

COMMENT DETERMINER LE RELIEF DU FOND MARIN AVEC UN SONDEUR ? CORRECTION

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

1.1. Une onde mécanique progressive est le phénomène de propagation d'une perturbation dans un milieu sans transport de matière.

1.2. L'onde ultrasonore est une onde longitudinale car la direction de la perturbation est parallèle à la direction de propagation de l'onde.

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

2.1. La célérité des ultrasons est plus grande dans l'eau de mer que dans l'air. Ainsi la salve d'ultrasons émise sera reçue en premier par le récepteur B, puis ensuite par le récepteur A.

2.2. Les ultrasons parcourent la distance d .

Dans l'air $v_{\text{air}} = \frac{d}{t_A - t_0}$, en posant $t_0 = 0$ (instant du début de l'émission de la salve) on a $v_{\text{air}} = \frac{d}{t_A}$.

Dans l'eau de mer $v_{\text{eau}} = \frac{d}{t_B - t_0} = \frac{d}{t_B}$.

D'après l'énoncé : $v_{\text{eau}} > v_{\text{air}}$

$$\text{donc } \frac{d}{t_B} > \frac{d}{t_A}$$

$$\text{soit } \frac{1}{t_B} > \frac{1}{t_A}$$

$$\text{alors } t_B < t_A$$

Le récepteur B perçoit en premier les ultrasons, ensuite le récepteur A. Donc le retard a pour expression :

$$\Delta t = t_A - t_B.$$

$$\mathbf{2.3.1.} \quad v_{\text{air}} = \frac{d}{t_A} \text{ soit } t_A = \frac{d}{v_{\text{air}}}$$

$$\text{D'autre part, } v_{\text{eau}} = \frac{d}{t_B} \text{ soit } t_B = \frac{d}{v_{\text{eau}}}.$$

$$\Delta t = t_A - t_B$$

$$\Delta t = \frac{d}{v_{\text{air}}} - \frac{d}{v_{\text{eau}}}$$

$$\Delta t = d \cdot \left(\frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right)$$

2.3.2. La relation obtenue en 2.3.1. montre que Δt est proportionnelle à d .

La courbe représentative de d en fonction de Δt est une droite passant par l'origine, ce qui est cohérent avec cette proportionnalité.

2.3.3. Soit le point A ($d_A = 1,10 \text{ m}$; $\Delta t_A = 2,50 \text{ ms} = 2,50 \times 10^{-3} \text{ s}$)

Notons a le coefficient directeur de cette droite passant par l'origine : $\Delta t_A = a \cdot d_A$, alors $a = \frac{\Delta t_A}{d_A}$

$$a = \frac{2,50 \times 10^{-3}}{1,10} = 2,27 \times 10^{-3} \text{ s.m}^{-1}$$

$$\text{Le coefficient directeur } a \text{ pour expression littérale } a = \left(\frac{1}{v_{\text{air}}} - \frac{1}{v_{\text{eau}}} \right)$$

$$\text{donc } a = \left(\frac{v_{\text{eau}} - v_{\text{air}}}{v_{\text{air}} \cdot v_{\text{eau}}} \right)$$

$$a \cdot v_{\text{air}} \cdot v_{\text{eau}} = v_{\text{eau}} - v_{\text{air}}$$

$$a \cdot v_{\text{air}} \cdot v_{\text{eau}} - v_{\text{eau}} = -v_{\text{air}}$$

$$v_{\text{eau}} (a \cdot v_{\text{air}} - 1) = -v_{\text{air}}$$

$$v_{\text{eau}} = \frac{-v_{\text{air}}}{(a \cdot v_{\text{air}} - 1)} = \frac{v_{\text{air}}}{(1 - a \cdot v_{\text{air}})}$$

$$v_{\text{eau}} = \frac{340}{1 - 2,27 \times 10^{-3} \times 340}$$

$$v_{\text{eau}} = 1,50 \times 10^3 \text{ m.s}^{-1} = 1,50 \text{ km.s}^{-1} \text{ Ce résultat est cohérent avec celui indiqué juste après dans la partie 3.}$$

3. Détermination du relief des fonds marins

3.1.1. L'émission a lieu avant la réception... donc la voie 1 représente le signal émis, et la voie 2 le signal reçu.

3.1.2. $\Delta t \rightarrow 2,7 \text{ cm}$

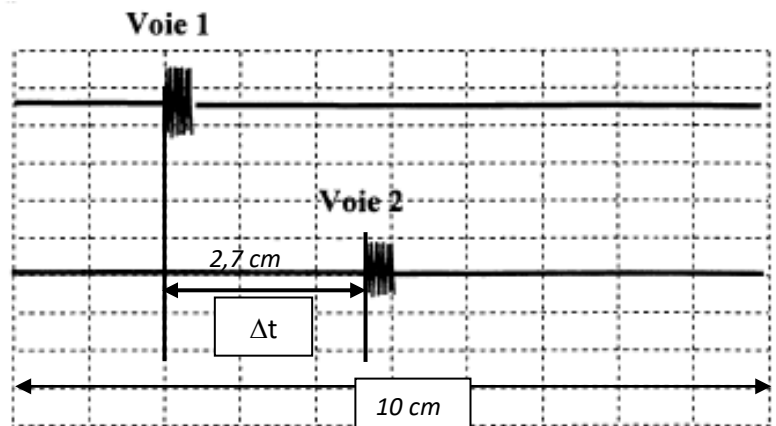
$$10 \times 10 \text{ ms} \rightarrow 10 \text{ cm}$$

$$\Delta t = \frac{2,7 \times 10 \times 10}{10} = 27 \text{ ms} = 27 \times 10^{-3} \text{ s}$$

3.1.3. Pour $x_A = 0 \text{ m}$, Δt correspond à un carreau verticalement.

L'échelle verticale de la figure 3 est donc

1 carreau représente 27 ms.



3.2. Les ultrasons émis se dirigent vers le fond, ils parcourent la distance p ; puis ils reviennent vers le bateau et parcourent à nouveau la distance p .

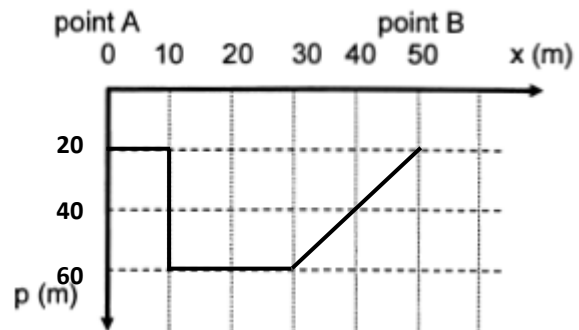
$$v_{\text{eau}} = \frac{d}{\Delta t} = \frac{2p}{\Delta t} \quad \text{donc } p = \frac{\Delta t \cdot v_{\text{eau}}}{2}$$

3.3. Pour $0 < x < 10 \text{ m}$: $\Delta t \rightarrow 1 \text{ carreau}$

$$p = \frac{27 \times 10^{-3} \times 1,50 \times 10^3}{2} = 20 \text{ m}$$

Pour $10 < x < 30 \text{ m}$: $\Delta t \rightarrow 3 \text{ carreaux}$

$$p = \frac{3 \times 27 \times 10^{-3} \times 1,50 \times 10^3}{2} = 60,75 \text{ m} = 6 \times 10^1 \text{ m}$$



On peut penser que la détermination de Δt étant peu précise, l'échelle de la figure 4 est sans doute de 1 carreau pour 20 m.

3.4. Pour que le signal émis et son écho ne se chevauchent pas, il faut que l'écho soit revenu avant une durée égale à T_m , soit avant qu'un nouveau signal ne soit émis.

Les ultrasons doivent parcourir la distance $2p$ en une durée inférieure à T_m .

$$v = \frac{2p}{\Delta t} \text{ soit } 2p = v \cdot \Delta t \quad \text{avec } \Delta t < T_m$$

$$\frac{2p}{v} < T_m$$

$$T_m > \frac{2 \times 360}{1,50 \times 10^3}$$

$$T_m > 0,48 \text{ s.}$$