

Ondes mécaniques progressives

Comment déterminer le relief du fond marin avec un sondeur ? (Amérique du nord 2007)

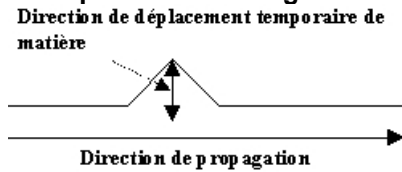
Les trois parties de l'exercice sont indépendantes

Données:

Ondes transversales et longitudinales

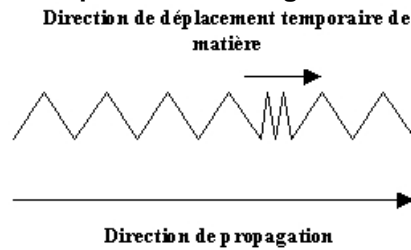
[\(animation Gastebois\)](#) Lorsque le déplacement temporaire de matière au passage de la perturbation est perpendiculaire à la direction de propagation, on dit que **l'onde est transversale**.

Exemple : onde le long d'une corde.



L'onde est dite longitudinale si la perturbation se déplace dans la même direction que celle de la propagation. [Vidéo de TP](#)

Exemple : onde le long d'un ressort.



1. Étude de l'onde ultrasonore dans l'eau de mer.

1.1 Définir une onde mécanique progressive.

1.2 L'onde ultrasonore est-elle une onde longitudinale ou transversale ? Justifier la réponse.

2. Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau.

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

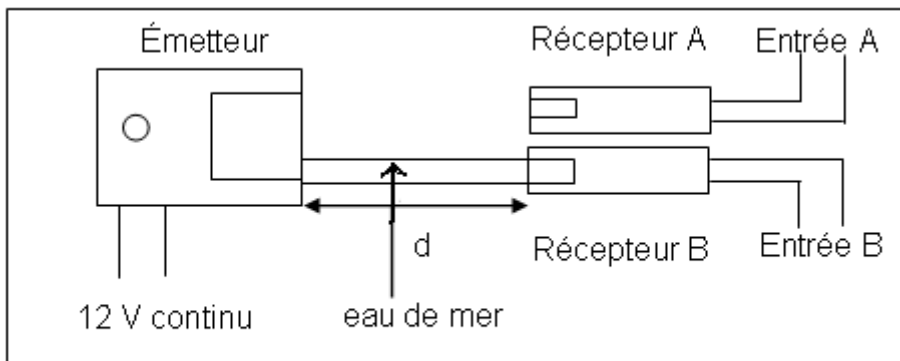
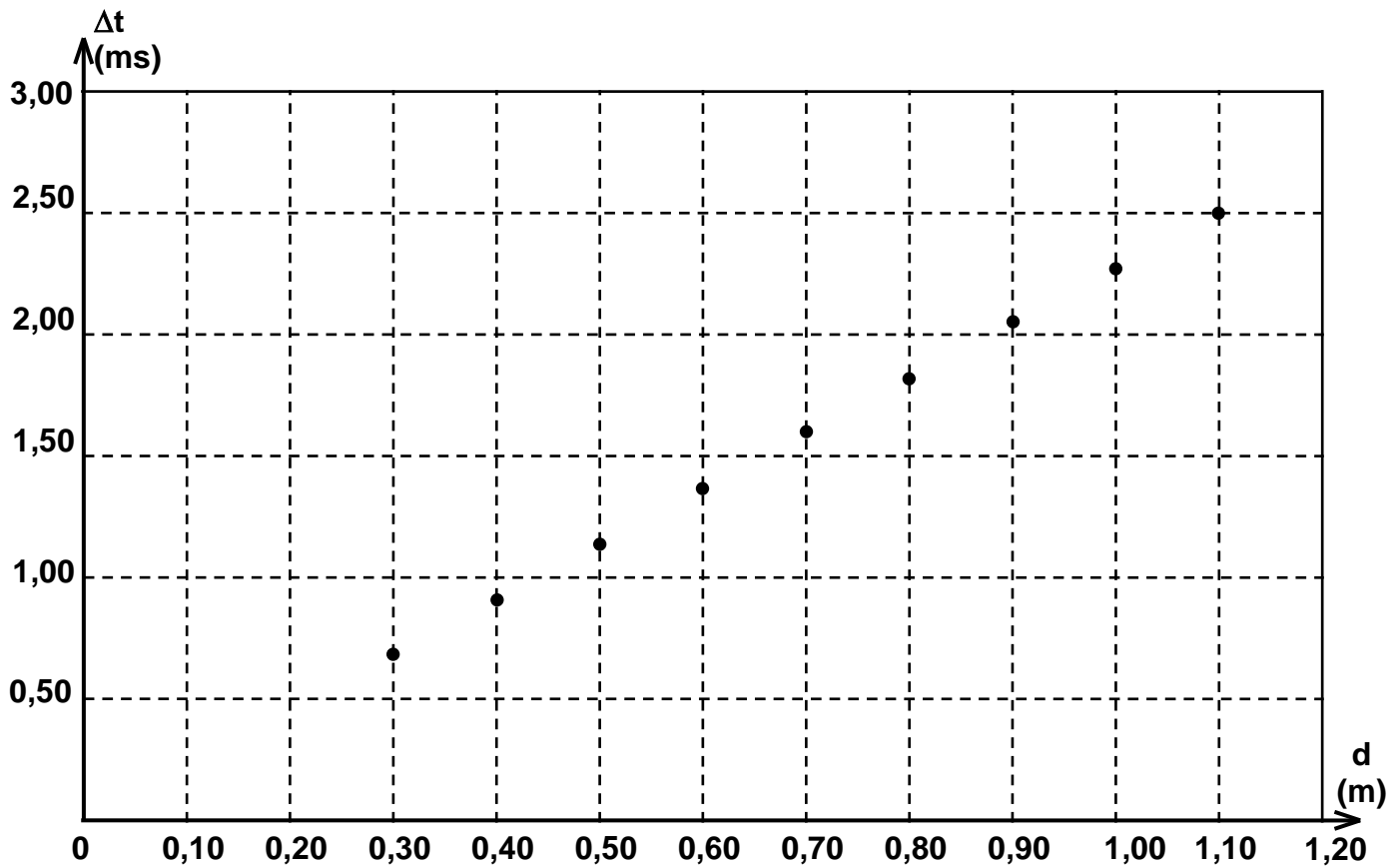


Figure 1

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.

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 $\Delta t > 0$ 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. Justifier l'expression trouvée.

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 $\Delta t = f(d)$ ci-dessous.

2.3.1 Donner l'expression de Δt en fonction de d , v_{air} , v_{eau} . Vérifier que votre expression littérale est homogène en terme d'unité.

2.3.2 Justifier l'allure de la courbe obtenue.

2.3.3 Déterminer graphiquement le coefficient directeur de la droite $\Delta t = f(d)$. En déduire la valeur de la célérité v_{eau} des ultrasons dans l'eau de mer en prenant $v_{\text{air}} = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

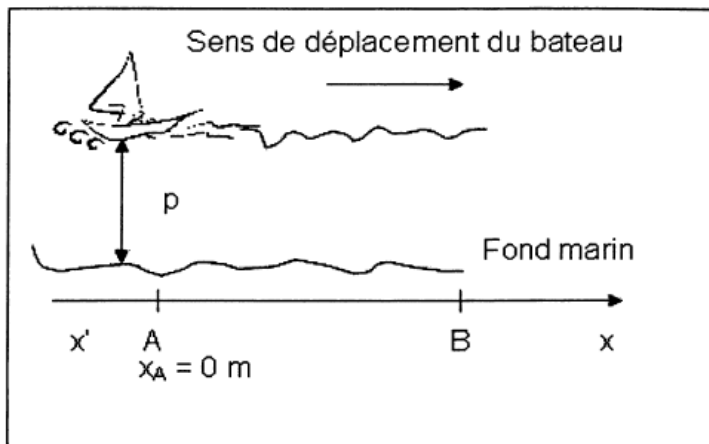


Figure 2

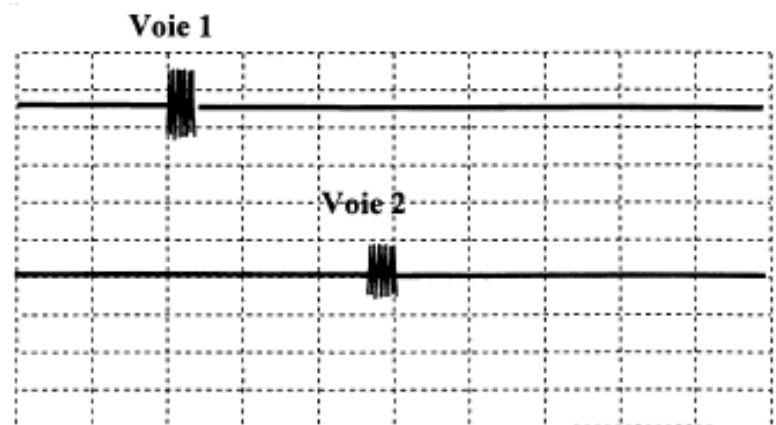
un obstacle, une partie de l'onde est réfléchiée et renvoyée vers la source. La détermination du retard entre l'émission et la réception du signal permet de calculer la profondeur p . Un bateau se déplace en ligne droite suivant un axe $x'x$ en explorant le fond depuis le point A $x_A = 0 \text{ m}$ jusqu'au point B $x_B = 50 \text{ m}$ (figure 2). Le sondeur émet des salves d'ultrasons à intervalles de temps égaux, on mesure à l'aide d'un oscilloscope la durée Δt séparant l'émission de la salve de la réception de son écho.

3.1 L'oscillogramme ci-dessous montre l'écran d'un oscilloscope lorsque le bateau se trouve en A ($x_A = 0 \text{ m}$). L'une des voies représente le signal émis, l'autre le signal reçu par le

récepteur. Sur l'oscillogramme, on a décalé la voie 2 vers le bas pour distinguer nettement les deux signaux. La figure 3 se trouvant sur l'annexe à rendre avec la copie

représente $\Delta t = f(x)$ lorsque le bateau se déplace de A vers B.

Sensibilité
Horizontale :
10 ms / div



Oscillogramme

3.1.1 Identifier les signaux observés sur chaque voie, en justifiant.

3.1.2 À partir de l'oscillogramme, 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 3 se trouvant sur l'annexe à rendre avec la copie 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 4 se trouvant sur l'annexe à rendre avec la copie, l'allure du fond marin exploré en précisant la profondeur p en mètres en fonction de la position x du bateau.

3.4 Le sondeur envoie des salves d'ultrasons à intervalles de temps réguliers T . Pour une bonne réception, le signal émis et son écho ne doivent pas se chevaucher. Le sondeur est utilisable jusqu'à une profondeur de 360 m. Déterminer la période minimale T_m des salves d'ultrasons permettant ce fonctionnement.

3. Détermination du relief des fonds marins.

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

La sonde envoie des salves d'ultrasons verticalement en direction du fond à des intervalles de temps réguliers ; cette onde ultrasonore se déplace dans l'eau à une vitesse constante v_{eau} . Quand elle rencontre

Exercice II : Annexe à rendre avec la copie

Question 3.1.3 et 3.3

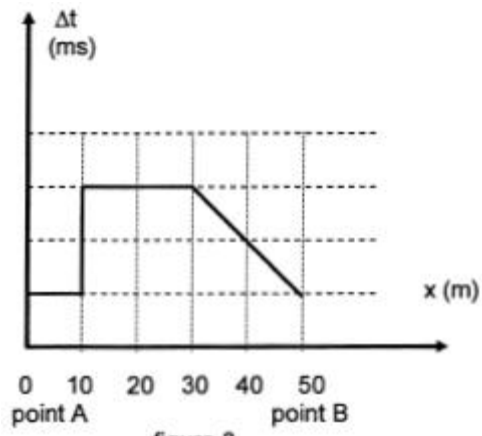


figure 3

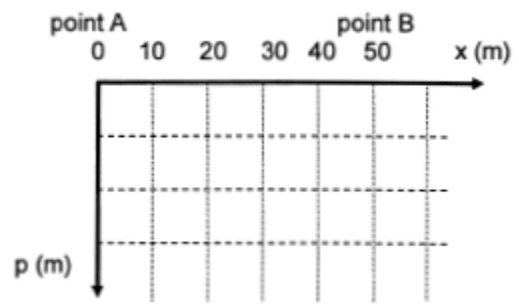


figure 4