

SECONDE · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 14

Exercices 2 Émission et perception d'un son

Applications : guitare et diapason, mesure de la vitesse du son, sonar, chantier, sonomètre

5 exercices · niveau ●●○ · durée conseillée : 2 h · calculatrice autorisée



R. RINGUET · 2026 – 2027

★ À RETENIR — Ce qu'il faut savoir faire à la fin de la feuille

- Comparer la hauteur et le timbre de deux sons à partir de leurs oscillogrammes; exploiter une mesure de la vitesse du son.
- Utiliser un écho (sonar, échographie) pour déterminer une distance; exploiter une échelle de niveaux sonores, une durée d'exposition maximale et l'atténuation avec la distance.

Exercice 1 La guitare et le diapason

●●○

Un diapason et une corde de guitare sont enregistrés l'un après l'autre avec le même microphone et les mêmes réglages (figure 1).

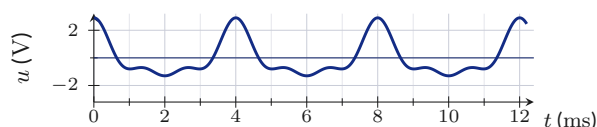
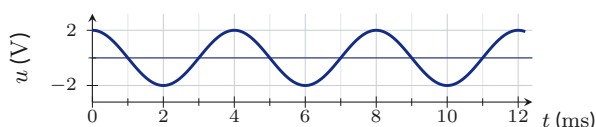


Figure 1 — Oscillogrammes des deux sons (mêmes réglages d'acquisition)

■ DONNÉES $f = \frac{1}{T}$ • sons audibles : 20 Hz–20 kHz

- 1.1 Montrer que les deux signaux sont périodiques et relever la période de chacun.
- 1.2 Calculer la fréquence de chaque son. Que peut-on en conclure sur leur hauteur ?
- 1.3 L'oreille distingue pourtant nettement les deux instruments : quelle caractéristique du son permet de les différencier ? Justifier à partir de la figure 1.
- 1.4 Le guitariste raccourcit la corde : la fréquence devient 400 Hz. Calculer la nouvelle période ; le son est-il plus grave ou plus aigu ?
- 1.5 Les cordes à vide d'une guitare émettent des sons de 82 Hz à 330 Hz : sont-ils tous audibles par l'humain ?

Exercice 2 Mesurer la vitesse du son en classe

●●○

Des élèves alignent deux microphones M_1 et M_2 distants de $d = 1,70$ m et les relient à une interface d'acquisition. Un élève placé dans l'alignement des deux microphones, du côté de M_1 , produit un bref claquement ; l'interface mesure le retard Δt entre les deux signaux reçus. L'expérience est répétée cinq fois.

Essai	1	2	3	4	5
Δt (ms)	5,10	4,95	5,00	4,90	5,05

■ DONNÉES $v = \frac{d}{\Delta t}$

- 2.1 Pourquoi mesure-t-on un retard entre deux microphones plutôt qu'une durée au chronomètre à main ?
- 2.2 Les cinq résultats diffèrent : comment nomme-t-on ce phénomène ? Calculer la valeur moyenne Δt_{moy} .
- 2.3 En déduire la vitesse du son dans l'air de la salle. Donner le résultat avec trois chiffres significatifs.
- 2.4 La valeur de référence est $343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$: le résultat obtenu est-il compatible ? Justifier.

- 2.5 Les élèves écartent les microphones jusqu'à $d = 3,40 \text{ m}$: quelle valeur de Δt attendre ? La mesure est-elle améliorée ?

Exercice 3 Du sonar à l'échographie



Un navire océanographique émet vers le fond, avec son sonar, de brèves salves d'ultrasons de fréquence 200 kHz, puis détecte l'écho renvoyé.

■ **DONNÉES** $v = \frac{d}{\Delta t}$ • $f = \frac{1}{T}$ • eau et tissus mous du corps humain : $1\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ • sons audibles : 20 Hz–20 kHz

- 3.1 Calculer la période des ultrasons émis. Justifier le nom d'« ultrasons ».
- 3.2 Le sonar émet une salve et reçoit l'écho du fond 0,080 s plus tard. Calculer la profondeur de l'eau à cet endroit.
- 3.3 Plus loin, l'écho du fond est reçu 0,24 s après l'émission. Calculer la nouvelle profondeur.
- 3.4 À ce second endroit, un banc de poissons renvoie un écho 0,040 s après l'émission : à quelle profondeur nage-t-il ? à quelle hauteur au-dessus du fond ?
- 3.5 Une sonde d'échographie émet à 3,0 MHz ; l'écho d'un organe revient 40 μs après l'émission : calculer sa profondeur sous la peau, en centimètres.

Exercice 4 Sur le chantier



La durée d'exposition quotidienne maximale dépend du niveau L (tableau) : chaque fois que le niveau augmente de 3 dB, la durée autorisée est divisée par deux.

■ **DONNÉES** doubler le nombre de sources identiques ajoute 3 dB au niveau d'intensité sonore

L (dB)	80	83	86	89	92
Durée max.	8 h	4 h	2 h	1 h	30 min

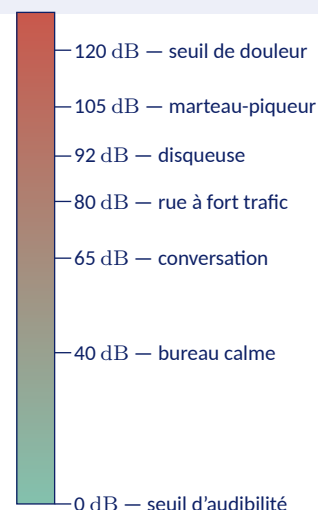


Figure 2 — Échelle des niveaux sonores

- 4.1 Relever sur la figure 2 le niveau d'un marteau-piqueur ; comparer au seuil de douleur.
- 4.2 Un ouvrier utilise une disqueuse (figure 2). Quelle est la durée d'exposition maximale autorisée pour cet outil ? Justifier à partir du tableau.
- 4.3 Deux disqueuses identiques fonctionnent côte à côte : quel niveau relève-t-on, et pendant quelle durée maximale ?
- 4.4 Près des deux disqueuses, il porte un casque qui réduit le niveau de 25 dB : quel niveau perçoit-il ? Peut-il travailler toute la journée ?
- 4.5 Un second ouvrier travaille bien plus loin du marteau-piqueur : expliquer pourquoi il est moins exposé.

Exercice 5 Une application « sonomètre »



Dans la cour, un haut-parleur émet un son continu ; avec une application « sonomètre », Sofia relève le niveau L à différentes distances d .

d (m)	1,0	2,0	4,0	8,0
L (dB)	92	86	80	74

■ **DONNÉES** doubler le nombre de sources identiques ajoute 3 dB au niveau d'intensité sonore

- 5.1 Décrire l'évolution du niveau lorsque l'on s'éloigne du haut-parleur. De combien varie-t-il chaque fois que la distance double ? Prévoir le niveau relevé à 16 m.
- 5.2 À quelle distance du haut-parleur le niveau relevé serait-il de 62 dB ?
- 5.3 On branche un second haut-parleur identique à côté du premier : quel niveau Sofia relèvera-t-elle à 4,0 m ?
- 5.4 L'application n'est pas étalonnée : proposer une précaution avant d'exploiter ces mesures.