

PREMIÈRE SPÉCIALITÉ · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 16



R. RINGUET · 2026 – 2027

Contrôle A Ondes mécaniques

Propagation et double périodicité : canal à houle, écholocation de la chauve-souris

Durée : 1 h · calculatrice autorisée · 3 exercices indépendants · barème sur 20

Nom : Prénom : Classe : Note : /20

★ CONSIGNES

Toute réponse doit être justifiée, sauf dans l'exercice 1. Une expression littérale est attendue avant chaque application numérique ; les résultats sont donnés avec un nombre adapté de chiffres significatifs et leur unité.

Formulaire : célérité $v = d/\Delta t$; retard $\tau = d/v$; longueur d'onde $\lambda = vT = v/f$.

Exercice 1 Questions à choix multiples

5 pts ●○○

Pour chaque question, une seule réponse est exacte. Recopier sur la copie le numéro de la question et la lettre de la réponse choisie. Aucune justification n'est demandée.

■ DONNÉES célérité du son dans l'air : $v = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$

- 1.1** Lors de la propagation d'une onde mécanique progressive, il y a transport :
- a) de matière, sans énergie
 - b) d'énergie, sans transport de matière
 - c) de matière et d'énergie
 - d) ni de matière ni d'énergie
- 1.2** Parmi les ondes suivantes, laquelle est longitudinale ?
- a) une vague à la surface de l'eau
 - b) une onde le long d'une corde secouée verticalement
 - c) le son dans l'air
 - d) une ola dans un stade
- 1.3** Le début d'une perturbation parcourt 12 m le long d'une corde en 0,40 s. La célérité de l'onde vaut :
- a) $4,8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - b) $30 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - c) $0,033 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
 - d) $3,0 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$
- 1.4** La longueur d'onde d'un son de fréquence 680 Hz dans l'air vaut :
- a) 0,50 m
 - b) 2,0 m
 - c) $2,3 \times 10^5 \text{ m}$
 - d) 5,0 mm
- 1.5** Une onde sinusoïdale de longueur d'onde 0,30 m se propage le long d'une corde. Deux points de la corde vibrent en phase si leur distance vaut :
- a) 0,15 m
 - b) 0,45 m
 - c) 0,60 m
 - d) 0,75 m

Exercice 2 Le canal à houle

8 pts ●●○○

Dans un laboratoire d'hydraulique, un batteur installé à une extrémité d'un canal long de 30 m produit une houle sinusoïdale. On photographie la surface de l'eau à travers la paroi vitrée du canal (figure 1) ; une sonde S_1 , fixe, enregistre la hauteur h de l'eau par rapport au niveau de repos (figure 2). La houle se propage dans le sens des x croissants.

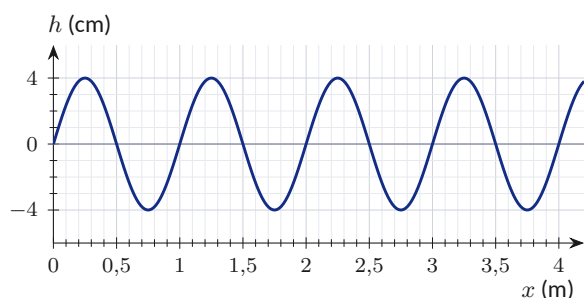
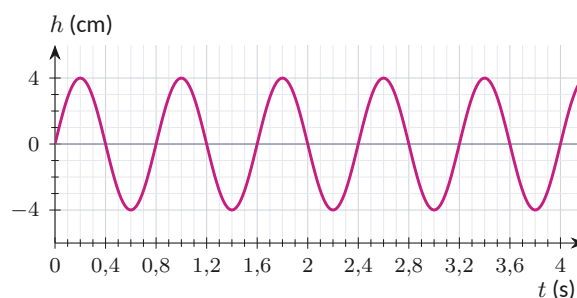


Figure 1 — Profil de la surface à un instant donné

Figure 2 — Enregistrement de la sonde S_1

- 2.1 Un petit flotteur est posé sur l'eau. Décrire son mouvement au passage de la houle. Que transporte l'onde ?
- 2.2 Laquelle des deux figures est une représentation spatiale de l'onde ? Justifier.
- 2.3 Déterminer, avec le plus de précision possible, la longueur d'onde λ et la période T de la houle. En déduire sa fréquence f .
- 2.4 Calculer la célérité v de la houle. Quelle durée faut-il à la houle pour parcourir toute la longueur du canal ?
- 2.5 Une sonde S_2 est placée 3,00 m après S_1 . Calculer son retard par rapport à S_1 et le comparer à T . Les deux sondes enregistrent-elles des signaux en phase ? Justifier de deux façons (retard et distance).
- 2.6 Une sonde S_3 est placée 1,50 m après S_1 . Représenter, sur la copie, l'allure de l'enregistrement de S_3 entre $t = 0$ et $t = 1,6$ s, en le comparant à celui de S_1 . Justifier.

Exercice 3 L'écholocation de la chauve-souris

7 pts ●●○

Pour se repérer et chasser la nuit, une chauve-souris émet de brèves salves d'ultrasons et analyse les échos renvoyés par les obstacles et par ses proies : c'est l'écholocation. Les salves émises par l'espèce étudiée ont une fréquence $f = 50$ kHz. Sauf à la question 3.6, on néglige les déplacements de la chauve-souris et de ses proies pendant un aller-retour des ultrasons. La figure 3 représente le signal émis par la chauve-souris et l'écho renvoyé par un papillon de nuit.

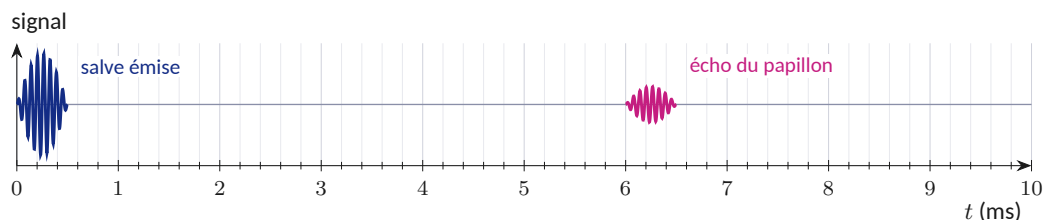


Figure 3 — Salve émise et écho reçu (les oscillations ne sont pas à l'échelle)

■ **DONNÉES** célérité du son dans l'air : $v = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ • sons audibles par l'être humain : de 20 Hz à 20 kHz

- 3.1 Pourquoi ces salves sont-elles qualifiées d'ultrasons ? Calculer leur longueur d'onde dans l'air.
- 3.2 Déterminer, à l'aide de la figure 3, la distance qui sépare la chauve-souris du papillon.
- 3.3 Elle reçoit aussi l'écho d'un mur, situé à 5,1 m d'elle. Calculer la durée entre l'émission et la réception de cet écho.
- 3.4 On admet qu'une proie n'est détectée que si sa taille est au moins égale à la longueur d'onde. Un moustique mesure environ 3 mm. Peut-il être détecté avec des salves à 50 kHz ? Quelle fréquence minimale faudrait-il utiliser ?
- 3.5 À l'approche d'une proie, la chauve-souris émet des salves de plus en plus rapprochées. On admet qu'elle attend de recevoir l'écho d'une salve avant d'émettre la suivante. Lorsqu'elle émet une salve toutes les 5,0 ms, quelle distance la sépare au plus de sa proie ?
- 3.6 En réalité, la chauve-souris de la question 3.3 vole vers le mur à $5,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Quelle distance parcourt-elle pendant la durée de l'aller-retour des ultrasons ? L'hypothèse faite dans l'exercice est-elle raisonnable ?