

**Exercice 1**

Une pointe liée à une lame vibrante produit en un point S, de la surface libre d'une nappe d'eau au repos, des vibrations sinusoïdales verticales. La source S débute son mouvement à l'instant du date  $t = 0$  s. On néglige l'amortissement et la réflexion des ondes issues de S.

- 1) Décrire, brièvement, la surface de la nappe d'eau en lumière ordinaire.
- 2) Le phénomène observé est plus net au voisinage de S. Justifier.
- 3) La courbe d'évolution au cours du temps de l'élongation d'un point  $M_1$  du milieu de propagation, se trouvant au repos à une distance  $r_1 = 1,5$  cm de S, est donnée par la figure 3.

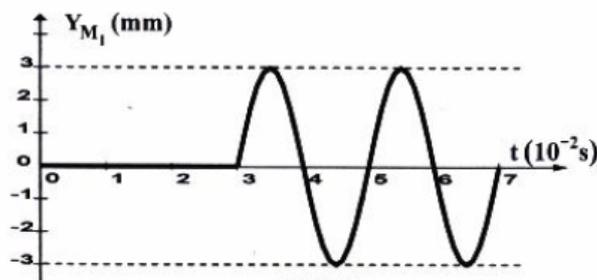


Figure 3

- a- Montrer que la valeur de la célérité de l'onde qui se propage à la surface de l'eau est  $v = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$ .
  - b- Définir la longueur d'onde  $\lambda$  d'une onde progressive. Déterminer la valeur  $\lambda$  de l'onde considérée.
  - c- Déterminer l'équation horaire du mouvement du point  $M_1$ . On précisera les valeurs de l'amplitude, de la pulsation et de la phase initiale.
  - d- Déduire l'équation horaire du mouvement de la source S.
- i) La courbe de la figure 4 représente, à un instant de date  $t_1$ , une coupe transversale de la surface de l'eau suivant un rayon (Or). Le point O coïncide avec la position de S au repos.

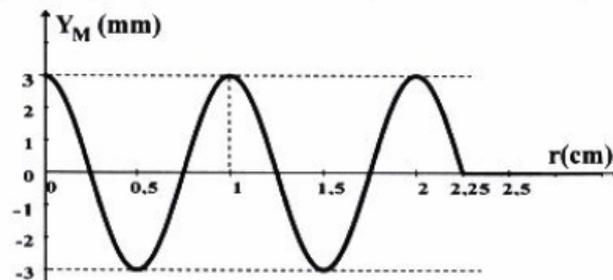


Figure 4

En exploitant cette courbe, déterminer :

- a- l'instant de date  $t_1$  ;
  - b- les positions de tous les points vibrants en quadrature de phase avec la source  $S$  à cet instant.
- 5) On remplace la pointe vibrante par une réglette (R) produisant des ondes mécaniques rectilignes. Ces ondes se propagent à la surface de l'eau et traversent une fente F de largeur  $a$  réglable, pratiquée dans une plaque (P) disposée parallèlement à la réglette (R).

Le phénomène observé à la surface de l'eau à un instant de date  $t_2$  correspond au schéma de la figure 5.

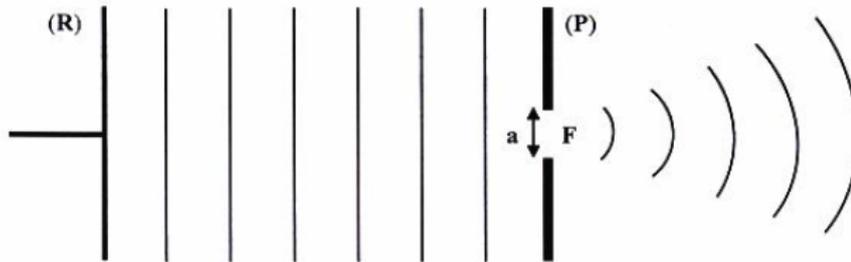


Figure 5

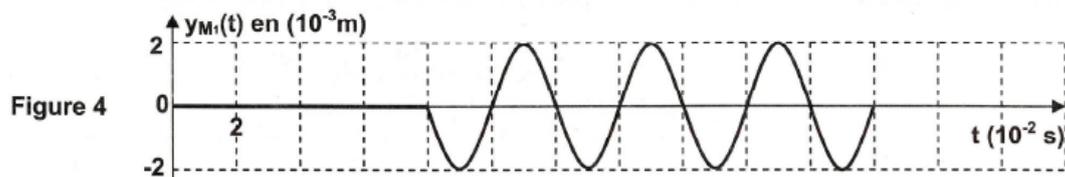
- a- De quel phénomène s'agit-il ?
- b- La longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde transmise à travers la fente F est-elle supérieure, inférieure, ou égale à celle de l'onde incidente ? Justifier.
- c- Comment faut-il agir sur la largeur  $a$  de la fente F pour que le phénomène soit plus appréciable ?

### Exercice 2

En un point  $S$ , de la surface d'une nappe d'eau d'une cuve à ondes, une source ponctuelle produit des vibrations sinusoïdales verticales d'amplitude  $a = 2 \cdot 10^{-3} \text{ m}$  et de fréquence  $N$ .

A l'instant  $t = 0$ , le point  $S$  débute son mouvement en partant de l'état de repos. La sinusoïde du temps traduisant l'évolution de l'élongation d'un point  $M_1$  de la surface de l'eau située à la distance  $x_1 = 4 \text{ cm}$  de  $S$ , lorsque  $M_1$  et  $S$  sont au repos, est donnée par la figure 4.

La réflexion et l'amortissement des ondes sont supposés négligeables.



- 1) a- Déterminer, à partir du graphe, la fréquence  $N$  et montrer que la célérité de propagation de l'onde est  $v = 0,5 \text{ m.s}^{-1}$ .
- b- Définir la longueur d'onde  $\lambda$ . Calculer sa valeur.

- 2) a- Montrer que les points  $M_1$  et  $S$ , de la surface de l'eau, vibrent en phase.  
 b- Dédurre que l'équation horaire du mouvement de la source  $S$  s'écrit :  
 $y_s(t) = 2 \cdot 10^{-3} \cdot \sin(50\pi t + \pi)$ , exprimée en m.
- 3) a- Etablir l'équation horaire du mouvement d'un point  $M$  de la surface de l'eau situé, au repos, à une distance  $SM = x$  de  $S$ .  
 b- Représenter une coupe de la surface de l'eau, à l'instant  $t_0 = 8 \cdot 10^{-2}$  s, suivant un plan vertical passant par  $S$ .
- 4) a- Déterminer les lieux des points, de la surface de l'eau, qui vibrent en opposition de phase avec  $S$  à l'instant  $t_0$ .  
 b- Préciser, en le justifiant, si les points qui sont en opposition de phase avec  $S$ , à l'instant  $t_0$ , vont vibrer, juste après  $t_0$ , verticalement dans le sens ascendant supposé positif, ou bien dans le sens descendant.

## Exercice 2

La pointe  $S$  d'un vibreur, de fréquence  $N$  réglable, excite la surface libre de l'eau d'une cuve à ondes en un point  $O$ . Ainsi, une onde mécanique circulaire prend naissance et se propage à la surface de l'eau avec une célérité  $v$ . Pour assurer l'immobilité du phénomène et mesurer la longueur d'onde  $\lambda$ , on utilise une lumière stroboscopique de fréquence convenable à celle du vibreur. On supposera que les bords de la cuve à ondes empêchent toute réflexion.

L'ensemble des points, dont l'élongation est maximale, constituent les lignes de crêtes de cette onde qui se propage à la surface libre de l'eau.

A un instant donné, ces lignes de crêtes sont schématisées, sur la figure 4, par des traits pleins.

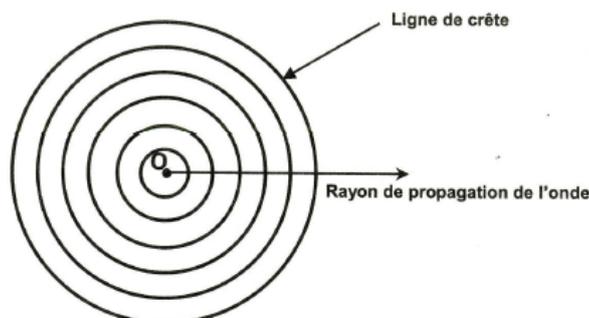


Figure 4

- 1 - Pour une fréquence  $N_1$  de  $N$  égale à 20 Hz et selon un rayon de propagation de l'onde, la mesure de la distance  $d_1$  qui sépare cinq crêtes consécutives donne  $d_1 = 32$  mm.  
 a- Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda_1$  de l'onde qui se propage.  
 b- En déduire la valeur de la célérité  $v_1$  de l'onde.
- 2- Pour une fréquence  $N_2$  de  $N$  égale à 30 Hz et selon un rayon de propagation, une nouvelle mesure de la valeur de la longueur d'onde donne  $\lambda_2 = 6$  mm.

mesure de la valeur de la longueur d'onde donne  $\lambda_2 = 6 \text{ mm}$ .

a- En déduire la valeur de la célérité  $v_2$  de l'onde.

b- Justifier que l'eau est un exemple de milieu dispersif.

3- Pour la fréquence  $N_2 = 30 \text{ Hz}$ , l'élongation d'un point **A**, appartenant à la 2<sup>ème</sup> ligne de crête de l'onde qui se propage, a pour expression:  $y_A = a \sin(2\pi Nt)$  pour  $t \geq 0$ .

L'élongation d'un point **B**, situé sur le même rayon de propagation que **A** et à une distance

$AB = 3,5 \lambda_2$ , a pour expression :  $y_B = a \sin(2\pi Nt + \varphi)$  pour  $t \geq 0$ , avec  $\theta = \frac{AB}{v_2}$ .

a- Déterminer la valeur de la phase  $\varphi$  de l'élongation  $y_B$ .

b- En déduire la nature de mouvement du point **B** par rapport à celle de **A**.

c- Préciser, sur la distance **AB** et par rapport au point **A**, les positions des points qui vibrent en opposition de phase avec **A**.

4- A une distance du point **O**, on place un obstacle muni d'une ouverture de largeur  $\ell$ , comme le montre la figure 5 de la page 5/5 (**annexe**). L'onde incidente, issue du point **O**, subit au niveau de cette ouverture une diffraction comparable à celle donnée par une onde plane.

a- Donner la condition sur la valeur  $\ell$  pour que la diffraction de l'onde incidente ait lieu.

b- Schématiser, sur la figure 5 la forme de l'onde qui se propage au delà de l'ouverture  $\ell$ , en précisant sa longueur d'onde.

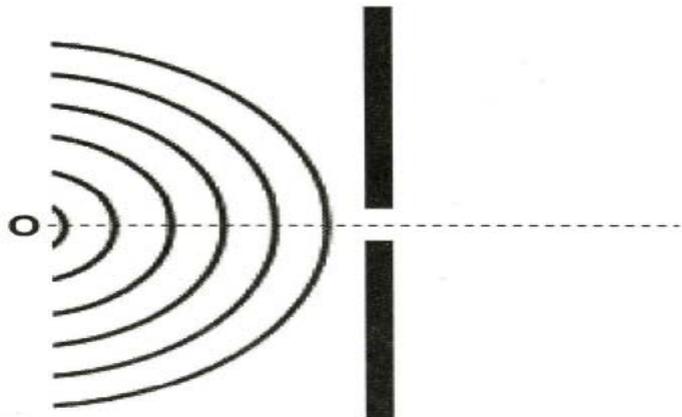


Figure 5