CORRECTION PARTIELLE DU DEVOIR 1 DE SCIENCES PHYSIQUES

Exercice 2 : Comment déterminer le relief du fond marin ?

Partie 2 : Détermination de la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau de mer

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. Le récepteur A l'a recevra en retard par rapport au récepteur B. Les 2 récepteurs étant à la même distance d de l'émetteur.

2) Soit $t = 0\,s$, la date d'émission de la salve par l'émetteur. Cette salve est reçue à la date τ_B par le récepteur B puis à la date τ_A par le récepteur A.
Le retard Δt s'exprime par $\Delta t = \tau_A - \tau_B$
Rque : $\tau_A > \tau_B$ donc $\Delta t > 0$.

3) a) * La célérité des US dans l'air s'exprime par $v_{air} = \dfrac{d}{\tau_A}$ (1)
* La célérité des US dans l'eau de mer s'exprime par $v_{eau} = \dfrac{d}{\tau_B}$ (2)
puisque les 2 récepteurs sont à la même distance d de l'émetteur.
D'après (1) : $\tau_A = \dfrac{d}{v_{air}}$ et d'après (2) : $\tau_B = \dfrac{d}{v_{eau}}$

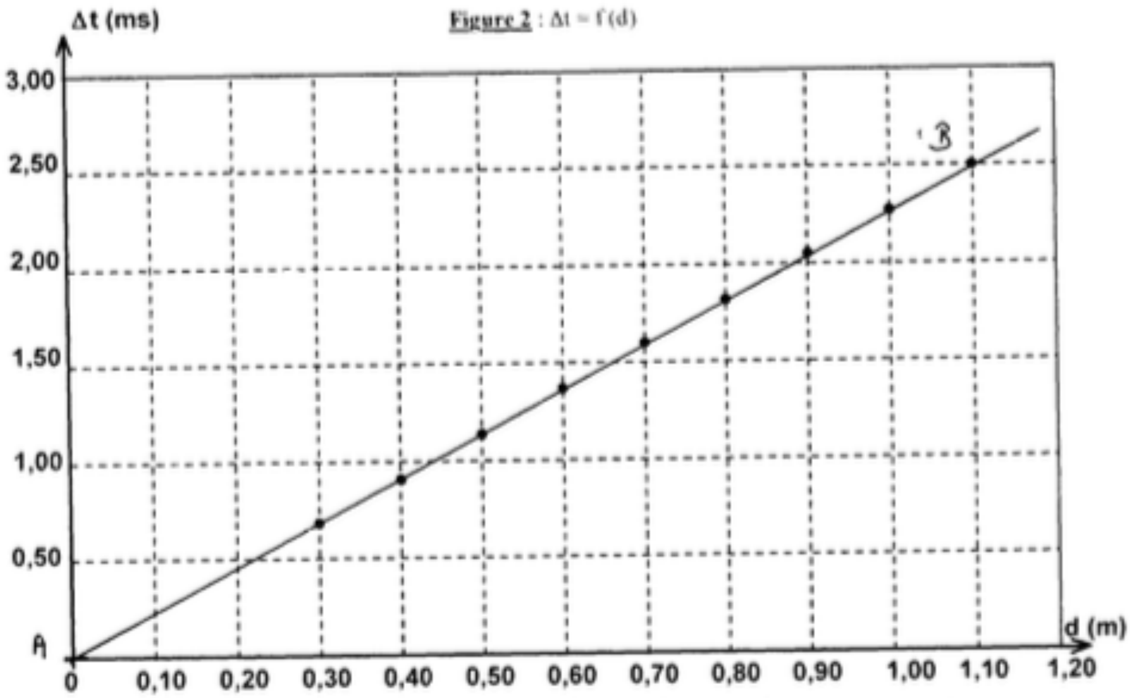
Le retard s'exprime alors par : $\Delta t = \tau_A - \tau_B = \dfrac{d}{v_{air}} - \dfrac{d}{v_{eau}}$

D'où $\Delta t = \left(\dfrac{1}{v_{air}} - \dfrac{1}{v_{eau}}\right) . d$ (3)

b) La courbe représentative de Δt en fonction de d est une droite qui passe par l'origine : le retard Δt est donc proportionnel à la distance d entre l'émetteur et les deux récepteurs.
On peut alors écrire $\Delta t = k . d$ où k est un coefficient de proportionnalité.
Cela est cohérent avec la relation (3) obtenue précédemment :

$$\Delta t = k . d \quad \text{avec} \quad k = \frac{1}{v_{air}} - \frac{1}{v_{eau}}$$

c)



Pour déterminer le coefficient directeur de la droite, on choisit 2 points sur cette droite : A $\begin{cases} d_A = 0\,m \\ \Delta t_A = 0\,ms \end{cases}$ B $\begin{cases} d_B = 1{,}10\,m \\ \Delta t_B = 2{,}50\,ms \end{cases}$

coefficient directeur $k = \dfrac{\Delta t_B - \Delta t_A}{d_B - d_A} = \dfrac{2{,}50.10^{-3} - 0}{1{,}10 - 0} = 2{,}27.10^{-3}\,s.m^{-1}$

d) Le coefficient directeur k calculé correspond au coefficient de proportionnalité exprimé à la question 3) b)

$k = \dfrac{1}{v_{air}} - \dfrac{1}{v_{eau}}$ d'où $\dfrac{1}{v_{eau}} = \dfrac{1}{v_{air}} - k = \dfrac{1 - k.v_{air}}{v_{air}}$

D'où $v_{eau} = \dfrac{v_{air}}{1 - k.v_{air}}$ A.N : $v_{eau} = \dfrac{340}{1 - (2{,}27.10^{-3} \times 340)}$

$v_{eau} = 1{,}50.10^{3}\,m.s^{-1} = 1{,}50\,km.s^{-1}$

Rque : pour le calcul de v_{eau}, prendre la valeur exacte de k.
La célérité des ultrasons dans l'eau de mer est de 1,50 km.s^{-1}.

Partie 3 : Détermination du relief des fonds marins

1) a) L'émission du signal a lieu avant la réception.
La courbe 1 représente le signal émis et la courbe 2 le signal reçu après réflexion sur le fond marin.

b) Sur les courbes de la Figure 4, on voit que le signal est reçu par le sondeur acoustique avec un retard Δt correspondant à 2,7 divisions par rapport au signal émis. Sachant qu'une division horizontale correspond à 10 ms, on en déduit : (3)

$\Delta t = 2{,}7 \times 10 = 27\ ms$ (lorsque le bateau se trouve au point A)

c)

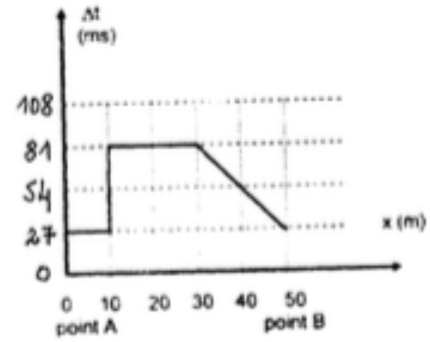


Figure 5

Pour $x_A = 0\,m$, Δt correspond à une graduation verticalement.
Sur la Figure 5, une graduation verticale correspond donc à 27 ms.
On peut alors compléter les graduations de l'axe vertical.

2) Les ultrasons émis se dirigent vers le fond de la mer, ils parcourent alors la distance p à la célérité v_{eau}, puis ils sont réfléchis et parcourent à nouveau la distance p à la célérité v_{eau} jusqu'au sondeur où ils sont détectés après une durée Δt.
Autrement dit, les ultrasons parcourent la distance $2p$ pendant Δt à la célérité v_{eau}.

Par définition de la célérité : $v_{eau} = \dfrac{\text{distance parcourue}}{\text{durée pour parcourir cette distance}} = \dfrac{2p}{\Delta t}$

On en déduit : $p = \dfrac{v_{eau} \cdot \Delta t}{2}$

3) D'après la figure 5 :

* Pour $0 < x < 10\,m$: $\Delta t = 27\ ms$

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

* Pour $10\,m < x < 30\,m$: $\Delta t = 81\ ms$

$p = \dfrac{1{,}50 \cdot 10^3 \times 81 \cdot 10^{-3}}{2} = 60\ m$

On peut alors compléter la figure 6

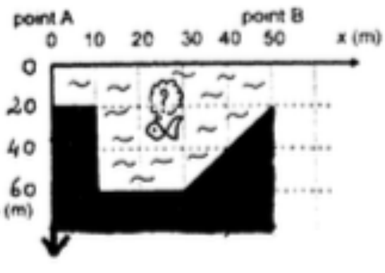


Figure 6