

Ondes mécaniques et son

Durée : 55 min

Barème : / 20 points

Barème : 1 point par question, soit 4 points par exercice

Unités : réponse sans unité = 0,5 point retiré

1 Mesurer la vitesse du son (démarche expérimentale)

/ 4 pts

- a. Le son met du temps à parcourir la distance entre les micros (célérité finie). Dans le vide, aucune matière ne transmet la vibration : aucun micro ne recevrait de signal.
- b. $v = d / \Delta t$: $0,50 / 0,0015 \approx 333$ m/s ; $1,00 / 0,0029 \approx 345$ m/s ; $1,50 / 0,0044 \approx 341$ m/s ; $2,00 / 0,0059 \approx 339$ m/s. Moyenne ≈ 340 m/s.
- c. L'erreur de lecture ($\approx 0,1$ ms) est la même pour tous les retards ; elle représente 7 % de 1,5 ms mais moins de 2 % de 5,9 ms : la mesure longue est plus précise.
- d. Air : $\Delta t = 5,10 / 340 = 0,015$ s = 15 ms. Eau : $5,10 / 1\,480 \approx 0,0034$ s = 3,4 ms.

Repère — une célérité se calcule toujours par d / t avec des mètres et des secondes : 5,9 ms = 0,0059 s, jamais 5,9 s.

2 Trois sons à l'oscilloscope (lecture d'un tableau)

/ 4 pts

- a. $f = 1 / T$: A et B : $1 / 0,002 = 500$ Hz ; C : $1 / 0,0005 = 2\,000$ Hz.
- b. Le plus aigu : C (fréquence la plus élevée, 2 000 Hz). Le plus fort : B (amplitude la plus grande, 5 divisions).
- c. Oui, même fréquence 500 Hz donc même hauteur. On les distingue par le timbre, lié à la forme du motif (dentelé pour le piano, arrondi pour la flûte).
- d. Oui : 500 Hz et 2 000 Hz sont entre 20 Hz et 20 kHz. D : $T = 1 / 25\,000 = 0,00004$ s = 0,04 ms ; 25 kHz > 20 kHz, c'est un ultrason, inaudible.

Le point clé — hauteur $\leftrightarrow$ période/fréquence, intensité $\leftrightarrow$ amplitude, timbre $\leftrightarrow$ forme du motif : trois grandeurs indépendantes que l'on lit sur un même oscillogramme.

3 Le sonar d'un bateau de pêche (calculs)

/ 4 pts

- a. Onde mécanique (a besoin de l'eau pour se propager), longitudinale ; 50 kHz > 20 kHz : ultrason, inaudible.
- b. $d = v \times t / 2 = 1\,500 \times 0,64 / 2 = 480$ m.
- c. $d = 1\,500 \times 0,21 / 2 = 157,5$ m.
- d. $d = 340 \times 0,64 / 2 = 108,8$ m. Pour la même durée, la distance est plus petite car la célérité du son est bien plus faible dans l'air que dans l'eau.

Erreur fréquente — oublier que la durée mesurée par un sonar est celle d'un aller-retour : la distance de l'obstacle est la moitié de la distance parcourue.

4 Concert et santé auditive (lecture d'un tableau)

/ 4 pts

- a. L'amplitude du signal augmente (intensité). La fréquence (hauteur de la note) reste la même.
- b. À chaque +3 dB, la durée est divisée par 2. 103 dB $\rightarrow$ 7,5 min ; 106 dB $\rightarrow$ 3,75 min (environ 4 min).
- c. $106 - 22 = 84$ dB, sous le seuil de 85 dB : 2 h sont sans risque (jusqu'à 8 h).
- d. $t = 68 / 340 = 0,2$ s. Il voit la baguette frapper 0,2 s avant d'entendre le coup, car la lumière arrive quasi instantanément.

Attention — l'échelle des décibels n'est pas proportionnelle : +3 dB double la puissance sonore, +10 dB la multiplie par 10 ; on soustrait les décibels d'atténuation, on ne les divise pas.

5 Vrai ou faux argumenté, et prise d'initiative

/ 4 pts

- a. Faux : la célérité ne dépend que du milieu (et de sa température), pas de la fréquence. Les deux sons arrivent en même temps.
- b. Vrai : sans atmosphère, il n'y a pas de milieu matériel pour propager l'onde sonore (la vibration existe dans le rocher, mais rien ne la transmet à l'oreille).
- c. Il a pris la durée de 5 périodes pour une seule ($T = 12,5 / 5 = 2,5$ ms) et n'a pas converti en secondes ($2,5$ ms = $0,0025$ s). $f = 1 / 0,0025 = 400$ Hz.
- d. Distances : $340 \times 1,5 / 2 = 255$ m puis $340 \times 0,6 / 2 = 102$ m ; rapprochement 153 m en 300 s : $v = 153 / 300 \approx 0,51$ m/s $\approx 1,8$ km/h (marche lente en montée).

Astuce — avant tout calcul de fréquence, isoler une seule période et l'écrire en secondes ; avant tout calcul d'écho, écrire « aller-retour » et diviser par 2.