

DÉTERMINER LE RELIEF DU FOND MARIN AVEC UN SONDEUR – 20 points

Les trois parties de l'exercice sont indépendantes

1. Étude de l'onde ultrasonore dans l'eau de mer (3 points)

1.1. Définir une onde mécanique progressive.

1.2. La lumière est une onde progressive périodique mais elle n'est pas mécanique.

1.2.1. Citer deux adjectifs qui permettent de caractériser les ondes lumineuses.

1.2.2. Quelle observation permet de montrer que la lumière n'est pas une onde mécanique ?

2. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau (10 points)

La célérité des ultrasons dans l'air $v_{air} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ est plus faible que la célérité des ultrasons dans l'eau de mer v_{mer} .

Un émetteur produit simultanément des salves d'ondes ultrasonores dans un tube rempli d'eau de mer et dans l'air (voir **figure 1**). À une distance d de l'émetteur d'ondes ultrasonores sont placés deux récepteurs, l'un dans l'air et l'autre dans l'eau de mer.

Le récepteur A est relié à l'entrée A du système d'acquisition d'un ordinateur et le récepteur B à l'entrée B. L'acquisition commence lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B du système d'acquisition.

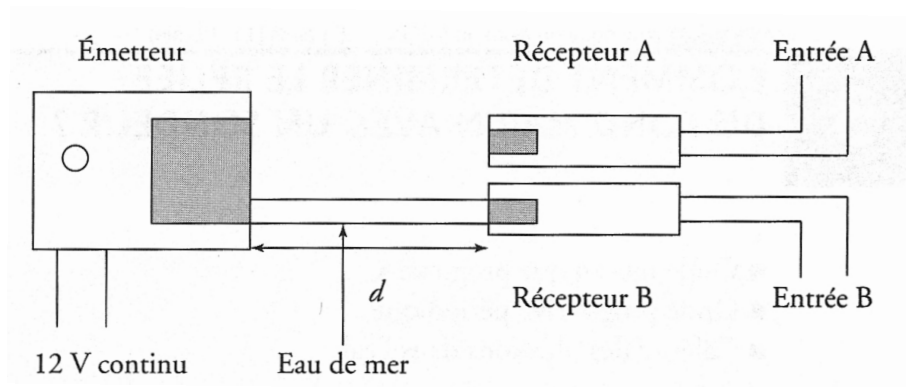


figure 1

2.1. Pourquoi est-il nécessaire de déclencher l'acquisition lorsqu'un signal est reçu sur l'entrée B ?

2.2. Donner l'expression du retard Δt entre la réception des ultrasons par les deux récepteurs en fonction de t_A et t_B , durées que mettent les ultrasons pour parcourir respectivement la distance d dans l'air et dans l'eau de mer.

2.3. On détermine Δt pour différentes distances d entre l'émetteur et les récepteurs. On traite les données avec un tableur et on obtient le graphe $\Delta t = f(d)$ suivant (voir Figure 2).

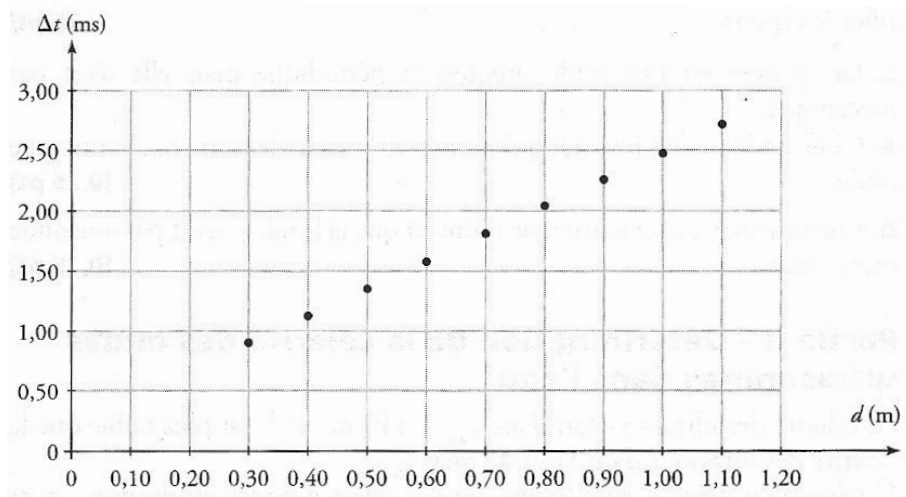


figure 2

- 2.3.1.** À l'aide de l'expression des célérités dans l'air et dans l'eau, montrer que l'expression littérale de Δt en fonction de d , v_{air} et v_{eau} est $\Delta t = d \cdot \left(\frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}} \right)$
- 2.3.2.** Justifier soigneusement l'allure de la courbe obtenue.
- 2.3.3.** Déterminer graphiquement le coefficient directeur de la droite représentative de $\Delta t = f(d)$. En déduire la valeur de la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau de mer en prenant $v_{air} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

3. Détermination du relief des fonds marins (7 points)

Dans cette partie, on prendra $v_{eau} = 1,50 \cdot 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$.

Un sondeur acoustique classique est composé d'une sonde comportant un émetteur et un récepteur d'onde ultrasonore de fréquence $f = 200 \text{ kHz}$ et d'un boîtier de contrôle ayant un écran qui visualise le relief des fonds marins.

La sonde envoie des salves d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers; cette onde ultrasonore se propage dans l'eau à une vitesse constante v_{eau} . Quand elle rencontre un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur p .

Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe $(x'x)$ en explorant le fond depuis le point A d'abscisse $x_A = 0 \text{ m}$ jusqu'au point B d'abscisse $x_B = 50 \text{ m}$ (voir **figure 3**).

Le sondeur émet des salves d'ultrasons à intervalles de temps égaux. On mesure à l'aide d'une interface de mesure la durée Δt séparant l'émission de la salve de la réception de son écho.

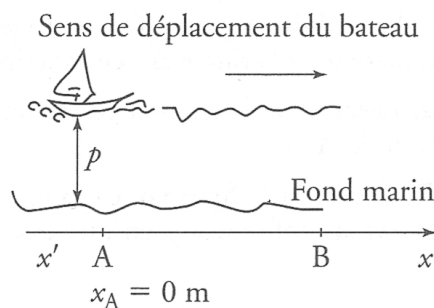


figure 3

- 3.1.** La **figure 4** ci-dessous montre le graphe fourni par le logiciel d'acquisition lorsque le bateau se trouve en A ($x_A = 0$ m). L'une des voies représente le signal émis, l'autre le signal reçu par le récepteur. Sur le graphe, on a décalé la voie 2 vers le bas pour distinguer nettement les deux signaux.

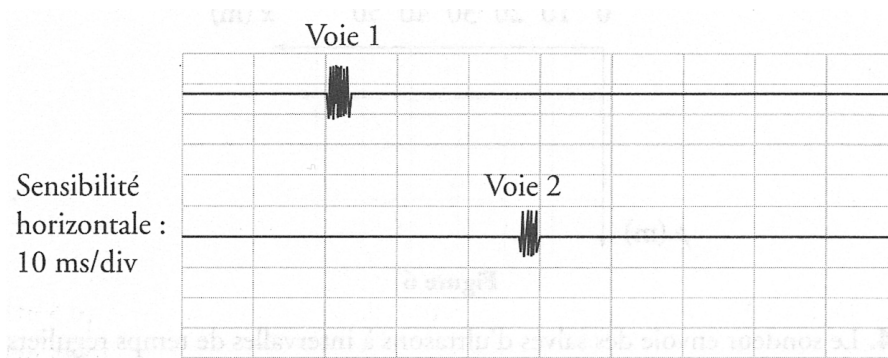


figure 4

La **figure 5** ci-dessous représente $\Delta t = f(x)$ lorsque le bateau se déplace de A vers B.

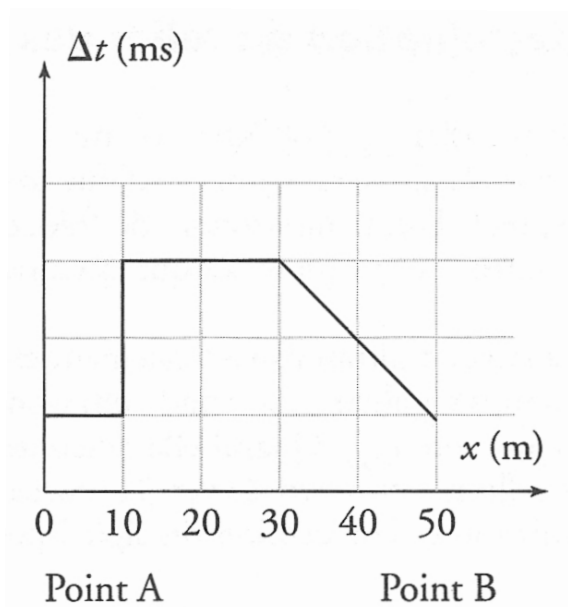


figure 5

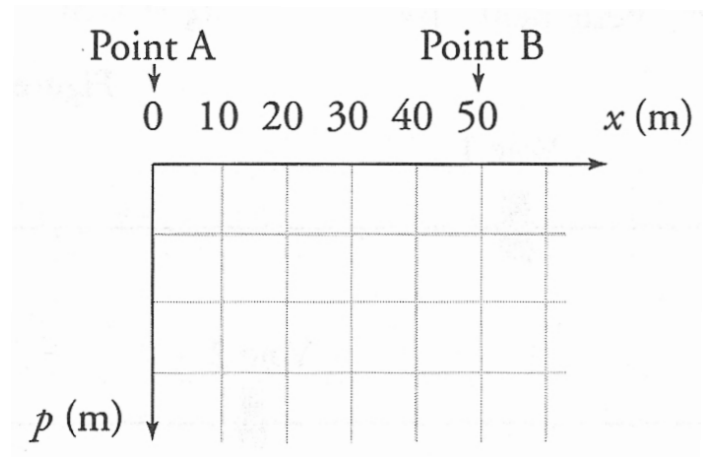


figure 6

- 3.1.1.** Identifier les signaux observés sur chaque voie en justifiant la réponse.
- 3.1.2.** À partir de la **figure 4**, déterminer la durée Δt entre l'émission de la salve et la réception de son écho.
- 3.1.3.** En déduire la graduation de l'axe des ordonnées de la **figure 5** représentant la durée Δt en fonction de la position x du bateau.
- 3.2.** Déterminer la relation permettant de calculer la profondeur p en fonction de Δt et v_{eau} .
- 3.3.** Tracer sur la **figure 6** l'allure du fond marin exploré en précisant la profondeur p en mètres en fonction de la position x du bateau.