

Chapitre 4 : Émission et perception d'un son

12 a. Lorsque l'on pince une corde, elle met en mouvement les molécules de l'air. Elle crée ainsi une zone de compression et une zone de dilatation des molécules. Ces zones se propagent alors de proche en proche dans toutes les directions à partir de la corde.

b. La table d'harmonie joue le rôle de caisse de résonance, elle amplifie les vibrations des molécules de l'air.

13 Les scènes sonores de combat spatial ne sont pas réalistes car les signaux sonores nécessitent un milieu matériel pour pouvoir se propager. Il n'y a donc pas de son dans le vide spatial.

15 La valeur de la vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air est voisine de

$$v_{\text{air}} = 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1} \cdot \frac{v_{\text{sol}}}{v_{\text{air}}} = \frac{4800}{340} = 14,1.$$

La valeur de la vitesse d'un signal sonore est environ 14,1 fois plus rapide dans le sol que dans l'air.

17 a. Sur l'enregistrement du signal sonore on peut repérer 5 périodes pour 10 divisions soit pour une durée $\Delta t = 10 \times 2,0 = 20 \text{ ms}$.

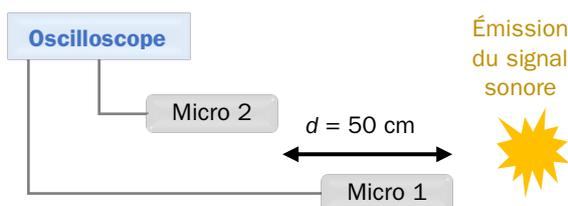
$T = \frac{\Delta t}{5}$ donc $T = 4,0 \text{ ms}$. La période du signal sonore est $T = 4,0 \text{ ms}$.

b. $f = \frac{1}{T}$ donc $f = 2,5 \times 10^2 \text{ Hz}$. La fréquence de l'enregistrement sonore est $f = 2,5 \times 10^2 \text{ Hz}$.

19 On remarque que sur la même durée Δt le signal sonore b comporte davantage de motifs élémentaires que le signal a. La fréquence f du signal b est donc plus élevée que celle du signal a : le signal b est le plus aigu.

23 Mesure de température

a.



b. On mesure le décalage temporel entre deux signaux sur l'enregistrement de l'oscilloscope. L'échelle du schéma est $0,50 \text{ cm} \rightarrow 0,40 \text{ ms}$, on détermine alors une durée $\Delta t = 1,4 \text{ ms}$.

$$v = \frac{d}{\Delta t} \text{ soit } v = \frac{50 \times 10^{-2}}{1,4 \times 10^{-3}} \text{ donc } v = 3,6 \times 10^2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}.$$

$$\text{c. } v = v(0^\circ\text{C}) \times \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}}$$

Donc :

$$\frac{v(\theta)}{v(0^\circ\text{C})} = \sqrt{1 + \frac{\theta}{273}}$$

$$\left(\frac{v(\theta)}{v(0^\circ\text{C})}\right)^2 = 1 + \frac{\theta}{273}$$

$$\theta = \left(\left(\frac{v(\theta)}{v(0^\circ\text{C})}\right)^2 - 1\right) \times 273$$

$$\text{soit } \theta = \left(\left(\frac{3,6 \times 10^2}{331}\right)^2 - 1\right) \times 273$$

donc $\theta = 50 \text{ }^\circ\text{C}$.

25 Nettoyeur à ultrasons

a. Le signal sonore utilisé est considéré comme périodique car il possède un motif élémentaire qui se répète identique à lui-même au cours du temps.

b. Sur l'enregistrement proposé on peut repérer 6 motifs élémentaires pour une durée $\Delta t = 144 \text{ } \mu\text{s}$.

On a : $T = \frac{\Delta t}{6}$ donc $T = 24 \text{ } \mu\text{s}$

$f = \frac{1}{T}$ donc $f = 4,2 \times 10^4 \text{ Hz} = 42 \text{ kHz}$.

Cette valeur de fréquence est supérieure à 20 kHz, il s'agit donc bien d'un signal ultrasonore.

c. La grandeur qui permet de différencier un signal ultrasonore d'un signal audible par les êtres humains est la hauteur. En effet la hauteur d'un signal sonore correspond à sa fréquence.

26 Identiques ou différents ?

1. a. La hauteur du son correspond à la fréquence. On a donc pour le premier son une fréquence $f_1 = 440,1 \text{ Hz}$ et pour le deuxième son une fréquence $f_2 = 440 \text{ Hz}$.

b. Les deux instruments jouent un La₄.

2. On remarque que la forme des signaux correspondant aux deux sons est différente. Les deux sons ont donc un timbre différent, ils seront perçus différemment. Leur niveau d'intensité sonore est aussi différent, le premier signal sera perçu plus fort que le second.

3. L'intensité sonore du son joué par le premier instrument est plus élevée que celle joué par le second : $81,2 \text{ dB} > 69,7 \text{ dB}$.

28 Oreilles protégées

1. On remarque sur le document que l'atténuation réalisée par le bouchon moulé reste toujours inférieure à 25 dB alors que celle du bouchon en mousse est supérieure à 25 dB quelle que soit la fréquence du signal sonore qui le traverse.

2. a. Dans le cas du bouchon en mousse l'atténuation est plus importante pour les signaux de fréquence élevée, c'est-à-dire pour les sons aigus.

b. Dans le cas des bouchons en mousse les sons aigus sont plus atténués que les sons graves, le ressenti global est un son plus grave donc plus « sourd ».

3. a. Dans le cas d'une intensité sonore $I = 1,0 \times 10^{-2} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$ on a un niveau d'intensité sonore $L = 100 \text{ dB}$.

b. Les bouchons moulés permettent une atténuation comprise entre 20 dB et 25 dB en fonction de la fréquence des signaux sonores. Le niveau d'intensité sonore perçu par le batteur ne peut donc atteindre les 85 dB, ses facultés auditives sont préservées durant le concert.

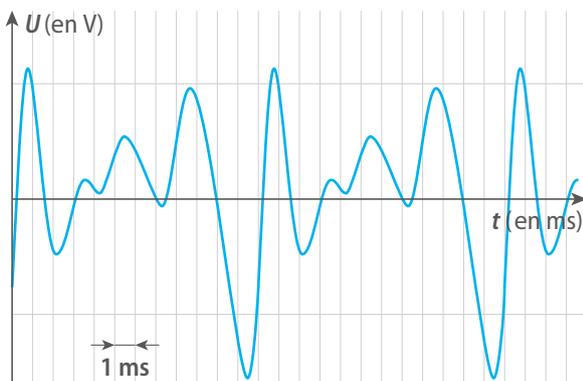
29 The tubulum

Traduction de l'énoncé

Blue Man Group est un groupe artistique mondialement connu depuis sa formation à la fin des années 80. Leurs spectacles combinent musique, art et technologies. Un de leurs instruments de musique est appelé le tubulum. Il est formé par la combinaison de plusieurs tubes en PVC. Ils frappent les extrémités des tubes avec spatules pour obtenir des notes différentes.

La hauteur du son est liée à la longueur l du tube par la relation $f = \frac{v}{2 \times l}$ où v est la valeur de la vitesse de propagation du son dans l'air.

Le graphique ci-dessous montre l'enregistrement d'un signal sonore de niveau d'intensité sonore $L = 70 \text{ dB}$ produit par cet instrument.



Données

- Dans les conditions de l'exercice, $v = 343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- La valeur de la vitesse de propagation augmente avec la température.

1. Identifier l'émetteur du signal sonore.

2. a. Déterminer la hauteur du signal sonore produit.

b. Déduire la longueur du tube constituant l'instrument.

3. Comment la longueur du tube doit-elle varier si le musicien veut émettre la même note alors que la température de la salle de concert a augmenté ?

4. Expliquer pourquoi le son perçu serait différent si un flûtiste jouait la même note.

5. Le son émis par le tubulum peut-il présenter un danger pour les musiciens ?

Réponses aux questions

1. L'émetteur du signal sonore est le tuyau de PVC frappé par la spatule.

2. a. La hauteur du signal sonore correspond à la fréquence f .

La durée de 2 motifs élémentaires est $\Delta t = 24 \text{ ms}$.

$$T = \frac{\Delta t}{2} \text{ donc } T = 12 \text{ ms}$$

$$f = \frac{1}{T} \text{ donc } f = 83 \text{ Hz.}$$

b. $f = \frac{v}{2 \times l}$ soit $L = \frac{v}{2 \times f}$ donc $l = \frac{343}{2 \times 83} = 2,1 \text{ m}$

La longueur du tube est $l = 2,1 \text{ m}$.

3. Si la température de la salle de concert augmente, la valeur de la vitesse de propagation des signaux sonores augmente. D'après la relation $f = \frac{v}{2 \times l}$, si la valeur de la vitesse v augmente alors il faut que la longueur du tube augmente pour garder la même valeur de fréquence f .

4. Le tubulum et la flute n'ont pas le même timbre, les signaux sonores pour une même note jouée n'auront pas la même forme et ne seront donc pas perçus de la même manière.

5. Pour une note de fréquence $f = 83 \text{ Hz}$ et de niveau d'intensité sonore $L = 70 \text{ dB}$ il n'y a pas de danger pour l'audition (**Docs 9 et 10 p. 219**).

32 Accorder sa guitare

L'accordeur électronique indique que la corde du sol a une hauteur trop basse, c'est-à-dire que la fréquence f du signal sonore obtenu est trop faible. On souhaite donc augmenter la fréquence f du signal sonore, c'est-à-dire diminuer sa période T

$$\text{(relation } f = \frac{1}{T}\text{)}$$

D'après la relation $T = 2 \times L \times \sqrt{\frac{\mu}{F}}$, pour diminuer la valeur de T il faut augmenter la valeur de F . La corde du sol doit donc être tendue pour être accordée.

33 Communication chez les baleines

En considérant la fréquence moyenne des d'émission du chant des baleines $f = 4$ kHz, on a d'après le **doc. 2** une absorption acoustique de l'eau d'environ $0,2 \text{ dB}\cdot\text{km}^{-1}$.

Le niveau d'intensité sonore moyen du chant des baleines étant de $L = 170$ dB et le seuil d'audibilité des baleines de 50 dB on peut poser l'équation suivante où D est la distance maximale : $50 = 170 - D \times 0,2$

$$\text{soit : } D = \frac{170 - 50}{0,2} = 600 \text{ km}$$

La distance maximale pour que deux baleines puissent communiquer est d'environ $D = 600$ km.
