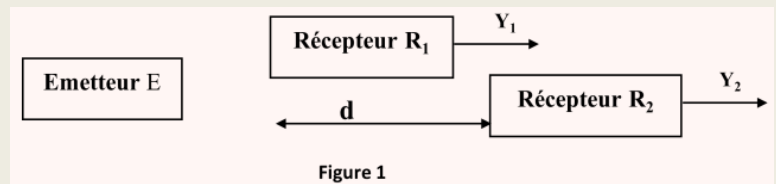


EXERCICE 1 :

On trouve parmi les applications des ondes ultrasonores, l'exploration du relief des fonds marins et la localisation des regroupements de poissons, ce qui nécessite la connaissance de la vitesse de propagation de ces ondes dans l'eau de mer. Le but de cet exercice est de déterminer la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air et dans l'eau de mer.

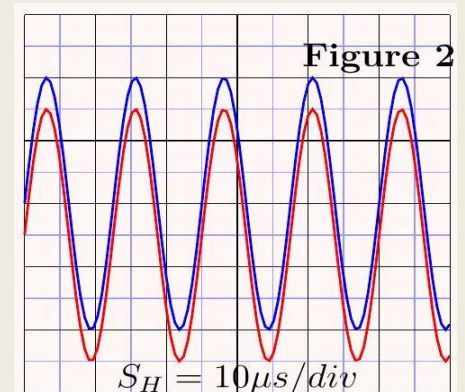


1. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore dans l'air

On place un émetteur E d'ondes ultrasonores et deux récepteurs R_1 et R_2 comme l'indique la figure 1.

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 aux signaux captés sont en phase (figure 2). En éloignant R_2 de R_1 , 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 $d = 3,4 \text{ cm}$ (fig 1)

1.1. Choisir la proposition juste, parmi les propositions suivantes :

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

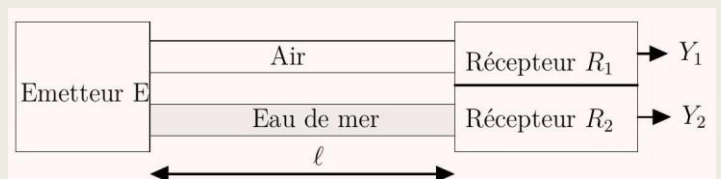
1.2. Déterminer la fréquence N de l'onde ultrasonore étudiée.

1.3. Vérifier que la vitesse de propagation de l'onde ultrasonore sonore dans l'air est $V_a = 340 \text{ m/s}$

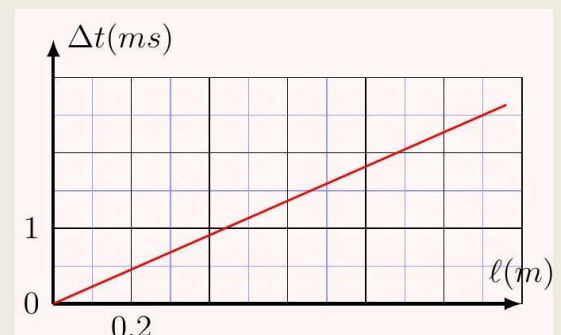
2. Détermination de la vitesse de propagation d'une onde ultrasonore dans l'eau de mer :

L'émetteur envoie l'onde ultrasonore précédente dans deux tubes, l'un contenant de l'air l'autre étant rempli d'eau de mer (figure 3).

Le récepteur R_1 capte l'onde qui se propage dans l'air et le récepteur R_2 capte l'onde qui se propage dans l'eau de mer. Soient Δt le retard temporel de réception de l'onde qui se propage dans l'air par rapport à celle qui se propage dans l'eau de mer et ℓ la distance entre l'émetteur et les deux récepteurs.



En mesurant le retard Δt pour différentes distances entre l'émetteur et les deux récepteurs (figure 3), on obtient la courbe de la figure 4.



2.1. Exprimer Δt en fonction de ℓ , V_a et V_e vitesse de propagation de l'onde dans l'eau de mer.

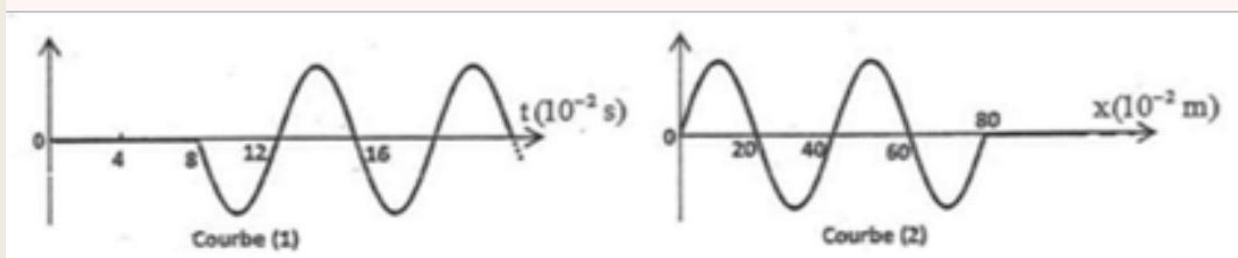
2.2. Déterminer la valeur de V_e

EXERCICE 2 : Propagation d'une onde le long d'une corde

Une lame vibrante en mouvement sinusoïdale de fréquence N , fixée à l'extrémité d'une corde élastique SA très longue et tendue horizontalement, génère le long de celle-ci une onde progressive périodique non amortie de célérité v . Un dispositif approprié, placé en A, empêche toute réflexion des ondes.

Le mouvement de S débute à l'instant $t = 0$.

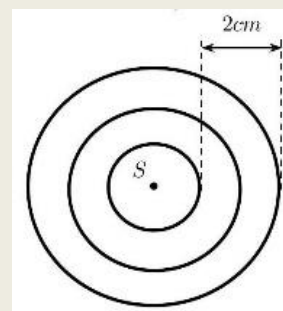
Les courbes (1) et (2) de la figure ci-dessous représentent l'élongation d'un point M de la corde, situé à la distance d de S, et l'aspect de la corde à un instant t_1 .



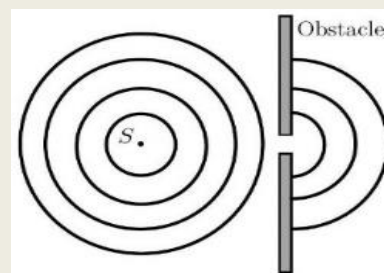
1. Identifier, en justifiant, la courbe représentant l'aspect de la corde à l'instant t_1 .
2. Donner le nombre d'affirmations justes parmi les affirmations suivantes :
 - a) Le phénomène de diffraction ne se produit jamais pour une onde mécanique,
 - b) Les ondes progressives périodiques sinusoïdales se caractérisent par une périodicité temporelle et une périodicité spatiale.
 - c) L'onde qui se propage le long de la corde est une onde longitudinale.
 - d) La vitesse de propagation d'une onde mécanique ne dépend pas de l'amplitude de l'onde ?
3. Par exploitation des courbes précédentes, déterminer :
 - 3.1. La longueur d'onde λ , la période T et la célérité v de l'onde.
 - 3.2. Le retard τ du point M par rapport à la source S de l'onde et déduire la distance d .
4. On donne la relation qui lie la célérité v de l'onde, la tension F de la corde et sa masse linéique μ (quotient de la masse sur la longueur) : $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$.
 - 4.1. En utilisant les équations aux dimensions, vérifier l'homogénéité de la relation précédente.
 - 4.2. La corde est-elle un milieu dispersif ? justifier.
 - 4.3. On double la tension F de la corde ($F' = 2F$) sans modifier la fréquence N . Déterminer dans ce cas la longueur d'onde λ .

EXERCICE 3 : Propagation d'une onde mécanique circulaire à la surface de l'eau

Pendant une séance de travaux pratiques, un professeur accompagné de ses élèves a réalisé, en utilisant la cuve à onde, l'étude de la propagation d'une onde mécanique progressive à la surface de l'eau, ceci dans le but d'identifier certaines de ses propriétés.



1. À l'aide d'une pointe S animée par un vibreur de fréquence $N = 20$ Hz, on engendre, à $t_0 = 0$ s, une onde progressive sinusoïdale qui se propage sans réflexion ni amortissement à la surface de l'eau. La figure 1 représente l'aspect de la surface de l'eau à l'instant t_1 . Les cercles représentent les lignes de crêtes.
 - 1.1. L'onde qui se propage est-elle transversale ou longitudinale ? Justifier votre réponse.
 - 1.2. Indiquer la valeur de la longueur d'onde.
 - 1.3. Déduire la valeur v de la célérité de l'onde qui se propage à la surface de l'eau.
 - 1.4. Nous considérons un point M du milieu de propagation tel que : $SM = 5$ cm calculer la valeur τ du retard de M par rapport à S.



2. On place dans la cuve à onde un obstacle muni d'une ouverture de largeur a puis nous remettons le vibreur en marche avec une fréquence $N = 20 \text{ Hz}$. La figure 2 représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant t .
- 2.1. Nommer le phénomène observé dans la fig. 2.
- 2.2. Déterminer la valeur de la célérité de l'onde après avoir traversé l'ouverture. Justifier votre réponse.