

**Exercice 1 :**

A l'aide d'un microphone, on visualise sur la voie A d'un oscilloscope le son émis par un instrument de musique. On obtient la courbe ci-dessous :

Les réglages de l'oscilloscope sont :

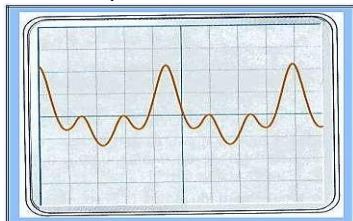
-Sensibilité de la voie A : **100 mV / div**

-Balayage : **0,5 ms / div**

1) déterminer la période du son.

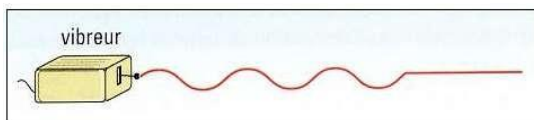
2) Déduire la longueur d'onde sachant que la célérité du son est

**340 m / s.**



**Exercice 2 :**

Une corde soumise à un vibreur est photographiée à l'instant  $t = 0,060s$ , le vibreur ayant commencé à fonctionner à l'instant  $t = 0$ . La célérité des ondes le long de la corde est **2 m / s.**



1) Calculer la fréquence  $f$  et la longueur d'onde  $\lambda$  de l'onde.

2) Au début du fonctionnement, le vibreur s'est-il déplacé vers le haut ou vers le bas ?

3) Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t' = 0,08 s$ .

**Exercice 3 :**

A l'aide d'une pointe liée à un vibreur on crée, en un point S sur la surface de l'eau, des ondes progressives de fréquence  $N$ , se propageant avec une vitesse constante sans amortissement et sans réflexion. L'eau contenue dans la cuve est d'épaisseur constante. On éclaire la surface de l'eau avec un stroboscope de fréquence réglable  $N_e$ , on remarque que la plus grande fréquence des éclairs qui nous permet d'observer l'immobilité apparente des ondes est  **$N_e = 60 Hz$ .**

La distance qui sépare la deuxième crête et la douzième est  **$d = 5,0 cm$ .**

1) Trouver la fréquence  $N$  du vibreur.

2) Expliquer brièvement l'immobilité apparente de l'onde.

3) Quelle est la longueur d'onde ?

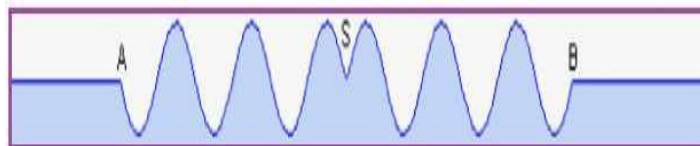
4) Quelle est la célérité de l'onde progressive ?

5) Comparer les vibrations des deux points  $S$  et  $M$  appartenant à la surface de l'eau telle que  **$SM = 4,5 cm$ .**

6) Dans quelle condition les ondes émises par un vibreur à la surface d'eau ne seraient-elles plus circulaires ? Proposer une expérience dans laquelle les ondes ne seraient plus circulaires.

**Exercice 4 :**

Sur la surface de l'eau contenue dans une cuve à onde, on crée à l'instant  $t_0 = 0$  une onde progressive sinusoïdale de fréquence  **$N = 50 Hz$ ,** en un point  $S$ , à l'aide d'une pointe liée à un vibreur. Elle se propage alors sans amortissement et sans réflexion avec une vitesse constante. Le document ci-dessous représente une section de la surface de l'eau suivant un plan vertical passant par le point  $S$  à l'instant  $t_1$ .



La distance entre les points  $A$  et  $B$  est  **$AB = 3cm$**  et l'amplitude constante de l'onde est de  **$4 mm$ .**

1) L'onde est-elle longitudinale ? Transversale ? Circulaire ? Rectiligne ?

2) Déterminer valeur de la longueur d'onde  $\lambda$  et en déduire la vitesse  $v$  de propagation de l'onde.

3) Déterminer le sens de la déformation à la date  **$t_0 = 0$ .**

4) Comment le point  $M$  vibre par rapport à la source  $S$  ? Justifier la réponse.

5) Quelle est la valeur de l'instant  $t_1$ .

6) On éclaire la surface de l'eau à l'aide d'un stroboscope dont la fréquence est  **$N_e = 51Hz$ .** Décrire ce qu'on observe sur la surface de l'eau en justifiant la réponse.

**Exercice 5 :**

Les ondes ultrasonores, ce sont des ondes mécaniques de fréquence plus grande que celle des ondes audibles. On l'exploit dans les différents domaines comme l'examen par l'échographie.

**1- Propagation d'une onde mécanique**

**1- 1-** Donner la définition d'une onde mécanique progressive.

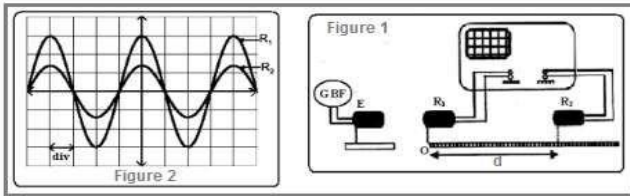
- 1- 2- Citer la différence entre une onde mécanique transversale et une onde mécanique longitudinale.

### 2- Propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau

On dispose un émetteur  $E$  et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  dans une cuve remplie d'eau, de tel sorte que l'émetteur  $E$  et les deux récepteurs sont alignés sur une règle graduée (fig1).

L'émetteur émet une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'eau et reçue par  $R_1$  et  $R_2$ .

Les deux signaux qui sont reçus par les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  sont placés sur la zéro de la règle graduée, on observe sur l'écran de l'oscillogramme de la figure 2, où les deux courbes qui correspondent aux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  sont en phase.



La sensibilité horizontale :  $SH = 5 \mu s / div$ .

On éloigne le récepteur  $R_2$  suivant la règle graduée, on observe que la courbe correspondant au signal détecté par  $R_2$  se translate vers la droite et deux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  deviendront, à nouveau, en phase lorsque la distance qui les sépare est de  $d = 3 \text{ cm}$ .

2-1- Donner la définition de la longueur de l'onde  $\lambda$ .

2-2- Ecrire la relation entre la longueur d'onde  $\lambda$ , la fréquence  $N$  des ondes ultrasonores et sa vitesse de propagation  $V$  dans un milieu quelconque.

2-3- En déduire de cette expérience la valeur  $v_e$  de la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'eau.

### 3- Propagation des ondes ultrasonores dans l'air

On maintient les éléments du montage expérimental dans ces positions ( $d = 3 \text{ m}$ ) et on vide la cuve de l'eau de telle façon que le milieu de propagation devient l'air, dans ce cas, on observe que les deux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  ne sont plus en phase.

3-1- Donner une explication à cette observation.

3-2- Calculer la distance minimale  $d_{min}$  qu'elle faut pour éloigner  $R_2$  de  $R_1$  suivant la règle graduée, pour que les deux signaux soient à nouveau en phase, sachant que la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans l'air est  $V_a = 340 \text{ m / s}$ .

### Exercice 6 :

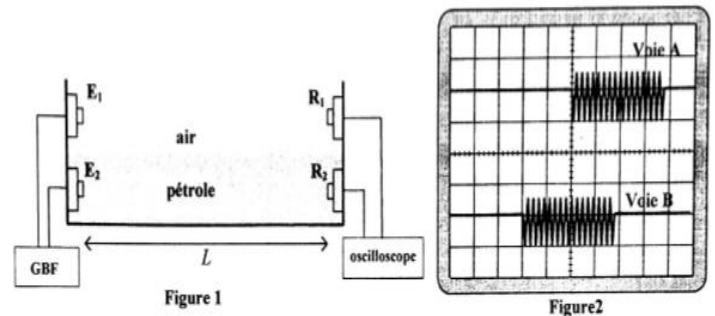
Pour déterminer la valeur approximative de la célérité  $V_p$  d'une onde ultrasonore dans le pétrole liquide, on réalise l'expérience suivante :

Dans une cuve contenant du pétrole, on fixe à l'une de ses extrémités deux émetteurs  $E_1$  et  $E_2$  qui sont reliés à un générateur GBF. A l'instante  $t_0 = 0$ , les deux émettent chacun une onde ultrasonore, une se propage dans l'air et l'autre dans le pétrole. A l'autre extrémité de la cuve, on place deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ , l'un dans l'air et l'autre dans le pétrole. Les récepteurs sont à une distance  $L$  des émetteurs. (Voir figure 1)

On visualise sur l'écran d'un oscilloscope les deux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$ . (voir figure 2)

### Données :

les deux ondes parcourent la même distance  $L = 1,84 \text{ m}$ ; la célérité des ultrasons dans l'air :  $V_{air} = 340 \text{ m.s}^{-1}$ ; la sensibilité horizontale de l'oscilloscope :  $2 \text{ ms/div}$



- 1- Les ondes ultrasonores, sont-elles longitudinales ou transversales ? justifier.
- 2- On exploitant la figure 2, déterminer la valeur du retard temporel  $\tau$  entre les deux ondes reçues.
- 3- Montrer que l'expression de  $\tau$  s'écrit sous la forme :  $\tau = L \left( \frac{1}{V_{air}} - \frac{1}{V_p} \right)$ .
- 4- Trouver la valeur approchée de la célérité  $V_p$ .