

La valeur de la vitesse des ultrasons dans l'air est environ  $3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

2. La valeur de la vitesse des ultrasons dans l'air est comparable à celle des sons, à la même température.

3. Les valeurs obtenues par les divers groupes ne sont pas identiques à cause d'erreurs éventuelles sur les mesures. Les principales sources d'erreurs sont sur la lecture de la durée  $\Delta t$ , et sur la mesure de la distance  $d$ .

## Exercices

► p. 157 à 164 du manuel

### QCM

Un QCM supplémentaire interactif est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

1. B ; 2. B et C ; 3. B et C ; 4. A ; 5. C.

2. 1. A et B.

### Application immédiate

Une version diaporama de l'exercice résolu est disponible dans le manuel numérique enrichi (enseignant et élève).

4. On mesure, par exemple, la durée de 3 périodes. Cette durée s'étale sur 12,6 graduations.

Or 1,0 graduation représente 0,20 s.

On a donc :

$$T = \frac{12,6 \times 0,20}{3} = 0,84 \text{ s}$$

$$f = 60 \times \frac{1}{T} \approx 71 \text{ battements par minute}$$

### Corrigés des exercices

Grille d'évaluation des compétences spécifiques du chapitre : voir [www.hachette-education.com](http://www.hachette-education.com) (fiche du manuel).

5. 1. Un signal périodique se reproduit à l'identique à des intervalles de temps de même durée.

2. Les signaux a, c et d sont périodiques sur la durée de l'enregistrement.

6. 1. Un signal électrique périodique est caractérisé par sa période  $T$ , par sa valeur maximale  $U_{\max}$  et sa valeur minimale  $U_{\min}$ .

2. La période du signal électrique est en seconde (s) et ses valeurs maximale et minimale en volt (V).

7. 1. La période  $T$  d'un signal périodique est la plus petite durée au bout de laquelle le signal se répète identique à lui-même.

2. On mesure 8,9 divisions pour  $4T$ ,

$$\text{soit } T = \frac{8,9}{4} \times 1,0 \approx 2,2 \text{ ms}$$

8. 1. La fréquence  $f$  d'un signal périodique est le nombre de fois où ce signal se répète par seconde :  $f = \frac{1}{T}$

$$2. f = \frac{1}{2,2 \times 10^{-3}} \approx 4,5 \times 10^2 \text{ Hz}$$

$$9. 1. f = \frac{127}{60} \approx 2,12 \text{ Hz}$$

$$2. T = \frac{1}{f} \text{ soit } T \approx \frac{1}{2,12} \approx 0,472 \text{ s}$$

$$10. 1. f = \frac{26}{30} \times 60 = 52 \text{ battements par minute}$$

$$f = \frac{52}{60} \approx 0,87 \text{ Hz}$$

$$2. T = \frac{1}{f} \text{ soit } T \approx 1,15 \text{ s}$$

11. 1. On mesure 6,0 divisions pour  $3T$ , soit :

$$T = \frac{6,0}{3} \times 400 \approx 8,0 \times 10^2 \text{ ms}$$

$$2. f = \frac{1}{T} \text{ soit } f \approx \frac{1}{8,0 \times 10^{-1}} \approx 1,3 \text{ Hz}$$

$$3. U_{\max} \approx 2,2 \times 10 \approx 22 \text{ mV}$$

12. 1. Les tensions maximale  $U_{\max}$  et minimale  $U_{\min}$  des deux signaux sont égales.

Les périodes des deux signaux sont différentes, donc leurs fréquences sont différentes.

2. Graphiquement, on mesure :

$$U_{\max} = 1,5 \text{ mV} ; \quad U_{\min} = -0,2 \text{ mV}$$

$$T_1 = 1,5 \times 0,4 = 0,60 \text{ s} \quad \text{donc } f_1 \approx 1,7 \text{ Hz}$$

$$T_2 = 2,5 \times 0,4 = 1,0 \text{ s} \quad \text{donc } f_2 \approx 1,0 \text{ Hz}$$

13. 1. La valeur de la vitesse de propagation du son dans l'air à  $20^\circ\text{C}$  est de l'ordre de  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

2. La valeur de la vitesse de propagation des ultrasons est la même que celle des sons audibles, à la même température et dans le même milieu.

14. 1. La valeur de la vitesse de propagation des sons dans l'air à  $20^\circ\text{C}$  est de l'ordre de  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

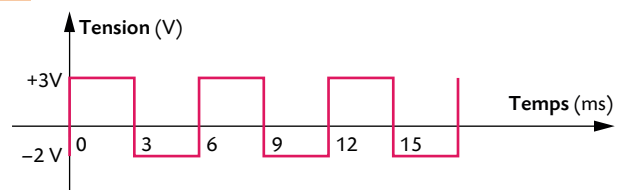
2. a. Sur l'écran, on lit 5,0 divisions entre le début de l'émission et le début de la réception :

$$\Delta t = 5,0 \times 50 = 2,5 \times 10^3 \mu\text{s}$$

b. Connaissant la valeur  $v$  de la vitesse de propagation des ultrasons, la distance  $d$  séparant l'émetteur du récepteur vaut :

$$d = v \times \Delta t \text{ soit } d = 340 \times 2,5 \times 10^3 \times 10^{-6} = 0,85 \text{ m}$$

15



16. 1. a. Lors de cette immersion, la période est multipliée par deux.  
b. La fréquence sera divisée par deux puisqu'elle est inversement proportionnelle à la période.

2. a. La fréquence cardiaque, en battement par minute, a pour expression  $f = \frac{1}{T} \times 60$ .



Avant l'immersion :  $f = \frac{60}{0,75} = 80$  battements par minute

Lors de l'immersion :  $f = \frac{60}{1,5} = 40$  battements par minute

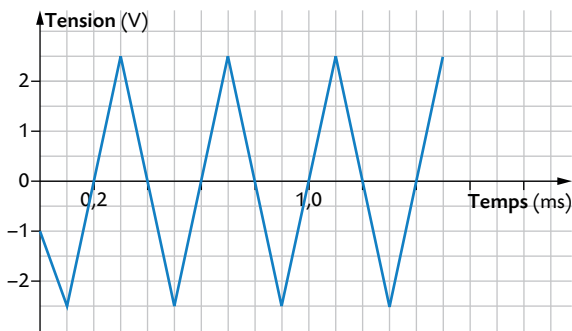
**b.** Lors de l'immersion, on trouve une fréquence deux fois plus faible que celle de Sofiane avant la plongée. Le résultat est en accord avec la réponse donnée à la question 1b.

**17 1. a.** Si on double la fréquence d'un signal électrique, sa période est divisée par deux.

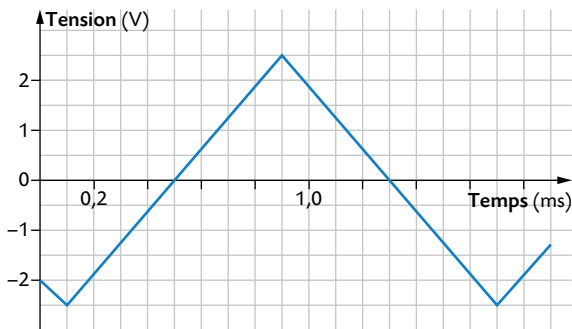
**b.** Si on divise sa fréquence par deux, sa période est multipliée par deux.

**c.** Si on divise sa tension maximale par deux, sa période ne change pas.

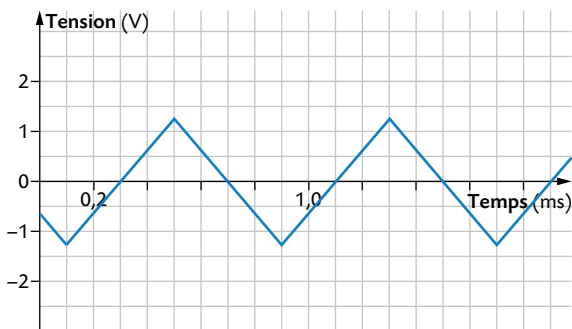
**2. a.** On double la fréquence :



**b.** On divise la fréquence par deux :



**c.** On divise la tension maximale par deux :



### 18 Réponses aux pistes de résolution (p. 335)

**1.** La « teen buzz mosquito » est une sonnerie de portable inaudible par les adultes, c'est-à-dire dont la fréquence se situe au-delà de 15 kHz.

**2.** La sonnerie correspond à un signal périodique qui est caractérisé par sa période et donc sa fréquence. Il peut également être caractérisé par les valeurs de sa tension maximale et minimale.

**3.** La période  $T$  se mesure sur l'axe horizontal, en déterminant, par exemple, la durée de 5 périodes.

Ayant déterminé la période, on calcule la fréquence  $f$  avec  $f = \frac{1}{T}$ .

Les valeurs de ses tensions maximale et minimale se mesurent sur l'axe vertical. L'axe vertical n'étant pas gradué, on ne peut pas déterminer ces valeurs.

**4.**  $5T = 300 \mu\text{s}$ , soit  $T = 60,0 \mu\text{s}$

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{soit } f = \frac{1}{60,0 \times 10^{-6}} \approx 16,7 \times 10^3 \text{ Hz} = 16,7 \text{ kHz}$$

Le signal de la sonnerie téléchargée a une fréquence de 16,7 kHz. Il peut donc correspondre à celui de la « teen buzz mosquito », car sa fréquence est supérieure à 15 kHz.

### Une réponse possible

#### • Introduction présentant la problématique :

À partir du signal de la sonnerie téléchargée par un élève sur Internet, on cherche à savoir si la fréquence de cette sonnerie est supérieure à 15 kHz.

#### • Mise en forme de la réponse :

La sonnerie correspond à un signal périodique dont la période  $T$  se mesure sur l'axe horizontal.

On détermine, par exemple, la durée de 5 périodes.

$$5T = 300 \mu\text{s}, \quad \text{soit } T = 60,0 \mu\text{s}$$

La période du signal périodique téléchargé est 60,0  $\mu\text{s}$ .

On en déduit la fréquence correspondante :

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{soit } f = \frac{1}{60,0 \times 10^{-6}} \approx 16,7 \times 10^3 \text{ Hz} = 16,7 \text{ kHz}$$

La fréquence du signal téléchargé est 16,7 kHz.

#### • Conclusion revenant sur la problématique :

Le signal de la sonnerie téléchargée a une fréquence de 16,7 kHz. Il peut donc correspondre à celui de la « teen buzz mosquito », car sa fréquence est supérieure à 15 kHz.

Grille d'évaluation pour le professeur : voir p. 75.

**19 1.** Pour le signal du son A :

2,5 périodes s'étendent sur 8,0 ms.

La période du son A,  $T_A$ , vaut 3,2 ms.

Pour le signal du son B :

3 périodes s'étendent sur 1500  $\mu\text{s}$ .

La période du son B,  $T_B$ , vaut 500  $\mu\text{s}$ .

**2.** Pour le signal du son A :

$$f_A = \frac{1}{T_A} \quad \text{soit } f_A = \frac{1}{3,2 \times 10^{-3}} \approx 3,1 \times 10^2 \text{ Hz}$$

Sa fréquence est  $3,1 \times 10^2$  Hz.

Pour le signal du son B :

$$f_B = \frac{1}{5,00 \times 10^{-4}} = 2,00 \times 10^3 \text{ Hz}$$

Sa fréquence est  $2,00 \times 10^3$  Hz.

**3.** D'après le doc. 1, le son le plus aigu correspond au son dont la fréquence est la plus élevée, c'est-à-dire le son B.

### 20 Traduction : Nettoyage dentaire

La méthode de nettoyage par ultrasons est utilisée dans les procédures dentaires. Cette méthode offre au dentiste une manière rentable pour nettoyer les dents d'un patient.

Lorsque la pointe de l'outil de détartrage est maintenue contre la dent, les ondes sonores (de fréquences comprises entre 25 à 45 kHz) rebondissent sur les dents et provoquent la rupture du tartre et de la plaque dentaire. L'eau provenant du dispositif lave ensuite les débris. La pointe n'abîme pas l'émail de la dent contrairement aux méthodes traditionnelles de détartrage. Comme cette méthode utilise seulement les vibrations, les patients peuvent s'attendre à une opération indolore.

**1.** Les ondes utilisées pour le détartrage dentaire sont des ondes ultrasonores.

2. L'utilisation de ces ondes pour un détartrage rend le procédé plus efficace et moins douloureux que le détartrage traditionnel, car il effrite la plaque dentaire sans attaquer l'émail des dents.

**21 1. a.** Le point A représente le début de la réception de l'onde ultrasonore par un des deux récepteurs. Le point B représente le début de la réception de l'onde ultrasonore par l'autre récepteur.

b. Sur l'oscillogramme 1, les deux récepteurs reçoivent la salve ultrasonore à des instants différents. Ils sont donc éloignés l'un de l'autre, ce qui correspond à la seconde situation décrite.

Sur l'oscillogramme 2, les deux récepteurs reçoivent la salve ultrasonore au même instant, ils sont donc situés côte à côte, ce qui correspond à la première situation.

*Remarque : pour compléter la réponse de la question 1a, on peut remarquer sur l'oscillogramme 1 qu'une salve sur la courbe bleue a une amplitude bien plus faible que celle d'une salve sur la courbe jaune. Ce n'est pas le cas sur l'oscillogramme 2. Le récepteur correspondant à la courbe bleue est donc plus éloigné de la source ultrasonore que le récepteur correspondant à la courbe jaune. Le point A correspond donc au début de la réception d'une salve ultrasonore par  $R_1$  et le point B par  $R_2$ .*

2. a. Le décalage entre les points A et B correspond au temps mis par l'onde pour parcourir la distance qui sépare le récepteur  $R_1$  du récepteur  $R_2$ .

b.  $\Delta t \approx 1,2 \times 1,0 = 1,2 \text{ ms}$

3.  $v = \frac{d}{\Delta t}$  soit  $v \approx \frac{0,40}{1,2 \times 10^{-3}} \approx 3,3 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

La valeur de la vitesse des ultrasons dans les conditions de l'expérience est  $3,3 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

**22 1.** Le stéthoscope utilisé par l'expérimentateur sert de récepteur sonore.

2. a. J.-D. Colladon et C. Sturm ont mesuré le temps mis par l'onde sonore, émise par la cloche, pour parcourir la distance qui sépare les deux bateaux.

b. Ils ont négligé le temps mis par l'éclair pour parcourir la distance entre les deux bateaux et le temps mis par l'onde sonore pour parvenir du stéthoscope à l'oreille de l'expérimentateur.

c. Ils connaissaient la distance entre les deux bateaux.

3. a.  $v = \frac{d}{\Delta t}$

b.  $v = \frac{13 \times 10^3}{9,1} \approx 1,4 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

La valeur de la vitesse du son dans l'eau mesurée lors de l'expérience est  $1,4 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

4. La valeur de la vitesse de propagation du son dans l'air à 20 °C est de l'ordre de  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

5. La valeur de la vitesse du son dans l'eau est plus grande que celle du son dans l'air.

**23 1.** Les ultrasons sont plus rapides dans l'eau que dans l'air, puisqu'ils parcourent en moins de temps, d'après les enregistrements du **doc. 2**, la même distance séparant l'émetteur du récepteur.

2.  $v = \frac{d}{\Delta t}$  ( $v$  en  $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$  si  $d$  est en m et  $\Delta t$  en s)

a. Dans l'eau,  $\Delta t_{\text{eau}} \approx 0,50 \text{ ms}$

donc  $v_{\text{eau}} \approx \frac{0,75}{0,50 \times 10^{-3}} = 1,5 \times 10^3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

b. Dans l'air,  $\Delta t_{\text{air}} \approx 2,2 \text{ ms}$

donc  $v_{\text{air}} \approx \frac{0,75}{2,2 \times 10^{-3}} = 3,4 \times 10^2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

3. La valeur de la vitesse change selon la nature du milieu traversé, ce qui est en accord avec l'affirmation du **doc. 1**.

À 20 °C, la valeur de la vitesse du son dans l'air est environ  $340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . C'est la même valeur que celle trouvée.

**24 1.** Sur une durée donnée, dans un état physique donné et à une altitude donnée, on peut considérer que la respiration est régulière et a donc un caractère périodique.

2. a.  $T = \frac{1}{f}$  avec  $f = \frac{86}{60} \text{ Hz}$ ,

soit  $T = \frac{60}{86} \approx 0,70 \text{ s}$

b.  $f = \frac{12}{60} \text{ Hz}$ , soit  $T = \frac{60}{12} = 5,0 \text{ s}$

3. En altitude, l'alpiniste renouvelle beaucoup plus souvent l'air dans ses poumons, de manière à essayer de compenser la raréfaction du dioxygène dans l'air qu'il respire.

**25 1.** Le pouls peut être considéré comme un signal périodique, car sur chacun des deux enregistrements on identifie un motif qui se reproduit à l'identique.

2. a. Le rythme cardiaque correspond à la fréquence du signal exprimée en battement par minute. Lorsque celle-ci est divisée par 2, la période du signal double.

La période du signal de l'enregistrement 1 n'est pas exactement deux fois supérieure à celle de l'enregistrement 2, elle est un peu moins de deux fois supérieure. Le rythme cardiaque de l'enregistrement 1 n'est donc pas exactement deux fois plus petit que celui de l'enregistrement 2. La proposition est fautive.

b. Au repos, le rythme cardiaque est plus faible qu'après un exercice physique. La période du signal correspondant doit être plus grande. La proposition est donc fautive. L'enregistrement 1 correspond à une situation de repos, alors que le 2 a été obtenu à l'issue de l'exercice physique.

c. Sur l'enregistrement 2, on mesure  $4T = 2,0 \text{ s}$ , soit  $T = 0,50 \text{ s}$ .

Le rythme cardiaque en battement par seconde est :

$$f = \frac{60}{T} \quad \text{soit } f = \frac{60}{0,50} = 1,2 \times 10^2 \text{ battements par minute}$$

Le rythme cardiaque est bien proche de 120 battements par minute. La proposition est vraie.

d. Sur l'enregistrement 1, on mesure  $3T = 2,6 \text{ s}$ , soit  $T \approx 0,87 \text{ s}$ .

Le rythme cardiaque est  $f = \frac{60}{T}$

soit  $f = \frac{60}{0,87} \approx 69 \text{ battements par minute}$ .

Si le rythme cardiaque varie de près de 40 % entre l'enregistrement 1 et l'enregistrement 2, il doit diminuer d'environ  $1,2 \times 10^2 \times 0,4 = 48$  battements par minute, c'est-à-dire passer de  $1,2 \times 10^2$  à environ 72 battements par minute. 69 est proche de 72. La proposition peut donc être considérée comme vraie.

e. En notant  $T$  la période initiale, si la période diminue de 40 %, la période après diminution est :

$$T' = T - 0,40 T = 0,60 T$$

La fréquence initiale est  $T = \frac{1}{f}$ . La fréquence correspondant à la période  $T'$  est :

$$f' = \frac{1}{T'} = \frac{1}{0,60 T} = \frac{1}{0,60} \times \frac{1}{T} \approx 1,7f = f + 0,7f$$

La fréquence augmente d'environ 70 %. La proposition est fautive.

**26 1.** Suivant l'axe horizontal, on mesure un temps.

2. Le signal montre un motif qui se répète à l'identique. Le signal est donc périodique.

3. a.  $T = 3,4 \times 0,20 = 0,68 \text{ s}$

La période des battements de ce cœur est 0,68 s.

b.  $f = \frac{1}{T}$  soit  $f = \frac{1}{0,68} \approx 1,5 \text{ Hz}$



Sa fréquence est 1,5 Hz.

4. Sur l'écran, on lit 90 battements par minute, soit :

$$f = \frac{90}{60} = 1,5 \text{ Hz}$$

Cette valeur est en accord avec celle calculée.

5. a. Les valeurs maximale et minimale de la tension caractérisent ce signal.

b. Il faudrait connaître l'échelle verticale et le niveau de référence pour calculer ces valeurs.

## Grille d'évaluation pour le professeur :

Compétences	A	B	C	D	Capacités attendues	Indicateurs de réussite permettant d'attribuer le niveau de maîtrise « A »
<b>S'approprier</b>					Extraire des informations des documents.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les informations importantes sont extraites :               <ul style="list-style-type: none"> <li>La presbycousie se fait ressentir pour des sons dont les fréquences sont supérieures à 15 kHz.</li> <li>Le signal électrique correspondant au son émis par la sonnerie de portable est périodique.</li> </ul> </li> </ul>
					Mobiliser et organiser ses connaissances, introduire des arguments issus des connaissances personnelles.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les connaissances nécessaires à la résolution sont maîtrisées et restituées :               <ul style="list-style-type: none"> <li>La période correspond à la plus petite durée au bout de laquelle le signal se répète.</li> </ul> </li> </ul>
					Reformuler, dégager la problématique principale.	<ul style="list-style-type: none"> <li>La problématique est dégagée et correctement formulée. Par exemple : <i>Quelle est la période du signal électrique correspondant à la sonnerie ? Quelle est sa fréquence ? La comparer à la fréquence au-delà de laquelle la presbycousie se fait ressentir.</i></li> </ul>
<b>Analyser</b>					Conduire un raisonnement : <ul style="list-style-type: none"> <li>proposer une stratégie de réponse ;</li> <li>identifier et retenir uniquement les idées essentielles (tri, organisation) ;</li> <li>regrouper et relier les arguments des divers documents ;</li> <li>s'appuyer sur ses connaissances pour enrichir.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Le raisonnement suivi est correct. Par exemple :               <ul style="list-style-type: none"> <li>calculer la période du signal électrique téléchargé ;</li> <li>en déduire sa fréquence, qui correspond à celle de la sonnerie de portable ;</li> <li>comparer le résultat à la valeur donnée dans l'énoncé.</li> </ul> </li> </ul>
<b>Réaliser</b>					Exploiter des données. Conduire les calculs.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les relations littérales, ainsi que les applications numériques, sont correctes.</li> <li>Le résultat est écrit de manière adaptée (unités, chiffres significatifs, etc.).</li> <li>La comparaison avec la valeur donnée dans l'énoncé est correcte.</li> </ul>
<b>Valider</b>					Revenir sur la question de départ. Éventuellement, faire preuve d'esprit critique en : <ul style="list-style-type: none"> <li>commentant, repérant les points faibles de l'argumentation (contradiction, partialité, incomplétude, etc.) ;</li> <li>confrontant le contenu des documents avec ses connaissances.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La réponse au problème est donnée et revient sur la question de départ.</li> </ul>
<b>Communiquer</b>					Rendre compte à l'écrit.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un vocabulaire scientifique adapté et rigoureux est utilisé.</li> <li>La rédaction fait apparaître une maîtrise satisfaisante des compétences langagières de base.</li> <li>La présentation est soignée.</li> </ul>