7 Calculer un domaine de fréquences

1. Le domaine de fréquences des sons audibles pour l'être humain est : 20 Hz $< f_{audible} <$ 20 000 Hz.

2. En introduction, on donne $5{,}0 \times 10^{-5}$ s $< T_{audible} < 5{,}0 \times 10^{-2}$ s, or $f = \frac{1}{T}$, donc $\frac{1}{5{,}0 \times 10^{-2}\ \text{s}} < \frac{1}{T_{audible}} < \frac{1}{5{,}0 \times 10^{-5}\ \text{s}}$

soit 20 Hz $< f_{audible} < 20 \times 10^{3}$ Hz.

On retrouve bien les valeurs précédentes.

9 Classer des hauteurs de voix

1. Un son est d'autant plus aigu que sa hauteur est élevée. On a donc par ordre de hauteur croissante : basses, barytons, ténors, altos, mezzo-sopranos, sopranos.

2. Un son est d'autant plus haut que sa fréquence est élevée. La voix susceptible d'émettre un son de fréquence la plus élevée est celle des sopranos.

10 Comparer des hauteurs de sons

Un son est d'autant plus haut que sa fréquence est élevée. Or $f = \frac{1}{T}$ donc un son est d'autant plus haut que sa période est petite.

On constate graphiquement que sur 20 ms, le son A décrit un peu plus de 4 périodes. Sur la même durée, le son B décrit un peu plus de 8 périodes. On a $T_{son\ A} > T_{son\ B}$ donc le son B est plus haut que le son A.

Remarque : la lecture de la période T et le calcul de la fréquence f de chacun des sons ne sont pas nécessaires.

11 Relier des grandeurs (1)

1. Quand le niveau d'intensité sonore L augmente, l'intensité sonore I augmente. L et I varient dans le même sens.

2. L et I sont des grandeurs proportionnelles s'il existe un coefficient k constant tel que $L = \text{k} \times I$.

Pour tester cette proportionnalité, on calcule $\text{k} = \frac{L}{I}$ pour quelques couples issus du graphique donné dans le sujet :

L (dB)	0	10	50	80
I (W·m^{-2})	10^{-12}	10^{-11}	10^{-7}	10^{-4}
k (dB·W^{-1}·m^{2})	0	$1{,}0 \times 10^{12}$	$5{,}0 \times 10^{8}$	$8{,}0 \times 10^{5}$

Le coefficient k n'est pas constant donc L et I ne sont pas des grandeurs proportionnelles.

12 Relier des grandeurs (2)

I (W·m^{-2})	**$2{,}5 \times 10^{-6}$**	$5{,}0 \times 10^{-6}$	$1{,}0 \times 10^{-5}$	**$2{,}0 \times 10^{-5}$**	$8{,}0 \times 10^{-5}$
L (dB)	64	67	70	73	**79**

Une multiplication par 2 de l'intensité sonore correspond à une augmentation de 3 dB du niveau d'intensité sonore. Comme 67 dB – 64 dB = 3 dB, l'intensité sonore de la première colonne est deux fois plus faible que celle de la deuxième. On détermine la quatrième intensité en suivant le même raisonnement. La cinquième intensité sonore est 4 fois plus élevée que la quatrième.

Le cinquième niveau d'intensité sonore est donc égal au quatrième + 3 dB + 3 dB.

15 Aller plus haut

La hauteur d'une note est caractérisée par sa fréquence. Une note est d'autant plus haute que sa fréquence est élevée. Il faut donc comparer la fréquence de la note émise par le piano et celle émise par la flûte traversière.

Sur la représentation temporelle, on lit $10 \times T = 9{,}5$ ms donc $T = 0{,}95$ ms. La fréquence de la note jouée par la flûte traversière est $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{0{,}95 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 1{,}1 \times 10^{3}$ Hz.

$f_{Do7} > f_{flûte}$ donc le Do7 joué par le piano est plus haut que la note jouée par la flûte.

17 Accorder une guitare avec un diapason

1. On mesure sur l'enregistrement du son produit par le diapason : $6 \times T = 13{,}5$ ms soit $T = \frac{13{,}5\ \text{ms}}{6} = 2{,}25$ ms et on mesure sur l'enregistrement du son produit par la guitare : $6 \times T = 13{,}5$ ms soit $T = \frac{13{,}5\ \text{ms}}{6} = 2{,}25$ ms.

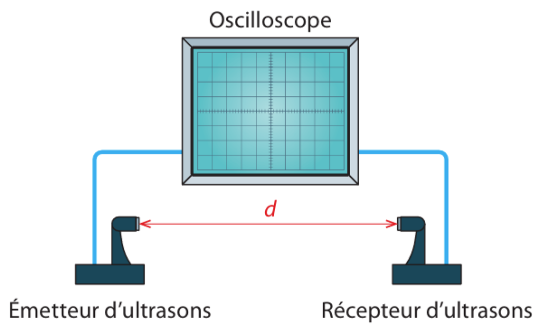
2. $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}25 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 444$ Hz. Les deux périodes étant égales, les deux sons ont la même fréquence.

3. Les fréquences sont égales donc la guitare est accordée.

24 Exercice à caractère expérimental

Détermination de la vitesse de propagation des ultrasons

1. a. Schéma du montage



b. A correspond au début de l'émission de la salve ultrasonore par l'émetteur d'ultrasons. B correspond au début de la réception de cette salve ultrasonore par le récepteur d'ultrasons.

c. $v_{US} = \frac{d}{\Delta t}$ avec Δt la durée entre l'émission et la réception des ultrasons.

$v_{US} = \frac{0{,}85\ \text{m}}{2{,}5 \times 10^{-3}\ \text{s}} = 3{,}4 \times 10^{2}\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

2. a. La valeur approchée de la vitesse de propagation du son dans l'air est 345 m·s^{-1}.

b. Les deux valeurs de vitesse de propagation sont très proches.

26 Résolution de problème

Une bonne pêche

1re étape : S'approprier la question posée

Avec quel dispositif peut-on mesurer la profondeur du fond marin ? Quelle grandeur mesure ce dispositif afin de déterminer la profondeur ?

2e étape : Lire et comprendre les documents

D'après le document A :

– Le dispositif utilisé est un sonar placé sous le bateau qui émet des ultrasons. Les ultrasons émis sont réfléchis par le fond marin puis reçus par le sonar.

– La durée de propagation du signal est $\Delta t = 25$ ms.

– La température de l'eau est 10 °C.

Le document B nous indique que la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons dans l'eau varie avec la température.

3ᵉ étape : Dégager la problématique
À quelle distance du sonar se trouve le fond marin ?

4ᵉ étape : Construire la réponse
– Déterminer la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons pour la température de l'eau de 10 °C.
– Exprimer la profondeur p du fond marin sous le bateau en fonction de la distance parcourue par l'onde.
– Exprimer la vitesse de propagation des ultrasons en fonction de la profondeur p et de la durée de propagation Δt.
– Isoler p.
– Calculer p.

5ᵉ étape : Répondre

• Présenter le contexte et introduire la problématique.

Il faut calculer la distance entre le fond marin et le bateau. On utilise un sonar placé sous le bateau qui émet des ondes ultrasonores.

• Mettre en forme la réponse.

Sur le document A, on lit une température de l'eau de 10 °C. Or d'après le document B, pour $T = 10°C$, la valeur de la vitesse de propagation des ultrasons est $v = 1\,490 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
Pendant la durée $\Delta t = 25$ ms, le son parcourt un aller-retour soit une distance $d = 2 \times p$, où p est la profondeur du fond marin sous le bateau.

Or, on a $v = \dfrac{d}{\Delta t}$ donc $v = \dfrac{2 \times p}{\Delta t}$ soit

$$p = \frac{v \times \Delta t}{2} = \frac{1\,490 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \times 25 \times 10^{-3} \text{ s}}{2} = 19 \text{ m}.$$

• Conclure et introduire, quand c'est possible, une part d'esprit critique.

Aux erreurs de mesure près, le fond marin est situé à une profondeur de 19 m sous le bateau.