Les marégraphes cotiers numériques

Bac S 2010 Asie (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1.1 Définir une onde mécanique.

Une onde mécanique est la propagation d'une perturbation dans un milieu matériel, avec transport d'énergie mais sans transport de matière.

PIÈGE
Oublier « milieu matériel » ou « sans transport de matière » : ce sont les deux mots attendus. Une onde mécanique ne se propage pas dans le vide.

1.1.2 Que signifie l'expression « onde longitudinale » ?

L'onde est longitudinale si la perturbation du milieu se fait dans la même direction que celle de la propagation de l'onde.

COMPRENDRE
Pour le son, les tranches d'air sont comprimées puis dilatées le long de la direction de propagation. Une vague à la surface de l'eau est au contraire transversale.

1.2 Exprimer la durée Δt entre l'émission et la réception d'une salve en fonction de L et v.

La salve descend jusqu'à la surface de l'eau, s'y réfléchit puis remonte jusqu'au récepteur : elle parcourt la distance $2L$ à la célérité v.

$v = \dfrac{2L}{\Delta t}$, donc

$$\Delta t = \frac{2L}{v}$$

PIÈGE
Écrire $\Delta t = \dfrac{L}{v}$: l'émetteur et le récepteur sont au même endroit, le signal fait un aller-retour.

1.3 Établir l'expression de la hauteur H de la marée en fonction de D, v et Δt.

Données utiles $\Delta t = \dfrac{2L}{v}$ (1.2)

D'après le schéma, la distance D entre le télémètre et le zéro hydrographique vérifie $D = L + H$, soit $H = D - L$.

D'après 1.2 : $L = \dfrac{v\,\Delta t}{2}$, donc

$$H = D - \frac{v\,\Delta t}{2}$$

COMPRENDRE
Quand la mer monte, L diminue, l'écho revient plus tôt : Δt diminue et H augmente. La formule est cohérente avec ce sens de variation.

1.4 Calculer la durée Δt_1 qui a permis de calculer la hauteur d'eau à marée basse à 15h52.

Données utiles $D = 10$ m ; $H = 3{,}20$ m à 15h52 ; $v = 340\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$

D'après 1.3 : $\dfrac{v\,\Delta t_1}{2} = D - H$, donc $\Delta t_1 = \dfrac{2\,(D-H)}{v}$.

$$\Delta t_1 = \frac{2 \times (10 - 3{,}20)}{340} = \frac{2 \times 6{,}80}{340} = \frac{13{,}6}{340}$$

$$\Delta t_1 = 4{,}0 \times 10^{-2}\ \text{s}$$

PIÈGE
Prendre H pour la distance parcourue par les ultrasons. Ils se propagent dans l'air, sur la longueur $L = D - H = 6{,}80$ m, à l'aller puis au retour.

COMPRENDRE
Deux chiffres significatifs, comme la donnée la moins précise ($D = 10$ m). La valeur $\theta_1 = 14$ °C ne sert pas au calcul : elle prépare la question 1.5.

MÉTHODE
Sans calculatrice, simplifier avant de diviser : $6{,}80 = 2 \times 3{,}40$, donc $\dfrac{2 \times 2 \times 3{,}40}{340} = \dfrac{4}{100}$.

1.5.1 Quelle grandeur de l'expression établie en 1.3 est responsable de la différence de durée Δt entre Le Cap Ferret et Fort-Mahon ? Justifier.

Données utiles installations identiques (même D) ; même hauteur H ; $\Delta t_2 > \Delta t_1$

Dans $H = D - \dfrac{v\,\Delta t}{2}$, les grandeurs D et H ont les mêmes valeurs sur les deux sites : le produit $v\,\Delta t = 2\,(D - H)$ est donc le même.

Si Δt est différent, c'est que v est différente.

La grandeur responsable est la célérité v des ultrasons dans l'air.

1.5.2 Cette grandeur a-t-elle augmenté ou diminué ?

Données utiles $\Delta t_2 > \Delta t_1$; $\Delta t = \dfrac{2\,(D - H)}{v}$ (1.4)

La distance $2\,(D - H)$ est la même sur les deux sites, donc $v_1\,\Delta t_1 = v_2\,\Delta t_2$, soit $\dfrac{v_2}{v_1} = \dfrac{\Delta t_1}{\Delta t_2}$.

Comme $\Delta t_2 > \Delta t_1$, ce rapport est inférieur à 1.

$v_2 < v_1$: la célérité est plus faible au Cap Ferret, elle a diminué.

MÉTHODE
À distance égale, durée et célérité sont inversement proportionnelles : un trajet plus long en durée signifie une onde plus lente.

1.5.3 Justifier la présence d'un capteur de température dans le marégraphe.

La célérité du son dans l'air dépend de la température de l'air. Pour convertir la durée Δt mesurée en hauteur H, la centrale doit utiliser la valeur de v correspondant à la température du moment.

Le capteur de température permet de connaître v au moment de la mesure, et donc de calculer correctement H.

COMPRENDRE
La célérité du son dans l'air augmente avec la température. Une durée plus longue pour la même hauteur indique donc un air plus froid que 14 °C au Cap Ferret.

2 Calculer la hauteur d'eau qu'Etienne a placée dans l'éprouvette.

Données utiles $D = 43$ cm ; $v = 340\ \text{m}\cdot\text{s}^{-1}$; enregistrement de U_{em} et U_{re} ; $H = D - \dfrac{v\,\Delta t}{2}$ (1.3)

Sur l'enregistrement, une salve émise commence à $t = 6{,}0$ ms et l'écho correspondant commence à $t = 8{,}3$ ms : $\Delta t = 8{,}3 - 6{,}0 = 2{,}3\ \text{ms} = 2{,}3 \times 10^{-3}$ s.

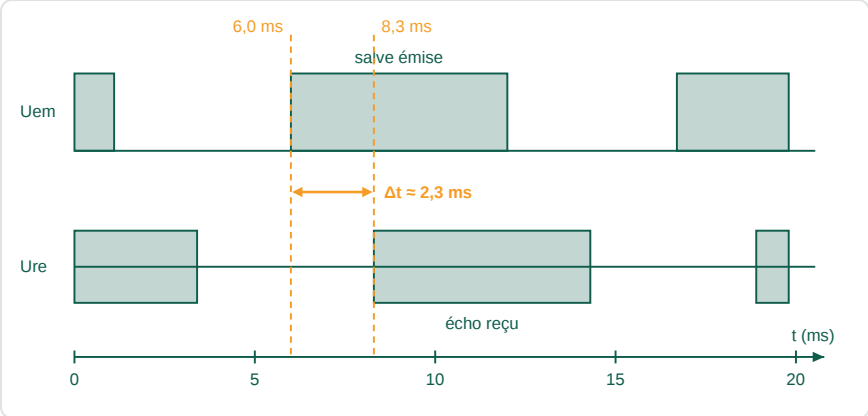
$$H = D - \frac{v\,\Delta t}{2} = 0{,}43 - \frac{340 \times 2{,}3 \times 10^{-3}}{2} = 0{,}43 - 0{,}391 = 0{,}039\ \text{m}$$

$H \approx 0{,}04$ m : Etienne a placé environ 4 cm d'eau dans l'éprouvette.

PIÈGE
Associer la salve émise à $t = 6{,}0$ ms au signal reçu entre 0 et 3,4 ms : celui-ci est l'écho de la salve précédente. Penser aussi à convertir D en mètres.

COMPRENDRE
H est la différence de deux longueurs proches (43 cm et 39 cm) : une lecture à 0,1 ms près change H de presque 2 cm. Le résultat se donne au centimètre.

MÉTHODE
Mesurer le décalage entre deux événements identiques : début de salve et début d'écho, ou fin et fin. Le calcul de tête : $340 \times 2{,}3 = 782$, puis $782 \times 10^{-3} \div 2 = 0{,}391$ m.



2 · Enregistrement schématisé : décalage entre le début de la salve émise et le début de l'écho