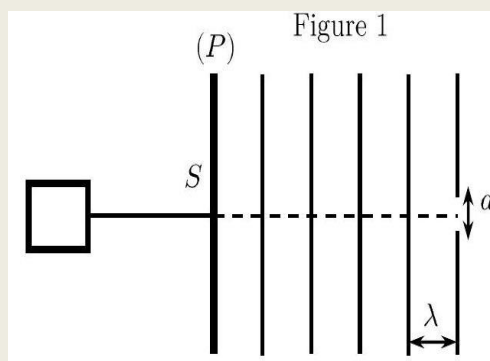
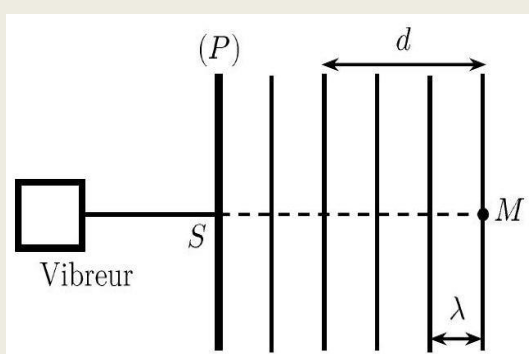


Exercice 1 : Propagation d'une onde mécanique rectiligne à la surface de l'eau

Sur une cuve à ondes, on crée des ondes rectilignes grâce à une réglette plane menue d'un vibreur réglé à une fréquence $N = 50$ Hz. Ces ondes se propagent sur la surface d'eau sans atténuation et sans réflexion. La figure 1 représente l'aspect de la surface de l'eau à un instant donné, tel que $d = 15$ mm.

- À l'aide de la figure 1, déterminer la valeur de la longueur d'onde λ .
 - En déduire V la vitesse de propagation des ondes sur la surface de l'eau.
 - On considère un point M de la surface de propagation (Figure 1). Calculer le retard τ de la vibration du point M par rapport à la source S.
 - On double la valeur de la fréquence $N' = 2N$, la longueur d'onde est $\lambda' = 3$ mm. Calculer V' la valeur de la vitesse de propagation dans ce cas. L'eau est-elle un milieu dispersif ? Justifier.
- On règle à nouveau la fréquence du vibreur à la valeur 50 Hz.



On place dans la cuve un obstacle contenant une ouverture de largeur a .

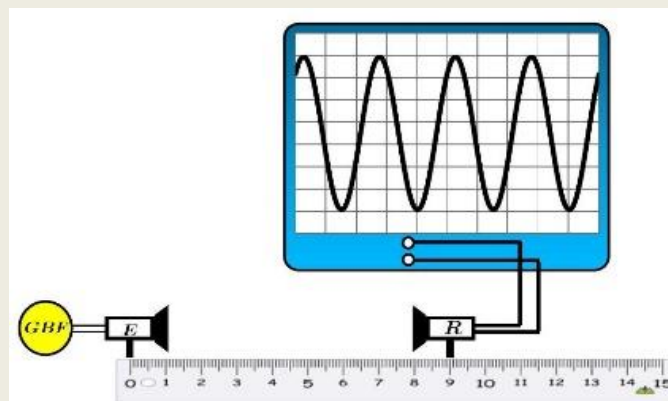
Voir figure 2. Représenter, en justifiant la réponse, l'aspect de la surface d'eau lorsque les ondes dépassent l'obstacle dans les deux cas : $a = 4$ mm et $a = 10$ mm.

Exercice 2 : Propagation d'une onde ultrasonore

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.

- Définir l'onde mécanique progressive.
- L'onde ultrasonore est-elle longitudinale ou transversale ?
- L'oscillogramme présenté dans la figure 1, montre la variation de la tension entre les bornes du récepteur R. La sensibilité horizontale utilisée est : $4\mu\text{s}/\text{div}$.
 - Indiquer la valeur de la période T de l'onde reçue par R.
 - Déterminer la valeur de la longueur d'onde λ , sachant que la célérité des ultrasons dans l'air est égale à $v = 3,44 \cdot 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

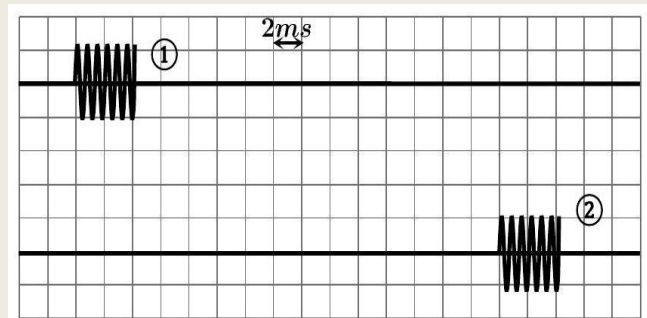
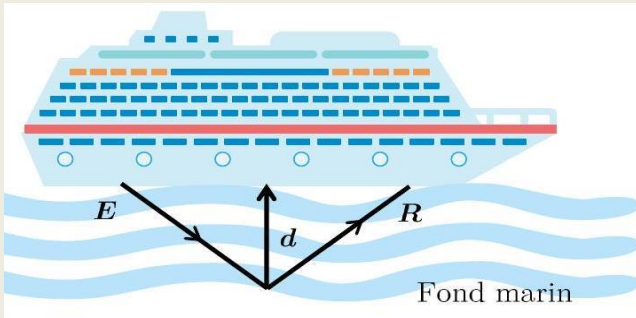


II- Détermination de la profondeur de l'eau.

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. Après avoir atteint ce dernier, les salves sont réfléchies partiellement vers le récepteur R (voir fig. 2).

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. 3.



1. À partir de l'oscillogramme, déterminer la durée Δt 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 : $v_{\text{eau}} = 1,50 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

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 circulaires ? Proposer une expérience dans laquelle les ondes ne seraient plus circulaires.

