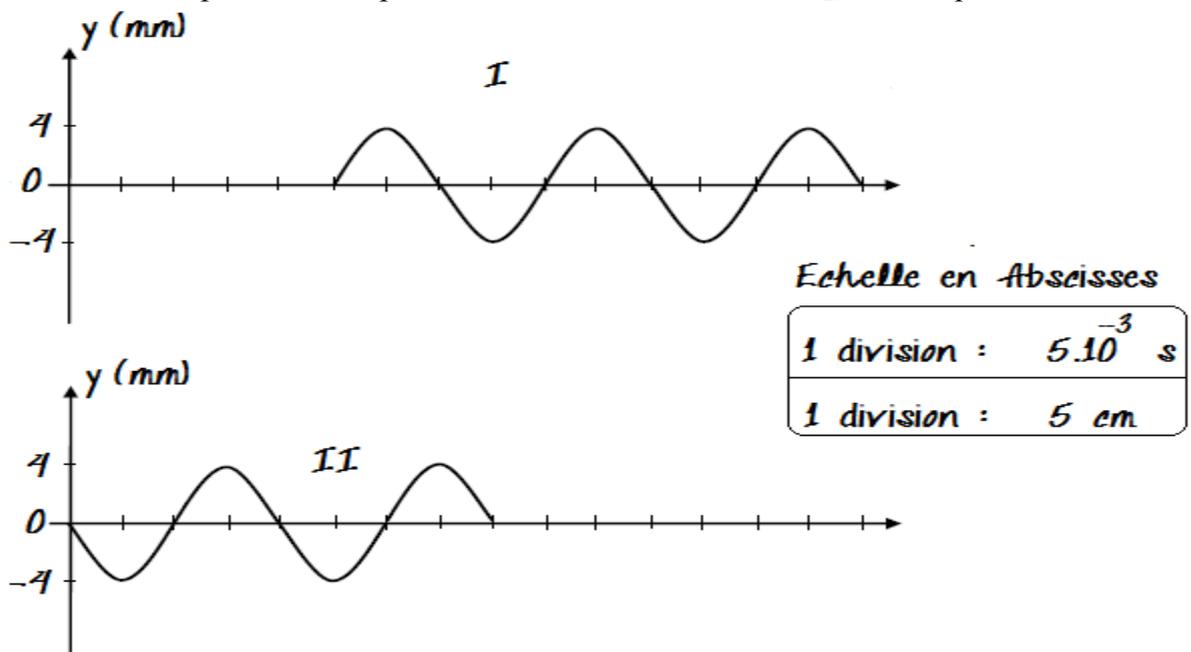
5-

a- Représenter l'aspect de la corde a la date **t = 2s**.

b- Déterminer à cette date les positions des points de la corde qui vibrent en opposition de phase avec la source **S**.

#### Exercice N° - 2 -

Une corde élastique de longueur **l = 1 m** tendue horizontalement est attachée par son extrémité **S** au bout d'une lame vibrante qui lui communique à partir de l'instant **t = 0** un ébranlement sinusoïdal transversal. On suppose que les amortissements sont négligeables. L'une des courbes de la figure ci après représente le diagramme du mouvement d'un point **A** de la corde situe a une distance **x<sub>A</sub>** de l'extrémité source. L'autre représente l'aspect de la corde a un instant **t<sub>1</sub>**, avant que l'onde envahie toute la corde.



- 1- Identifier les courbes (I) et (II) en justifiant la réponse. Déduire les périodes temporelle et spatiale de l'onde ainsi que l'amplitude  $a$  de l'ébranlement.
- 2- Déterminer la célérité de propagation de l'ébranlement, la distance  $x_A$  et l'instant  $t_1$ .
- 3- Ecrire l'équation horaire des vibrations de la source  $S$  et celle du point  $A$  de la corde.
- 4-
  - a- Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t_2 = 4,5.10^{-2}s$ .
  - b- Placer sur le graphe précédent, les points ayant une élongation égale à  $-\frac{a}{2}$  et se déplaçant dans le sens négatif.
- 5- Déterminer le nombre et les abscisses des points de la corde qui vibrent en quadrature retard par rapport à la source après que l'onde envahie toute la corde.

### Exercice N° - 3 -

L'extrémité d'une corde élastique tendue horizontalement est reliée à un vibreur effectuant des oscillations sinusoïdales de fréquence  $N$ . le vibreur débute son mouvement à partir d'un instant de date  $t_0 = 0$  s. les graphiques (1) et (2) de la **figure- 1** – représentent respectivement l'aspect de la corde à une date  $t_1 = 20$  ms et  $t_2 = 60$  ms. Dans la suite, on néglige tout amortissement.

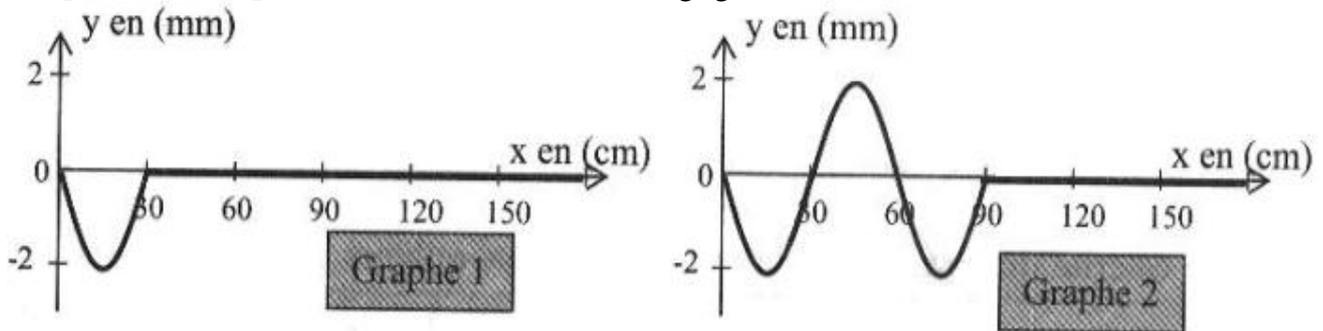


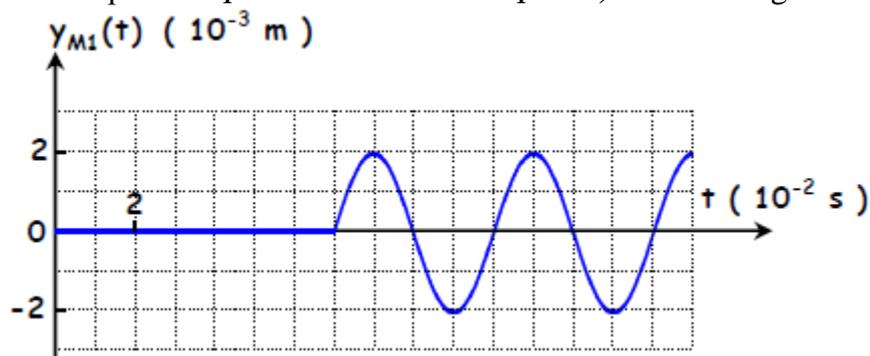
Figure 1

- 1) L'onde se propageant à travers la corde :
  - Est – elle **mécanique** ?
  - Est – elle **transversale** ou **longitudinale** ?
- 2)
  - a- Donner la définition de la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde. Quelle est sa valeur ?
  - b- Déterminer la célérité  $v$  de l'onde.
  - c- En déduire la valeur de la fréquence  $N$  du vibreur.
  - d- En justifiant comparer le mouvement du point  $M_0$  de la corde d'abscisse  $x_0 = 0$  cm avec le point  $M_1$  d'abscisse  $x_1 = 90$  cm.

### Exercice N° - 4 -

Une **lame vibrante** est animée d'un mouvement rectiligne sinusoïdal de fréquence  $N$ . Elle est munie d'une pointe qui frappe verticalement la surface libre d'une nappe d'eau au repos en un point  $S$ . La source commence à vibrer à l'instant  $t = 0$  s ;  
On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes.

L'analyse du mouvement d'un point  $M_1$  situé à la distance  $x_1$  de  $S$ , donne le diagramme suivant :



1°) Déterminer à partir du graphe de la figure ci-contre :

a) La fréquence  $N$ .

b) L'instant  $t_1$  début du mouvement du point  $M_1$ .

c) La distance  $x_1$ , sachant que l'onde se propage avec une célérité  $V = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$ .

2°) Dédire la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$ .

3°) a) Déterminer l'équation horaire du mouvement du point  $M_1$ .

b) Dédire l'équation horaire du mouvement de la source  $S$ .

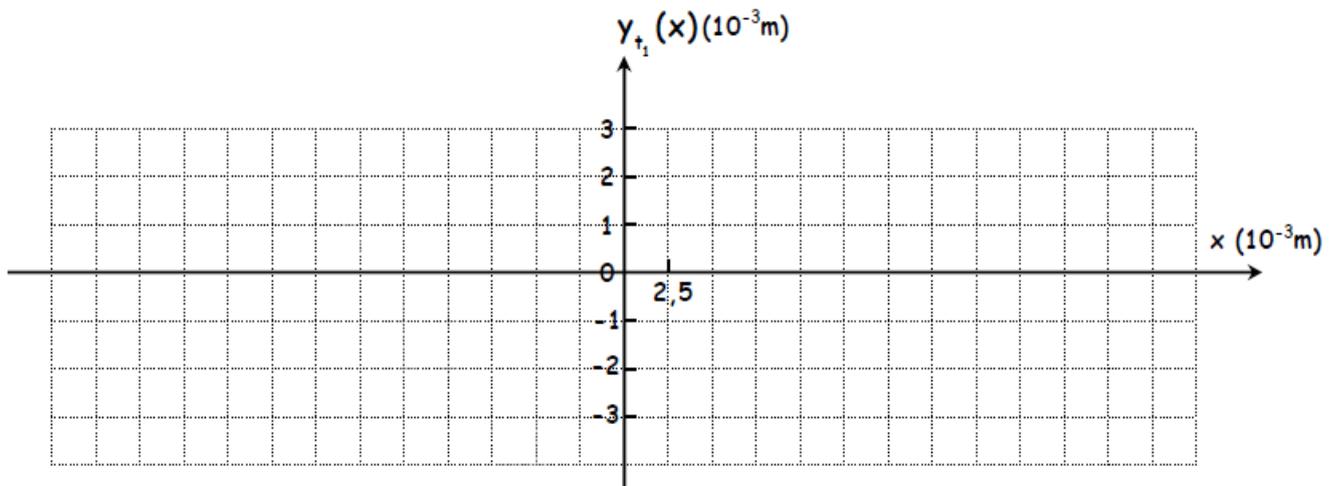
4°) a) Soit  $M$  un point appartenant à la surface du liquide et situé à une distance  $x$  de  $S$ .

Montrer que l'équation horaire du mouvement de  $M$  lorsqu'il est atteint par l'onde issue de  $S$  s'écrit :

$$y_M(t, x) = 2 \cdot 10^{-3} \sin( 50\pi t - 200\pi x ) \text{ (m) pour } t \geq 0$$

b) Représenter l'aspect d'une coupe fictive de la nappe du liquide par un plan vertical contenant  $S$  à l'instant de date  $t_1 = 0,1 \text{ s}$ .

Le travail demandé sera schématisé sur la figure ci-dessous « à remplir par le candidat et à remettre avec la copie », conformément à l'échelle indiquée.



c) Placer sur le tracé précédent les points possédant à l'instant  $t_1$  une élongation égale à  $-1 \text{ mm}$  et se déplaçant dans le sens ascendant.