

# Les ondes mécaniques progressives périodiques

## Exercices corrigés

### 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 :

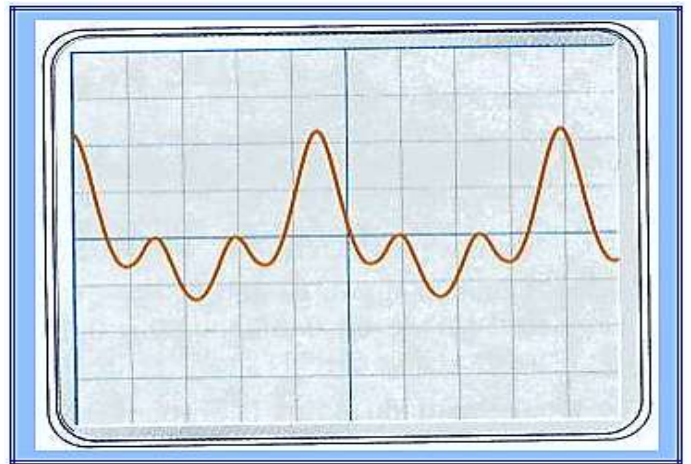
Les réglages de l'oscilloscope sont :

-Sensibilité de la voie A :  $100 \text{ mV/div}$

-Balayage :  $0,5 \text{ ms/div}$

1- déterminer la période du son.

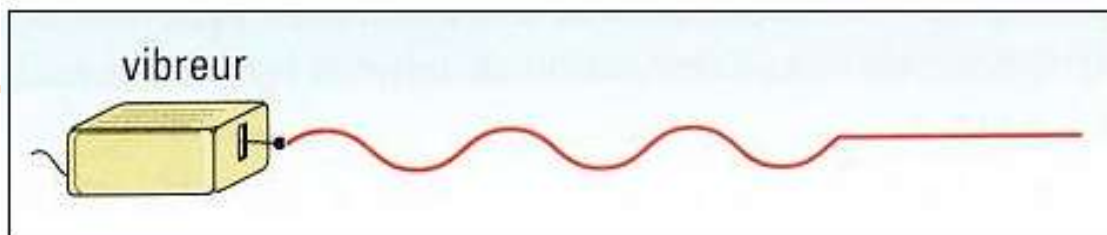
2- Déduire la longueur d'onde sachant que la célérité du son est  $340 \text{ m/s}$ .



### Exercice 2 :

Une corde soumise à un vibreur est photographiée à l'instant  $t = 0,060 \text{ s}$ , le vibreur ayant commencé à fonctionner à l'instant  $t = 0$ .

La célérité des ondes le long de la corde est  $v = 2,0 \text{ m/s}$ .



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  $t' = 0,08 \text{ s}$ .

### 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  $N_e = 60 \text{ Hz}$ .

La distance qui sépare la deuxième crête et la douzième est  $d = 5,0 \text{ cm}$ .

- 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  $SM = 4,5 \text{ cm}$ .
- 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  $N = 50 \text{ Hz}$ , 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  $AB = 3,0 \text{ cm}$  et l'amplitude constante de l'onde est de  $4 \text{ mm}$ .

- 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  $N_e = 51 \text{ Hz}$ . 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 différentes domaines comme l'examen par l'échographie.

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

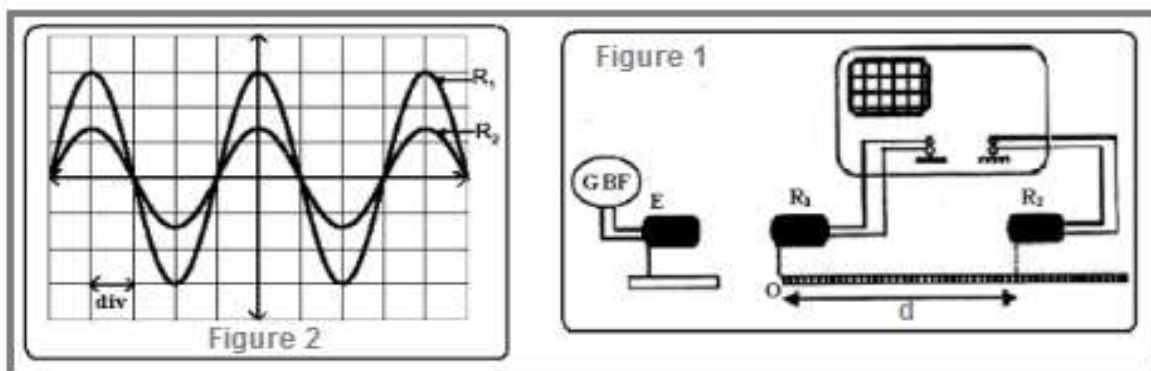
- 1- 1- Donner la définition d'une onde mécanique progressive.
- 1- 2- Citer la différence entre une onde mécanique transversale et une onde mécanique longitudinale.

#### 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 rempli 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 reçues 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 correspond aux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  sont en phase.



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

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  $v_a = 340 \text{ m/s}$ .