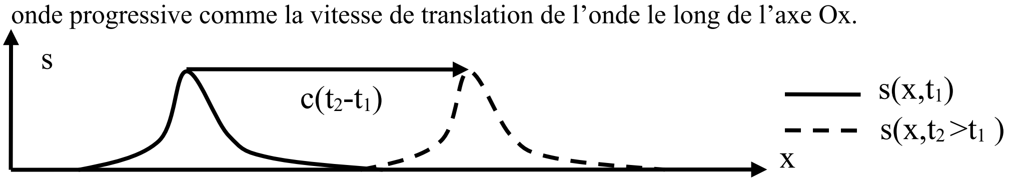
physique

Problème 1 : Mesures de distance et de vitesse.

a. Généralité.

1. Une onde est une perturbation d'un milieu qui se déplace dans l'espace, sans qu'il y ait déplacement global de la matière qui constitue le milieu de propagation.
2. L'expression générale du signal associé à cette onde s'exprime alors $\boxed{s(x,t) = f(x-ct) = g(t-x/c)}$ lorsque la propagation s'effectue dans la direction et le sens de l'axe Ox. On introduit dans l'expression précédente la célérité c de l'onde qui s'interprète pour une onde progressive comme la vitesse de translation de l'onde le long de l'axe Ox.



3. Dans le cas où on étudie une onde sinusoïdale, le signal $s_H(x,t)$ s'exprime en fonction de la période temporelle T et de la longueur d'onde λ sous la forme : $\boxed{s_H(x,t) = s_O \cos\left(\frac{2\pi}{T}t - \frac{2\pi}{\lambda}x + \varphi\right)}$.

Qu'on peut réécrire $s_H(x,t) = s_O \cos\left(\frac{2\pi}{T}\left(t - \frac{x}{c}\right) + \varphi\right)$ alors par identification on obtient $\boxed{\lambda = c.T}$

b. Le sonar, un système employant des ondes acoustiques.

4. Les grandeurs physiques associées aux ondes acoustiques sont la pression (acoustique) et la vitesse locale de l'écoulement du fluide.
5. La bande de fréquences à laquelle l'oreille humaine est sensible s'étend de 20 Hz à 20kHz.
6. Au seuil de détection de l'oreille humaine, la surpression présente un ordre de grandeur de P_{seuil} 10^{-5} Pa et au seuil de douleur, elle présente un ordre de grandeur de $P_{douleur}$=10 Pa.

On construit alors l'échelle décibel en notant $\boxed{I_{dB} = 20\log\left(\frac{P}{P_{seuil}}\right)}$ le seuil de détection est alors fixé par convention à 0dB, le seuil de douleur correspond alors à 120dB.

7. Entre le début de l'émission et la réception de l'onde, il s'écoule une durée n.T. L'onde sinusoïdale a alors parcourue une distance n.λ. La distance parcourue étant l'allé retour entre la surface et le fond du bassin, soit 2h, on obtient : $\boxed{\lambda = \frac{2h}{n}}$

Pour la célérité dans l'eau, on traduit alors $\lambda = c_L.T$ pour obtenir $\boxed{c_L = \frac{2h}{n}f}$ A.N : $\boxed{c_L = 1{,}45.10^3\, m.s^{-1}}$

8. On reprend la relation précédente pour obtenir : $h' = \frac{n' c_L}{2f}$ D'où $\boxed{h' = 1{,}55.10^3\, m}$.
9. La masse molaire moyenne de l'air est le barycentre de celles du diazote et du dioxygène affectées des poids relatifs 0,8 et 0,2 ce qui donne : $\boxed{M_{air} = 0{,}8.(2M(N)) + 0{,}2.(2M(O))}$ A.N : $\boxed{M_{air} = 28{,}8 g.mol^{-1}}$
10. On obtient pour la célérité du son dans l'air : $\boxed{c_G = 338 m.s^{-1}}$.

On constate que : $\frac{c_G}{c_L} = 0{,}22$. La célérité dans l'eau est environ 5 fois plus grande que celle dans l'air.

11. Le seuil de détection du récepteur étant P_{min}, on obtient la profondeur maximale théorique accessible à la mesure au sonar par $P_{min} = P_O \exp(-2\mu h_{max})$

Ce qui donne : $\boxed{h_{max} = \frac{1}{2\mu}\ln\left(\frac{P_O}{P_{min}}\right)}$ A.N : $\boxed{h_{max} = 1{,}84.10^4\, m}$

On constate que h'< h_{max}, la mesure de cette profondeur était donc bien réalisable à l'aide du sonar étudié.

12. On a supposé dans cet exercice que la réflexion de l'onde sur le fond marin était parfaite, c'est-à-dire que l'onde réfléchie présente la même amplitude et la même phase que l'onde incidente au niveau du plan de réflexion.
13. Si l'onde réfléchie sur le fond marin est d'amplitude inférieure à l'onde incidente, la profondeur maximale explorable à l'aide du sonar étudié sera plus faible que celle qui a été estimée précédemment.

L'éventuelle introduction d'un déphasage lors de la réflexion peut être une source d'erreur sur l'estimation du temps nécessaire à l'aller-retour de l'onde sonore.