

**SERIE ONDES PROGRESSIVES**

**EXERCICE N°1**

Une lame vibrant à la fréquence  $N=25\text{Hz}$  est munie d'une pointe S qui frappe la surface de l'eau contenue dans une cuve à ondes, en un point O de cette surface.

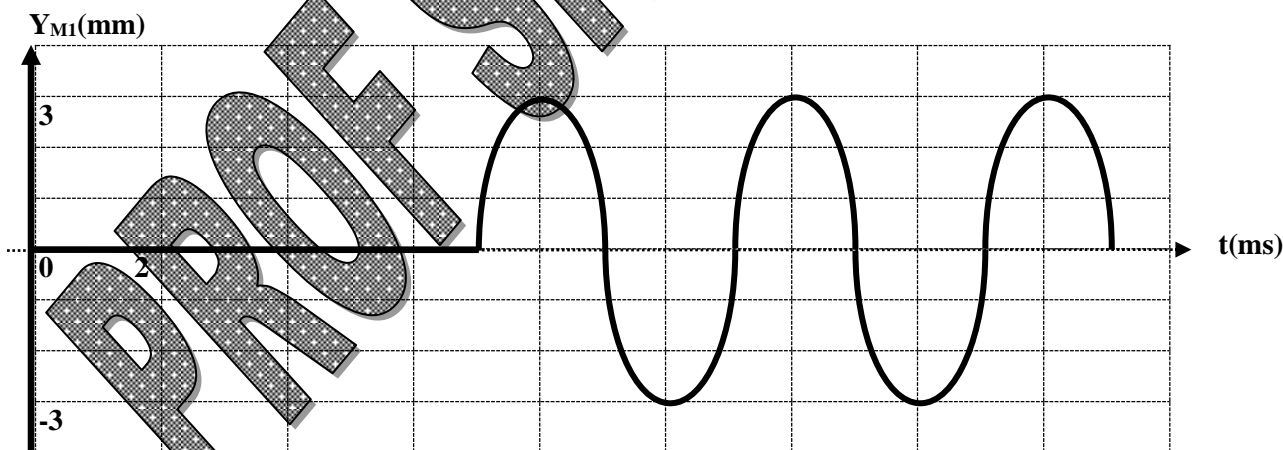
Le mouvement de S est supposé rectiligne vertical d'amplitude  $a=1\text{mm}$

1. Ecrire l'équation horaire du mouvement de S en supposant que S part de la position d'équilibre en allant vers le bas.
2. Ecrire l'équation horaire du mouvement d'un point M situé à la distance r de O.  
 Quel est en particulier le mouvement du point  $M_1$  situé à une distance  $r_1=1,5\text{cm}$  de O? Faire une représentation graphique de ce mouvement.  
 On donne la célérité V de propagation des ondes à la surface de l'eau  $V = 0,3 \text{ m.s}^{-1}$
3. Donner à l'instant  $t_1=0,13\text{s}$  ; la représentation d'une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par O.
4. On stroboscope la surface de l'eau. Décrire ce que l'on observe si la fréquence des éclaires Ne est successivement égale à  $25\text{Hz}$  ;  $24\text{Hz}$  et  $26\text{Hz}$ .

**EXERCICE N°2**

Une lame vibrante est animée d'un mouvement 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  $t=0\text{s}$ . On néglige l'amortissement et réflexion des ondes.

1. Définir une onde.
2. Décrire ce qu'on observe a la surface de l'eau, en lumière ordinaire.
3. L'analyse du mouvement d'un point  $M_1$  situé a la distance  $x_1$  de S, donne le diagramme suivant



- a) déterminer :
    - La fréquence N
    - L'instant  $t_1$
    - La distance  $x_1$  sachant que la célérité de propagation  $V = 0,25 \text{ m.s}^{-1}$ .
  - b) Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ .
  - c) Déterminer l'équation horaire du mouvement du point  $M_1$
  - d) Déduire l'équation horaire du mouvement de la source S.
4. Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point M de la surface de l'eau situé à la distance x

de S.

5. Tracer l'aspect d'une coupe de la surface de l'eau par un plan vertical passant par S a un instant  $t_2=9.10^{-2}s$
6. On éclaire la surface d'eau à l'aide d'un stroboscope de fréquence réglable  $N_e$ .  
 $10Hz \leq N_e \leq 100Hz$ 
  - a) Qu'observe-t-on en immobilité apparente.
  - b) Déterminer les fréquences  $N_e$  pour les quelles on observe l'immobilité apparente de la surface de l'eau.

### EXERCICE N°3

Une corde élastique de longueur  $L=40cm$ , tendue horizontalement et reliée par l'une de ces extrémité (S) à un vibreur qui lui impose des vibrations rectilignes sinusoïdales d'amplitude  $a=2mm$  et de fréquence  $N=50Hz$ . La célérité des ondes le long de la corde est  $V=5m.s^{-1}$ .

1. Dire pourquoi on utilise des absorbants d'énergie au niveau des supports fixes.
2. Décrire l'aspect de la corde :
  - En lumière ordinaire.
  - En lumière stroboscopique pour une fréquence du stroboscope  $N_e=25 Hz$
3. Calculer la longueur d'onde  $\lambda$ .
4. Ecrire l'équation du mouvement de la source (S) sachant qu'elle débute son mouvement a la date  $t=0s$  dans le sens négatif.
5. Etablir l'équation de mouvement d'un point M de la corde d'abscisse  $x=8M$ .
6. a) déduire l'équation de mouvement d'un point  $M_1$  de la corde d'abscisse  $x_1=17,5cm$   
b) Représenter sur le même système d'axes  $y_s(t)$  et  $y_{M_1}(t)$ . Comparer les mouvements des points S et  $M_1$ .
7. Ecrire l'équation traduisant l'aspect de la corde a la date  $t_2=0,035s$ . Représenter l'aspect de la corde à cette date.
8. Déterminer le nombre et les positions des points qui vibrent en opposition de phase par rapport à la source à l'instant  $t_2$ .

### EXERCICE N°4

Une pointe excite verticalement un point O de la surface libre d'un liquide homogène à la fréquence  $N=25Hz$ .

L'origine des temps ( $t=0s$ ) est choisie à l'instant où O commence à vibrer en se déplaçant vers le haut, sens choisis comme sens positif des élongations. Le mouvement de O est supposé sinusoïdal d'amplitude  $a=5mm$ .

On appellera V la célérité de propagation des déformations à la surface du liquide et on négligera la diminution d'amplitude due à l'amortissement et la dilution de l'énergie.

1. a) le phénomène résultant de la propagation des déformations à la surface du liquide est appelé onde mécanique transversale. Justifier cette appellation.  
b) Décrire l'aspect de la surface libre du liquide en lumière ordinaire.
2. Etablir l'équation horaire  $y_O(t)$  du mouvement de O.
3. a) Définir la longueur d'onde  $\lambda$ .  
b) Sachant qu'à l'instant de date  $t_1=0,02s$ , le front d'onde est à  $8.10^{-3}m$  de O. calculer les valeurs de  $\lambda$  et V.
4. On considère un point quelconque M de la surface du liquide à une distance  $r=OM$  de O.
  - a) Etablir l'équation horaire  $y_M(t)$  du mouvement de M en fonction de r, t et  $\lambda$ .
  - b) Déterminer l'expression donnant les valeurs de r pour lesquelles le mouvement de M est en opposition de phase avec celui de O.
5. a) Représenter, en justifiant, une coupe transversale de la surface du liquide suivant un plan vertical passant par O, à l'instant de date  $t_2=7.10^{-2}s$  de O.  
b) Soit P un point de la surface libre du liquide situé à  $r=2.10^{-2}m$  de O.
  - i. Déterminer la valeur de la vitesse de ce point à l'instant de date  $t_2$
  - ii. Déterminer le déphasage du mouvement de P avec celui de O. Préciser, en justifiant, si ce déphasage évolue ou non au cours du temps.

### EXERCICE N°5

Une corde élastique de longueur infinie, tendue horizontalement, est attachée par son extrémité S à une lame vibrante qui lui communique, à partir de l'instant de date  $t_0 = 0$  s, des vibrations sinusoïdales de fréquence N. On suppose qu'il n'y a aucun amortissement.

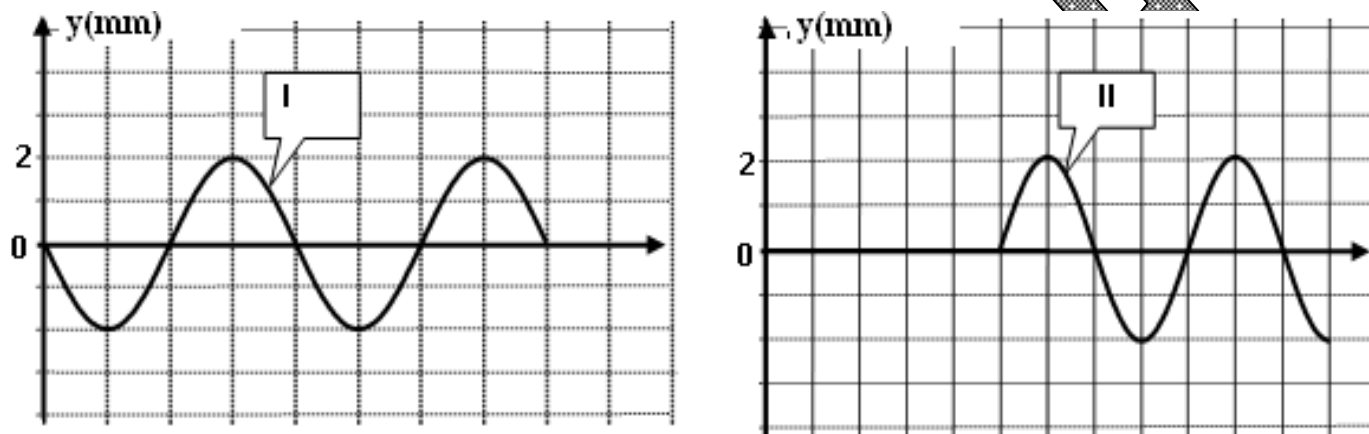
1- Décrire brièvement ce qu'on observe:

a- en lumière ordinaire.

b- en lumière stroboscopique, pour une période  $T_e$  légèrement supérieure à la période T du vibreur.

2- L'une des courbes de la figure 3 représente le diagramme du mouvement d'un point A de la corde situé à une distance  $x_A$  de l'extrémité source. L'autre représente l'aspect de la corde à un instant de date  $t_1$ .

Figure 3



Echelle des abscisses : 1 div  $\rightarrow t = 2 \cdot 10^{-3}$  s  
1 div  $\rightarrow x = 5$  cm

Identifier les courbes (I) et (II) en justifiant la réponse. En déduire les valeurs de la période temporelle T et spatiale l de l'onde, ainsi que celle de son amplitude a.

3- Déterminer graphiquement la célérité de l'ébranlement, la distance  $x_A$  et l'instant de date  $t_1$ .

4- Établir l'équation horaire des vibrations du point A de la corde et déduire celle de la source S.

5- Représenter l'aspect de la corde à l'instant de date  $t_2 = 2,8 \cdot 10^{-2}$  s.

6- Déterminer la distance parcourue par la source S entre les dates  $t_0 = 0$  s et  $t_2 = 2,8 \cdot 10^{-2}$  s.

**PROF SFAHI**  
**BON TRAVAIL ET REUSSITE**