

Exercice mesure de la célérité du son dans l'eau

Exercice mesure de la célérité du son dans l'eau

Pour déterminer la célérité des ondes ultrasonores dans l'eau en travaux pratiques, des élèves disposent des émetteurs et récepteurs ultrasonores sur les parois d'un aquarium de longueur $L = 55 \text{ cm}$ à moitié rempli d'eau (fig. 1). Émetteur et récepteur sont quasiment confondus : la propagation du son peut être considérée comme perpendiculaire à la paroi. Les salves d'ultrasons émises se réfléchissent sur la paroi opposée de l'aquarium et sont détectées par les récepteurs branchés sur une interface d'acquisition : le détecteur situé au dessus de l'eau est relié à la voie A, le détecteur immergé à la voie B. Le début de l'enregistrement est arbitraire et ne correspond pas à l'émission de la salve. La vitesse du son dans l'air est $v_{\text{air}} = 340$

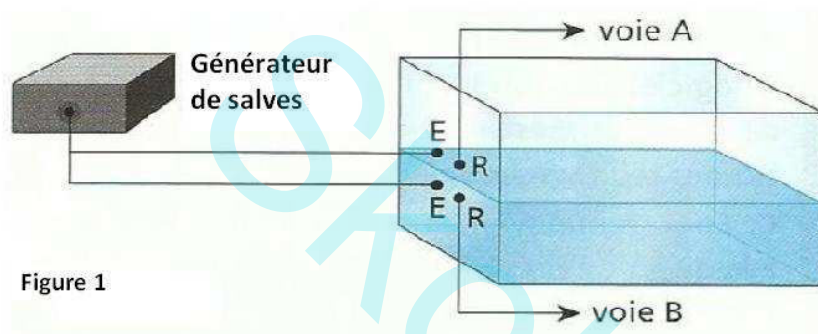


Figure 1

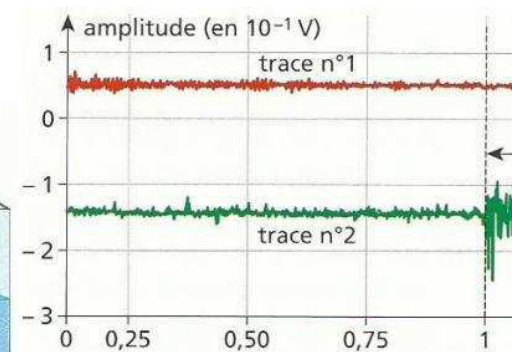


Figure 2

m.s^{-1} .

- 1 Exprimer en fonction de L la distance d parcourue par les ultrasons pour effectuer le trajet de l'émetteur au récepteur.
- 2 L'enregistrement obtenu est représenté sur la figure 2. Que représente τ ?
- 3 Sachant que les ultrasons se propagent plus vite dans l'eau que dans l'air, indiquer si la trace 2 correspond à la voie A ou la voie B. Justifier.
- 4 Déterminer graphiquement τ .
- 5 La durée mise par le son pour aller de l'émetteur au récepteur dans l'air est notée t_{air} . Écrire la relation entre t_{air} , L et v_{air} .
- 6 Établir de même la relation reliant t_{eau} durée de propagation du son dans l'eau, à v_{eau} , célérité du son dans l'eau.
- 7 Quel lien y a-t-il entre τ , t_{air} et t_{eau} ?
- 8 Dédire des questions précédentes une expression de v_{eau} en fonction de grandeurs connues.
- 9 Vérifier que la valeur de v_{eau} ainsi obtenue est voisine de $1,5 \cdot 10^3 \text{ m.s}^{-1}$.

Merci à tissadu69 pour sa contribution



Correction

1 - $d = 2L$

2 - τ représente le retard entre la réception de l'onde par le récepteur dans l'air et la réception de l'onde par le récepteur dans l'eau.

3 - La trace 2 correspond à la voie B (récepteur dans l'eau) car l'onde est détectée plus tôt par ce récepteur.

4 - $\tau = (1,25 - 1) \cdot 10^{-2} = 2,5 \times 10^{-3} \text{s}$

5 - $t_{\text{air}} = \frac{2L}{v_{\text{air}}}$

6 - $t_{\text{eau}} = \frac{2L}{v_{\text{eau}}}$

7 - $\tau = t_{\text{air}} - t_{\text{eau}}$

8 - $v_{\text{eau}} = \frac{2L}{t_{\text{eau}}}$ or $t_{\text{eau}} = t_{\text{air}} - \tau$ donc $v_{\text{eau}} = \frac{2L}{t_{\text{air}} - \tau}$

De plus on a $t_{\text{air}} = \frac{2L}{v_{\text{air}}}$ donc $v_{\text{eau}} = \frac{2L}{\frac{2L}{v_{\text{air}}} - \tau} = \frac{2L \times v_{\text{air}}}{2L - \tau \times v_{\text{air}}}$

9 - $v_{\text{eau}} = \frac{2 \times 0,55 \times 340}{2 \times 0,55 - 2,5 \times 10^{-3} \times 340} = 1,5 \times 10^3 \text{m.s}^{-1}$