



## TD 2BSM : Les ondes mécaniques progressives périodiques

### Exercice 01

3 Une corde de piano a une longueur  $l = 42\text{cm}$  et une masse linéique  $\mu = 6,2\text{g.m}^{-1}$ . La corde vibre sinusoïdalement avec une longueur d'onde  $\lambda = 2l$ .

La célérité des ondes transversales est  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ ; où  $T$  est la tension de la corde.

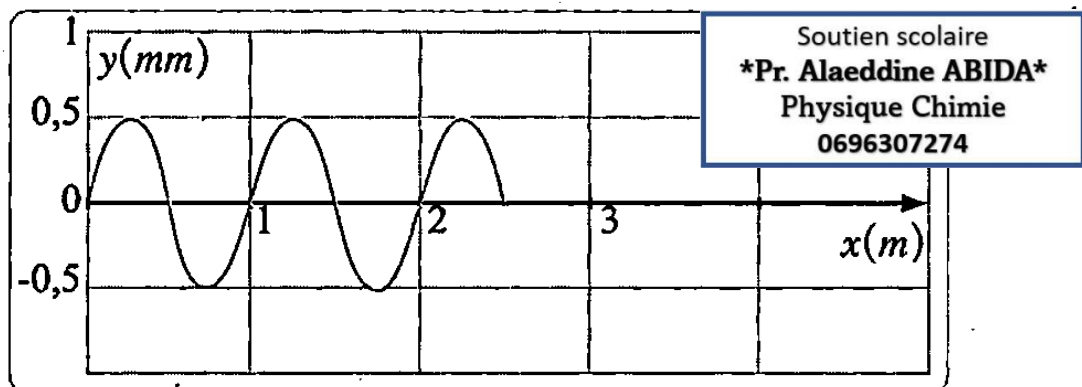
1- Calculer la fréquence de l'onde pour une tension  $T = 900\text{N}$ .

2- Le piano est désaccordé. Pour obtenir un «la» de fréquence  $f = 440\text{Hz}$ , faut-il augmenter ou diminuer la tension de la corde?

3- Calculer la nouvelle tension de la corde.

### Exercice 02

4 Un vibreur est relié à l'extrémité  $S$  d'une corde. A l'instant  $t = 0$ , le vibreur est mis en mouvement. L'aspect de la corde au bout d'un temps de  $200\text{ms}$  est représenté ci-dessous, l'origine des abscisses  $x = 0$  correspond à la position de l'extrémité  $S$ .



1- Déterminer pour cette onde, la période spatiale et la période temporelle.

2- Calculer la célérité de cette onde.

3- A l'instant  $t = 0$  le vibreur commence-t-il à vibrer vers le haut ou vers le bas? Justifier.

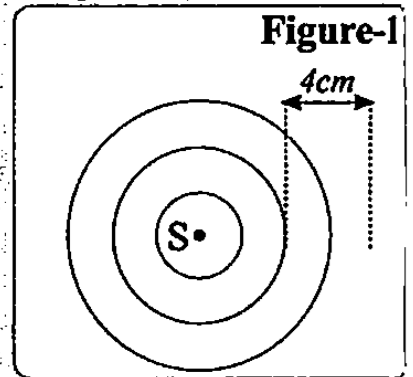
4- Représenter la courbe de  $y = f(t)$ , pour le point  $M$  d'abscisse  $x = 3\text{m}$ .

### Exercice 03

5 Un vibreur de fréquence  $N = 20\text{Hz}$  crée à partir d'une date  $t_0 = 0$ , une onde au point  $S$  à la surface d'eau d'une cuve à onde.

A la date  $t_1$ , l'image de la surface d'eau est représentée sur figure 1, où les cercles représentent des crêtes.

- 1- Quel est le type de l'onde obtenue?
- 2- Déterminer sa longueur d'onde  $\lambda$  et en déduire la vitesse de propagation de cette onde.
- 3- Quelle est la valeur de la date  $t_1$  ?
- 4- On considère deux points  $M$  et  $N$  de la surface d'eau,



tels que:

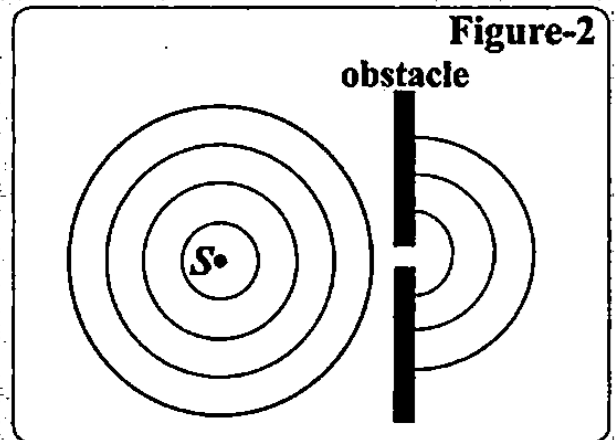
$$SM = \frac{2}{3}SN = 10\text{cm}$$

- 4.1- Lequel de ces deux points est en retard par rapport à l'autre?
- 4.2- Quelle est la valeur  $\tau$  de ce retard horaire?
- 4.3- Comparer l'état vibratoire de ces deux points.

5- On place dans la cuve deux plaques verticales séparées par une ouverture de longueur  $d$ .

L'image de la surface d'eau à la même fréquence  $20\text{Hz}$  est représentée sur la figure 2.

- 5.1- Quel phénomène met en évidence cette figure?
- 5.2- Quelle condition doit satisfaire la distance  $d$  pour avoir cette image?



### Exercice 04

6 Un haut-parleur ( $HP$ ) alimenté par un générateur de basse fréquence ( $GBF$ ); émet une onde sonore qui se propage dans l'air.

Cette onde passe devant deux microphones  $R_1$  et  $R_2$  alignés avec le haut-parleur et reliés à un oscilloscope bi-courbe (figure 1).

1- On donne à la distance  $d$  la valeur  $d_1 = 41\text{cm}$ .

La figure 2 donne les courbes visualisées.

La sensibilité horizontale de l'oscilloscope est  $0,1\text{ms/div}$ .

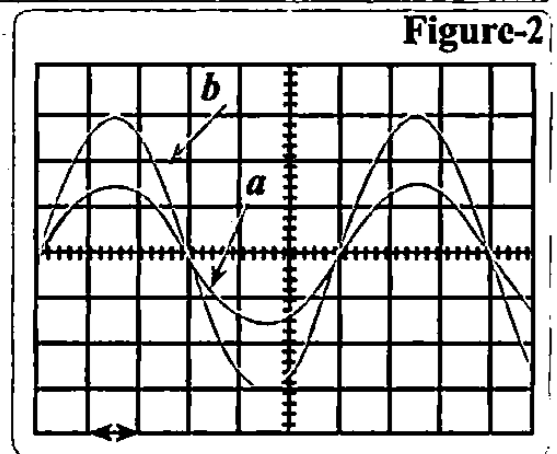
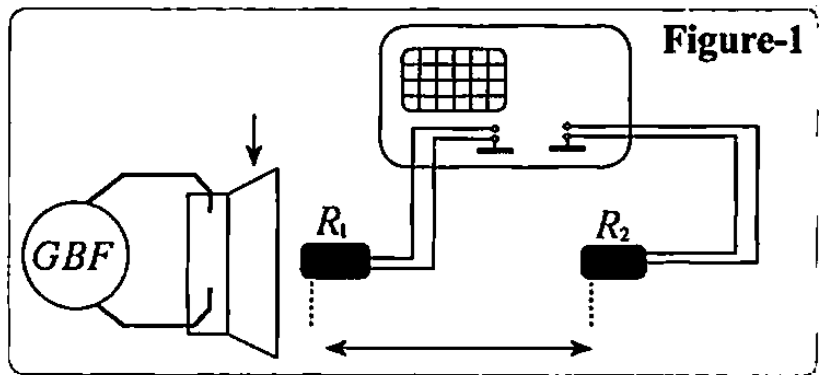
1.1- Faire correspondre, en justifiant chaque microphone à la courbe qui lui convient.

1.2- Déterminer la période  $T$  de l'onde étudiée.

2- On éloigne  $R_2$  de  $R_1$  (fixe) jusqu'à ce que les courbes deviennent à nouveau en phases, à ce moment on note  $d = d_2 = 61,5\text{cm}$ .

2.1- Déterminer la longueur de l'onde sonore étudiée.

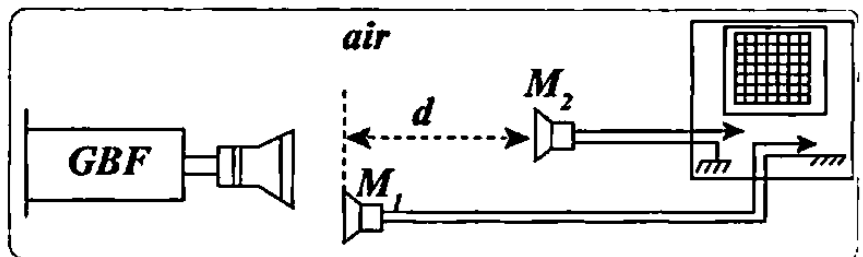
2.2- Déterminer sa célérité  $V$ .



### Exercice 05

7 Une onde sonore est produite par un haut-parleur alimenté par un générateur à haute fréquence; de valeur réglable.

Cette onde est captée par deux microphones  $M_1$  et  $M_2$  séparés par une distance  $d = 1,7\text{m}$ .



Lorsqu'on fixe la fréquence

sur la valeur  $N_1 = 1\text{kHz}$ , on constate que les deux ondes reçues par  $M_1$  et  $M_2$  sont en phase.

A partir de la valeur  $N_1$  on élève la fréquence du GBF lentement, on constate que les deux courbes se décalent et redeviennent en phase lorsque la fréquence est  $N_2 = 1,2\text{kHz}$ .

1- Montrer que la vitesse  $V$  de l'onde sonore s'exprime de la façon suivante:

$$V = (N_2 - N_1)d.$$

2- Calculer  $V$ .

## Exercice 06

8 1- Lorsque l'on augmente la fréquence d'une onde, à célérité fixée, on:

(a) augmente

(b) diminue

sa longueur d'onde.

2- La célérité de la houle en plein océan est  $v = \sqrt{\frac{g\lambda}{2\pi}}$ , où  $\lambda$  est la longueur d'onde et  $g$  l'accélération de la pesanteur. La propagation de la houle est:

(a) dispersive

(b) non dispersive

3- Un milieu permet la propagation d'ondes avec la relation suivante entre longueur d'onde et période:  $\lambda = \alpha.T^2$

où  $\alpha$  est une constante. Ce milieu est-il dispersif?

4- Un milieu permet la propagation d'ondes avec la relation suivante entre longueur d'onde et période:  $\lambda = \alpha T$  où  $\alpha$  est une constante. Ce milieu est-il dispersif?

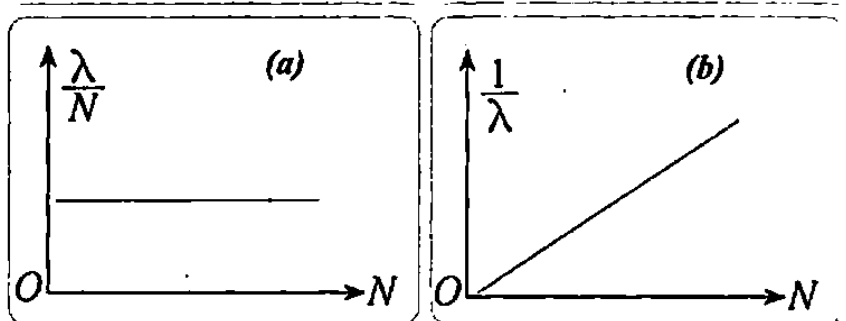
5- Pour diffracter une onde, il faut la faire passer par une ouverture plus

(a) petite

(b) grande

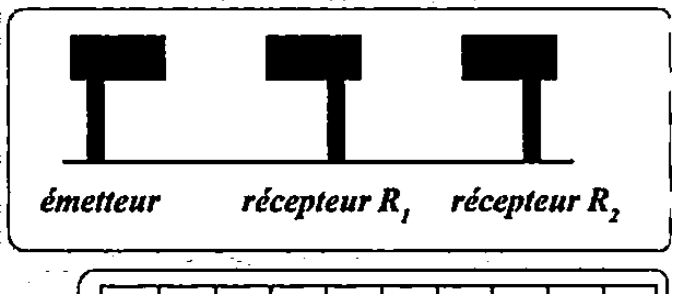
que sa longueur d'onde.

6- Laquelle des deux figures suivantes correspond à un milieu dispersif?



## Exercice 07

9 Un émetteur ultrasonore et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  placés en  $M_1$  et  $M_2$  sont alignés. Les deux récepteurs sont reliés aux deux voies d'entrée 1 et 2 d'un oscillographe.



Soutien scolaire  
\*Pr. Alaeddine ABIDA\*  
Physique Chimie  
0696307274

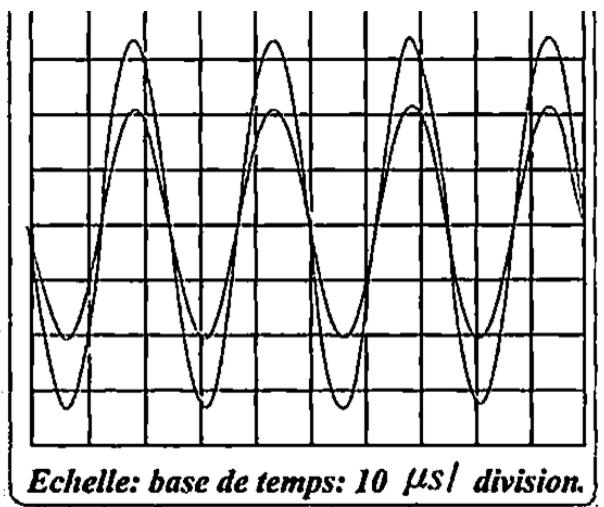
La plus petite distance  $M_1M_2$  pour laquelle l'oscillogramme des tensions aux bornes des récepteurs à l'allure ci-contre vaut  $8,5\text{mm}$

1.1- Identifier les deux oscillogrammes.

1.2- Quelle est la fréquence du signal ultrasonore?

1.3- Quelle est la valeur de sa longueur d'onde?

1.4- Calculer sa célérité.



3- un télémètre, appareil permettant de mesurer une distance, comprend, entre autres, un émetteur d'ultrasons et un récepteur associé. Une horloge électronique intégrée au dispositif permet de déterminer la durée  $\Delta t$  nécessaire pour qu'un signal émis en direction d'un obstacle soit réfléchi par celui-ci, puis reçu par le récepteur.

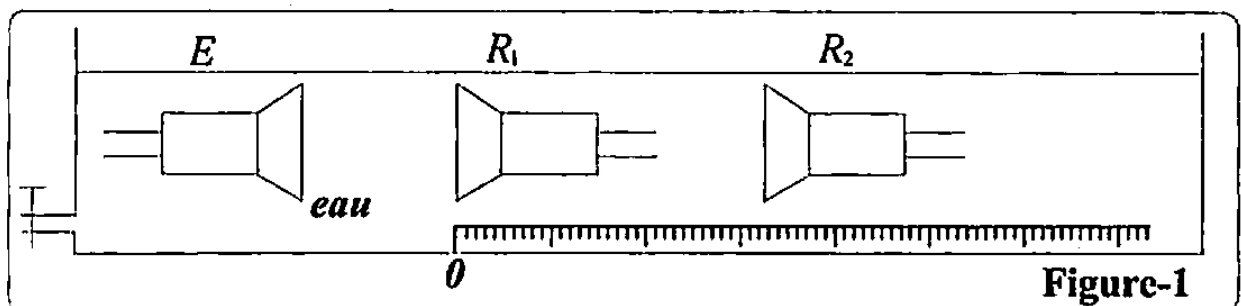
3.1- Quelle relation existe-il entre  $d$ , distance émetteur-obstacle et  $\Delta t$ ?

3.2- La plus petite variation de durée détectable vaut  $0,10\text{ms}$ . En déduire la plus petite variation de distance mesurable.

### Exercice 08

12 Une source  $E$  d'ultrasons émet une onde progressive sinusoïdale qui se propage dans un tube plein d'eau où sont placés deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ , dans la même direction contenant l'émetteur  $E$  (figure 1).

Les signaux captés par  $E$  sont visualisés sur l'écran d'un oscilloscope bicourbe réglé sur la sensibilité horizontale  $5\mu\text{s}/\text{div}$ .



1- Au début,  $R_1$  et  $R_2$  sont placés au niveau de la graduation 0 sur une règle graduée, à ce moment; les deux courbes visualisées sont en phase.

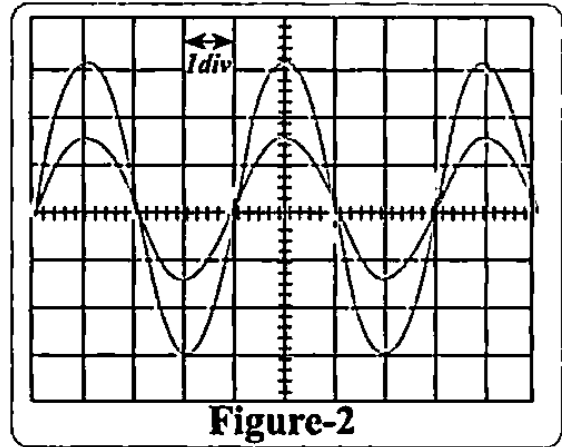
Soutien scolaire  
\*Pr. Alaeddine ABIDA\*  
Physique Chimie  
0696307274

- On éloigne  $R_1$  et  $R_2$  suivant la direction de la règle graduée, le signal capté par  $R_2$  se déplace à droite, et les deux courbes deviennent à nouveau en phase lorsque  $d = 3\text{cm}$  (figure 2).

1.1- Donner la définition de la longueur d'onde  $\lambda$ .

1.2- Ecrire la relation liant  $\lambda$ ; la fréquence  $N$  de l'onde ultrasonore et sa célérité  $v$ .

1.3- Dédurre de cette expérience la célérité  $V_e$  de l'onde ultrasonore dans l'eau.



2- Propagation de l'onde ultrasonore dans l'air:

On garde le montage précédent, avec  $R_1$  et  $R_2$  aux mêmes positions ( $d = 3\text{cm}$ ), et on fait évacuer l'eau du bassin.

On observe que les deux signaux captés par  $R_1$  et  $R_2$  sont décalés l'un par rapport à l'autre.

2.1- Commenter cette observation.

2.2- De quelle distance minimale doit-on éloigner  $R_1$  et  $R_2$  pour que les deux signaux deviennent en phase?

On donne: vitesse de propagation des ultrasons dans l'air:  $V_a = 340\text{m.s}^{-1}$ .

### Exercice 09

13 Une onde progressive sinusoïdale de fréquence  $15,0\text{Hz}$ , se propage à partir d'un point  $S$  de la surface de l'eau contenue dans une cuve. L'amplitude du mouvement de  $S$  est de  $5,0\text{mm}$ .

Un point  $M$  de la surface de l'eau, situé à  $2,5\text{cm}$  du point  $S$  vibre en opposition de phase avec le point  $S$ .

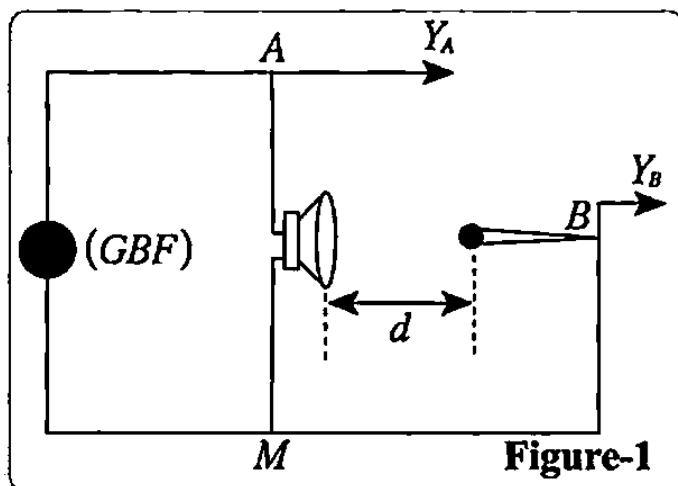
Quelle est la valeur de la célérité  $V$  de l'onde si elle est comprise entre  $20\text{cm.s}^{-1}$  et  $30\text{cm.s}^{-1}$ ?

Soutien scolaire  
\*Pr. Alaeddine ABIDA\*  
Physique Chimie  
0696307274

## Exercice 10

14 Un haut-parleur alimenté par un générateur de basse fréquence (GBF) émet une onde sonore de fréquence  $f$ , Cette onde est visualisée sur la voie  $Y_A$  d'un oscilloscope figure (2).

On place à une distance  $d$  du haut-parleur un microphone qu'on relie avec la voie  $Y_B$  de l'oscilloscope.

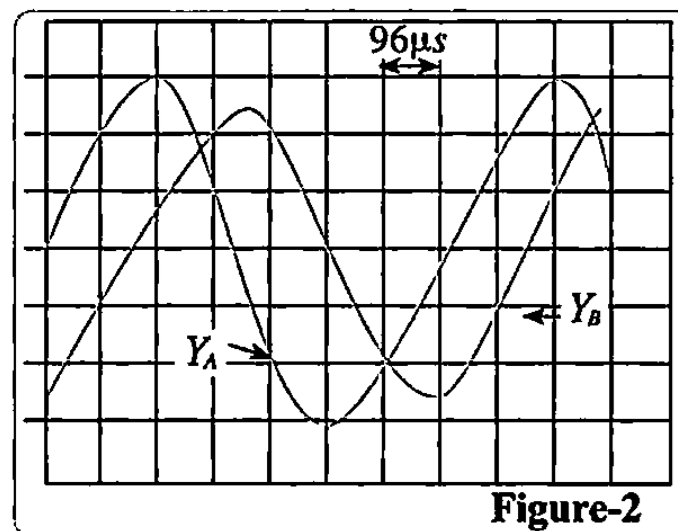


- Balayage horizontal:  $96\mu s$  par division.

1- Déterminer la fréquence  $f$  de l'onde sonore.

2- Déterminer la valeur du décalage horaire  $\tau$  entre les deux signaux.

3- Exprimer la durée  $\Delta t$  que met l'onde pour parcourir la distance  $d$ , en fonction de  $\tau$ ,  $f$  et  $k$ .  $k$  étant un nombre entier.



4- On éloigne le microphone de la source jusqu'à ce que les deux courbes deviennent en phase, le microphone est alors à la distance  $d_1$  du haut-parleur. Cette position est notée (1).

On éloigne encore le microphone jusqu'à l'obtention d'une nouvelle concordance de phases, on note que le microphone se trouve à la distance  $\Delta d = 23cm$  de sa position (1).

4.1- Déterminer la célérité  $V$  du son dans l'air.

4.2- Sachant que la distance  $d$  figurant aux début de l'exercice est comprise entre  $40cm$  et  $60cm$ ; déterminer la valeur de cette distance.