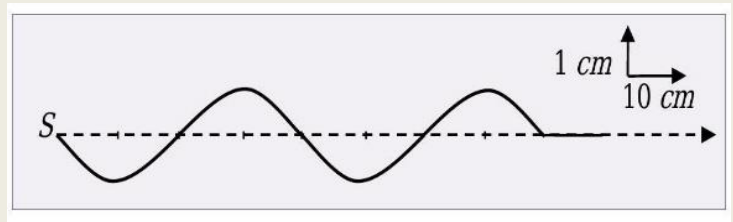


## Série 4 : Les ondes mécaniques progressives périodiques



### EXERCICE 1 :

Une lame métallique effectue des vibrations sinusoïdales qui se propagent le long d'une corde élastique, à partir de l'extrémité gauche notée  $S$ . La figure ci-contre représente l'aspect de la corde à l'instant  $t = 0,08$  s

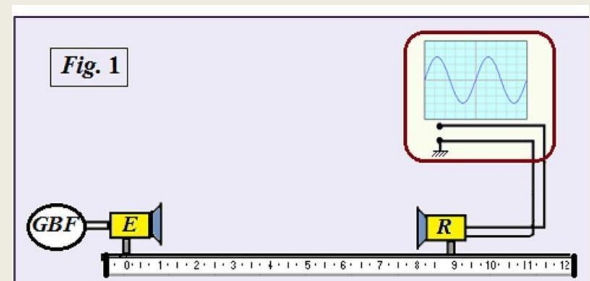


- 1- L'onde est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
- 2- Calculer la célérité de l'onde. (On considère que la source commence à vibrer à l'instant  $t = 0$  s)
- 3- Déterminer la longueur d'onde, déduire la fréquence de la source
- 4- Dans quel sens, la source a-t-elle vibré à l'instant  $t = 0$  s ? Justifier votre réponse.
- 5- Considérons deux points de la corde M et N tels que  $SM = 30$  cm et  $SN = 70$  cm.
- 5-1 Les deux points M et N vibrent-ils en phase ou en opposition de phase ?
- 5-2 Calculer le retard de chaque point par rapport à la source.
- 6- Représenter l'aspect de la corde à l'instant  $t' = 0,1$  s.

### Exercice 2: Propagation des ondes ultrasonores

#### I. Etude de la propagation d'une onde ultrasonore.

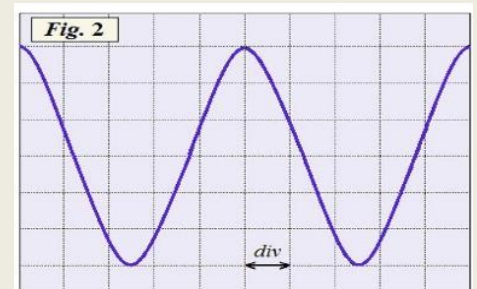
Afin d'étudier la propagation des ondes ultrasonores dans l'air, nous réalisons le montage expérimental représenté dans la fig.1. E est un émetteur des ondes et R leur récepteur.



- 1- Définir l'onde mécanique progressive.
- 2- L'onde ultrasonore est-elle longitudinale ou transversale ?
- 3- L'oscillogramme présenté dans la fig. 2 montre la variation de la tension entre les bornes du récepteur R. La sensibilité horizontale utilisée est:  $2\mu\text{s}/\text{div}$
- 3-1 Indiquer la valeur de la période  $T$  de l'onde reçue par R
- 3-2 Déterminer la valeur de la longueur d'onde  $\lambda$ , sachant que la célérité des ultrasons dans l'air est égale à  $v = 3,44 \cdot 10^2$  m.s<sup>-1</sup>

#### II. Détermination de la profondeur de l'eau.

Le sonar est un dispositif qui contient une sonde comprenant un émetteur E et un récepteur R des ondes ultrasonores, il est utilisé dans la navigation maritime pour mesurer la profondeur de l'eau. Il permet au navire d'approcher le rivage sans aucun risque. Pour déterminer la profondeur de l'eau dans un port, un navire envoie des salves périodiques d'ultrasons, à partir de l'émetteur E, vers le fond marin. A pres avoir atteint ce dernier, les salves sont réfléchies partiellement vers le récepteur R (voir Fig. 3).



Nous visualisons à l'aide d'un oscilloscope le signal émis par l'émetteur E (L'oscillogramme (1)), et le signal reçu par le récepteur R (L'oscillogramme (2) ) voir Fig. 4.

- 1- À partir de l'oscillogramme, déterminer la durée  $\Delta t$  entre l'émission de la salve et la réception de son écho.
- 2- Nous considérons que les ondes ultrasonores empruntent un chemin vertical, déduire la valeur de profondeur de l'eau à la verticale du navire.

On donne la valeur de la célérité des ultrasons dans l'eau de mer est :  $v_{\text{eau}} = 1,50 \cdot 10^3$  m.s<sup>-1</sup>

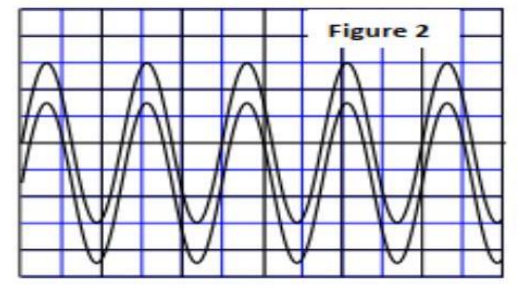
### Exercice 3 :

#### Détermination de la vitesse de propagation d'une onde :

Ultrasonore dans l'air

On place un émetteur E d'ondes ultrasonores et deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  comme l'indique la figure

L'émetteur E envoie une onde ultrasonore progressive sinusoïdale qui se propage dans l'air. Celle-ci est captée par les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$ . On visualise, à l'oscilloscope, sur la voie  $Y_1$  le signal capté par  $R_1$  et sur la voie  $Y_2$  le signal capté par  $R_2$ . Lorsque les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  se trouvent à la même distance de l'émetteur E, les deux courbes correspondant aux signaux captés sont en phase (figure 2). En éloignant  $R_1$  et  $R_2$ , on constate que les deux courbes ne restent plus en phase. En continuant d'éloigner  $R_2$  de  $R_1$ , on constate que les deux courbes se retrouvent à nouveau en phase et pour la quatrième fois, lorsque la distance entre les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  est  $d = 3,4 \text{ cm}$  (figure 1). On donne :  $S_H = 10 \mu\text{s} \cdot \text{div}^{-1}$



1-1- Choisir la proposition juste, parmi les propositions suivantes :

- a- Les ondes ultrasonores sont des ondes électromagnétiques.
- b- Les ondes ultrasonores ne se propagent pas dans le vide
- c- Le phénomène de diffraction ne peut pas être obtenu par les ondes ultrasonores.
- d- Les ondes ultrasonores se propagent dans l'air avec une vitesse égale à la célérité de la lumière.

1-2- Déterminer la fréquence  $N$  de l'onde ultrasonore étudiée.

1-3- Vérifier que la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore dans l'air est  $V = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

### Exercice 4 :

Les ondes ultrasonores, ce sont des ondes mécaniques de fréquence plus grande que celle des ondes audibles. On l'exploite dans des différents domaines comme l'examen par échographie. Le but de cet exercice est :

L'étude de la propagation d'une onde ultrasonore et détermination des dimensions d'une tube métallique

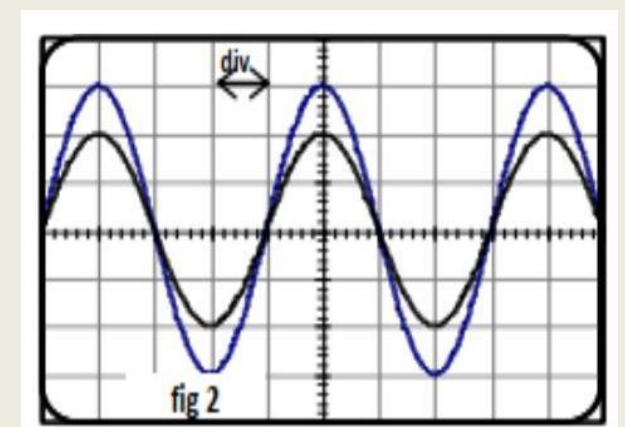
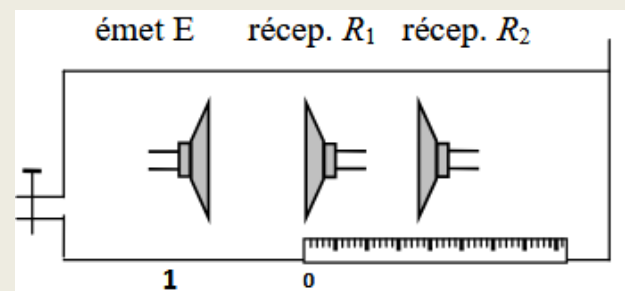
### I- Propagation d'une onde mécanique

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. (fig 1) 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  $R_2$  La sensibilité horizontale :  $5 \mu\text{s}/\text{div}$ . Successivement, sont visualisés à les entrées  $Y_1$  et  $Y_2$  d'un oscilloscope .Lorsque les deux récepteurs  $R_1$  et  $R_2$  sont placés sur le zéro de la règle graduée, on observe sur l'écran de l'oscilloscope l'oscillogramme de la figure 2 , où les deux courbes qui correspondent aux deux signaux reçus par  $R_1$  et  $R_2$  sont en phase .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 les 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 d'onde

2-2- Écrire 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 cet 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 expérimentales dans ces positions (  $d = 3 \text{ cm}$  ) et on vide la cuve de l'eau de tel 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 qu'elle faut pour éloigner  $R_2$  de  $R_1$  suivant la règle graduée, pour que les deux signaux soient à nouveau en phase,  $V_a = 340 \text{ m/s}$