



Activité expérimentale

COMPÉTENCES

- ✓ Interpréter des résultats expérimentaux
- ✓ Calculer

🕒 Méthode p. 514 Manipuler une formule mathématique

1 La vitesse du son dans l'air

Lors d'un feu d'artifice, on voit le panache lumineux avant d'entendre le bruit de l'explosion.

▶ À quoi ce décalage est-il dû ?



Protocole expérimental

- Placer sur le rail les deux microphones à 1 m l'un de l'autre.
- Relier le chronomètre aux microphones.
- Produire un claquement sec avec les tiges devant le premier microphone.
- Lire le temps affiché sur le chronomètre.



Matériel

- deux tiges en métal
- un rail, deux microphones (capteurs sonores), un chronomètre numérique

Observations

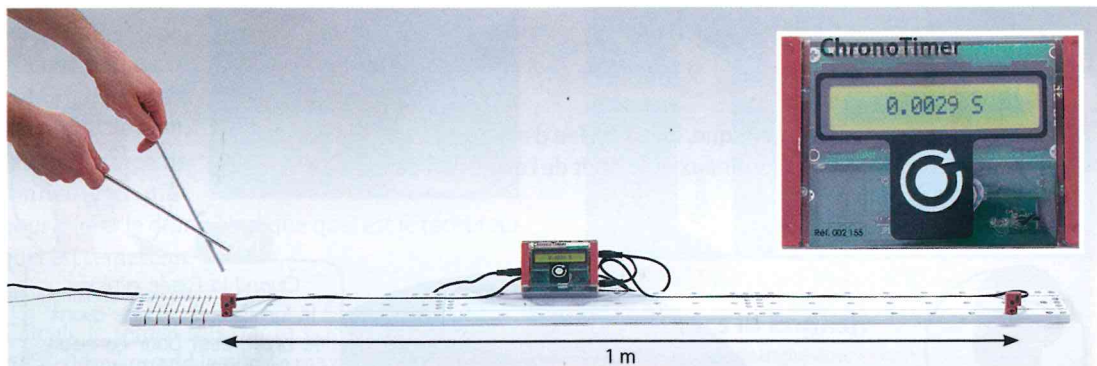


Fig. : Le son émis se propage entre les deux microphones.

Remarques

- Le chronomètre numérique mesure le temps mis par le son pour parcourir la distance séparant les deux microphones.
- La vitesse du son dépend de la température.

Questions

Observer

1. Quelle distance sépare les deux microphones ?
2. Combien de temps met le signal sonore pour parcourir cette distance ?

Raisonner

3. Calcule, à partir de tes résultats, la vitesse de propagation du son dans l'air en m/s.

4. La valeur théorique de la vitesse du son dans l'air à 15 °C est 340 m/s. Compare cette valeur à celle que tu as déterminée expérimentalement.

Conclure

5. Sachant que la vitesse de la lumière dans l'air est 300 000 km/s (ou 3×10^8 m/s), explique pourquoi nous voyons l'explosion d'une fusée de feu d'artifice avant de l'entendre.

🕒 Exercice expérimental : n° 7 p. 448
Que devient la vitesse de propagation si le son est plus fort ?



COMPÉTENCES

- ✓ Lire et comprendre des documents scientifiques
- ✓ Interpréter des résultats expérimentaux

2 Les mesures historiques

En natation synchronisée, les haut-parleurs diffusent de la musique dans la salle, mais aussi sous l'eau.

► Le son se propage-t-il toujours à la même vitesse ?



Doc. 1

La fréquence et le niveau sonore

Au XVII^e siècle, le philosophe et scientifique français Pierre Gassendi (1592-1655) écrit : « Que le son se fasse par une grande machine, telle qu'un canon (son grave), ou par une petite, telle qu'un mousquet (son aigu), la vitesse reste la même. » Le scientifique a en effet montré que la vitesse de propagation du son dans l'air ne dépend pas de sa fréquence. En 1738, des expériences réalisées par Jacques-Philippe Maraldi (1665-1729), astronome et mathématicien franco-italien, et l'Abbé de La Caille (1713-1762), astronome français, montrent qu'un son « fort » se déplace à la même vitesse qu'un son « faible ».



Pierre Gassendi (1592-1655)

Remarque Un mousquet est une petite arme à feu portative.

Doc. 2

La vitesse du son dans l'eau

En 1826, sur le lac Léman situé entre la France et la Suisse, Jean-Daniel Colladon (1802-1893), physicien et ingénieur suisse, et Charles Sturm (1803-1855), mathématicien français, réalisent les premières expériences de mesures précises de la vitesse de propagation du son dans l'eau.

Les deux scientifiques se placent sur deux barques éloignées l'une de l'autre. J.-D. Colladon produit un son en frappant une cloche immergée avec un marteau et, au même instant, émet un signal lumineux. Lorsque C. Sturm perçoit le signal lumineux, il déclenche son chronomètre et mesure le temps nécessaire pour que le son parvienne à un cornet acoustique placé sous l'eau. Après plusieurs mesures, ils déterminent la vitesse de propagation du son dans l'eau : 1 435 m/s.

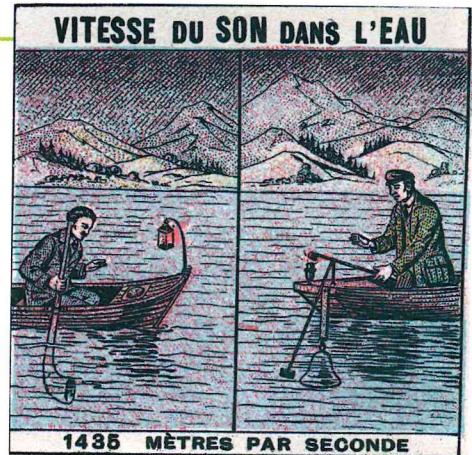


Fig. : Le son émis par la cloche frappée est capté par le cornet acoustique.

Questions

Comprendre

1. Dans l'air, un son grave se déplace-t-il plus rapidement qu'un son aigu ? un son fort plus rapidement qu'un son faible ?
2. Dans quel milieu le son se propage-t-il lors des expériences de J.-D. Colladon et C. Sturm ?

Raisonnement

3. Pourquoi les scientifiques ont-ils utilisé un signal lumineux pour déclencher leur chronomètre ?
4. Compare les vitesses de propagation du son dans l'eau et dans l'air.

Conclure

5. La vitesse de propagation du son dépend-elle du milieu de propagation ?



3 Chasseur d'orage

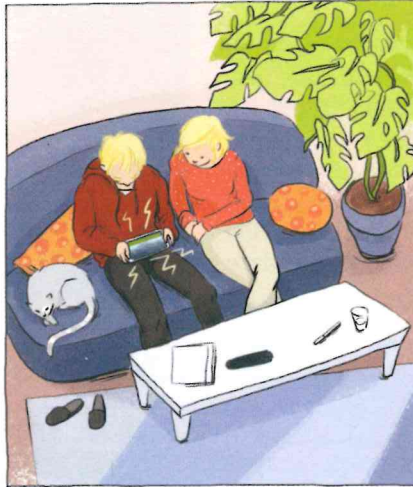
Gaspard et Tess visionnent une vidéo postée sur Internet par un chasseur d'orage.

Différenciation

Parcours différencié
Manuel numérique enseignant

Vidéo

Chasseur d'orage - 0:21
hatier-clic.fr/pcd010



1 Problème scientifique posé

- Quelle question scientifique peut-on se poser suite à la remarque de Tess ?

2 Hypothèse

- Quelle réponse donnerais-tu à cette question ?

Aide Propose une estimation en mètre.

3 Expérience envisagée

- Rédige le protocole qui te permettrait de répondre.

4 Réalisation de l'expérience et observations

- Réalise les mesures en suivant les consignes du professeur.
- Note le ou les résultats obtenus.

5 Conclusion

- Réponds à la question posée à l'aide d'un calcul. Ton hypothèse était-elle correcte ?



4 À la recherche du *Titanic*



Le 15 avril 1912, lors de son premier voyage, le paquebot *Titanic* heurte un iceberg et coule.
En utilisant les documents ci-dessous ainsi que tes connaissances, calcule à quelle profondeur est échoué le *Titanic* puis rédige un compte rendu en détaillant ton raisonnement.

Différenciation

Indices à distribuer

Manuel numérique enseignant

Doc. 1

Le fonctionnement du sonar

Lorsqu'un signal sonore heurte un obstacle, il est réfléchi et revient en direction de son point de départ : c'est le phénomène d'écho. Les bateaux utilisent des sonars, dispositifs situés sous leur coque qui permettent de sonder les fonds marins en émettant un signal à très haute fréquence dit « ultrasonore ». Lorsque ces ultrasons, inaudibles pour les êtres humains, se réfléchissent sur un banc de poissons ou un sous-marin par exemple, le sonar mesure le temps écoulé entre le moment de l'émission du signal et le moment du retour à son point initial.

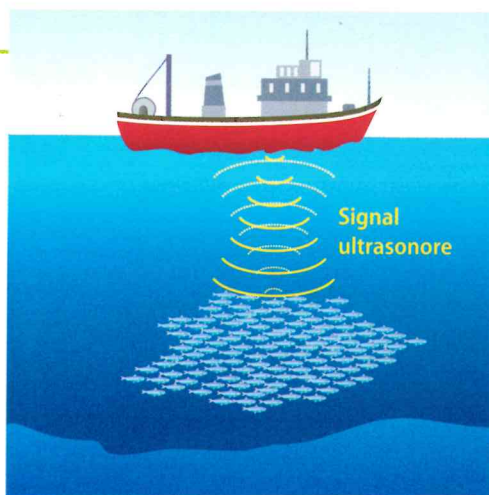


Fig. 1 : Le signal ultrasonore est réfléchi et revient vers son point de départ.

Doc. 2

Vitesse et milieu de propagation

Milieu	Vide	Air	Eau	Verre
Masse volumique (g/L)	-	1,3	1 000	2 530
Vitesse du son (m/s)	-	340	1 500	5 300

Fig. 2 : Masse volumique et vitesse du son de différents milieux dans les conditions usuelles.

Doc. 3

La localisation de l'épave du *Titanic*

L'épave du *Titanic* a été localisée le 1^{er} septembre 1985 grâce à un sous-marin (sous-marin) miniature équipé de caméras. Des recherches plus poussées utilisant la technologie du sonar ont permis de confirmer la position de l'épave et de préciser à quelle profondeur elle se trouvait. Depuis la surface de l'eau, les scientifiques ont observé qu'il s'écoulait 5,2 s entre l'émission du signal et son retour au point de départ.



Fig. 3 : L'épave du *Titanic*.

L'essentiel

en image

LA VITESSE
DU SON

On a
détecté
le trésor!

Vitesse du son dans l'air :

340 m/s

Vitesse du son dans l'eau :

1 500 m/s

MESURE
DE DISTANCES

$$d = v \times t$$

Le signal parcourt
deux fois la distance
bateau-objet.

en texte

Je dois savoir

- Le son se propage dans l'air à la vitesse de 340 m/s.
↳ Exercice 4
- La vitesse de propagation du son dépend du milieu de propagation.
↳ Exercices 5, 6 et 8
- Dans l'air, les sons se propagent à la même vitesse quels que soient leur fréquence et leur niveau sonore.
↳ Exercices 4 et 14
- Les signaux sonores permettent de mesurer des distances.
↳ Exercices 10, 11 et 13

À imprimer

Mon tableau de suivi
hatier-clic.fr/pcd011

Je dois savoir faire

- ✓ Déterminer la vitesse de propagation du son.
↳ Exercices 7 et 9
- ✓ Utiliser la vitesse de propagation d'un signal sonore pour calculer une distance.
↳ Exercices 10 et 12

FRANCHIR LE MUR DU SON



Boeing FA-18F Super Hornet en train de franchir le mur du son lors d'un meeting aérien.

Le mur du son

L'expression « mur du son » remonte à la seconde guerre mondiale : les aviateurs constatent que lorsque la vitesse d'un avion s'approche de celle du son dans l'air, l'appareil devient très difficilement contrôlable, voire impossible à piloter. Dépasser la vitesse du son paraît alors irréalisable, tel un « mur » qu'on ne pourrait franchir...

Franchir le mur du son est un défi technologique, particulièrement dans le domaine de l'aviation. La vitesse du son aurait été dépassée pour la première fois en 1945 par l'aviateur allemand Hans Guido Mutke.

Depuis, les ingénieurs cherchent à élaborer des avions qui vont de plus en plus vite.

Lorsqu'un avion dépasse le mur du son, l'air autour de lui subit une très forte compression et les vibrations que cela engendre créent un son très intense, appelé « bang supersonique ». L'air qui se déforme, mélangé aux gaz d'échappement, permet de visualiser cette onde de choc.

Le projet Baby Boom

En 2016, le britannique Richard Branson a annoncé son objectif de fabriquer l'avion supersonique le plus rapide de l'aviation civile : le Baby Boom. Cet avion pourrait voler à mach 2,2 avec 45 passagers. Le mach permet d'exprimer une vitesse par rapport à la vitesse du son : un avion qui se déplace à la vitesse du son vole à mach 1 ; si sa vitesse est égale à deux fois celle du son, il vole à mach 2 ; etc.

Le premier vol du Baby Boom est prévu pour 2023.



1. Rappelle quelle est la valeur de la vitesse du son dans l'air. Exprime cette vitesse en m/s, puis en km/h.
2. Calcule la vitesse du Baby Boom en km/h.
3. Actuellement, un vol Paris/New-York (6 000 km) dure environ 7 h 30. Quelle serait la durée approximative de ce vol avec le Baby Boom ?



J'approfondis le sujet

Plus vite que le son !

- La vitesse du son a aussi été dépassée dans d'autres domaines que l'aviation. Recherche différents événements pour lesquels des records de vitesse ont été enregistrés ; ne retiens que ceux dont la vitesse est supérieure à celle du son.
- Présente le résultat de ta recherche sur une frise chronologique.

Méthode

Réaliser une frise chronologique

Une frise chronologique permet de visualiser une succession d'événements sur une bande graduée, horizontale ou verticale, qui représente le temps. Pour réaliser une frise attrayante :

- liste les événements en notant leur date ;
- trace la frise en choisissant une échelle qui permette de faire figurer tous les événements retenus ;
- utilise de la couleur pour mettre en valeur différentes périodes ou différents types d'événements ;
- illustre la description de chaque événement avec une photo, un dessin, etc.



Je m'évalue

Voir corrigés p. 516

Exo interactif
Manuel numérique

1 QCM

Choisis la bonne réponse.

	A	B	C
a. La vitesse de propagation du son dans l'air est :	340 m/s	340 km/h	340 m/h
b. Un son très intense se propage :	aussi vite qu'un son faible	moins vite qu'un son faible	plus vite qu'un son faible
c. La vitesse de propagation d'un son dépend uniquement :	de son niveau sonore	du milieu de propagation	de sa fréquence
d. Les signaux sonores sont utilisés pour déterminer des distances à l'aide de dispositifs tels que :	le multimètre	le télescope	le sonar
e. Pour déterminer une distance, on utilise la relation :	$d = \frac{v}{t}$	$d = v \times t$	$d = \frac{t}{v}$

Calcule ton score : tu marques 4 points pour chaque réponse exacte et tu perds 1 point pour chaque erreur.

16 à 20 points **Bravo !**
Tu peux passer à la suite.

11 à 15 points **C'est bien !**
Revois les notions qui t'ont posé problème.

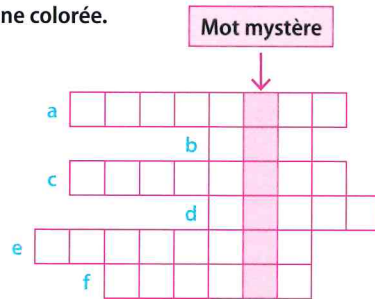
6 à 10 points **Revois ton cours**
Relis bien tout le cours.

0 à 5 points **Recommence**
Relis bien tout le cours et recommence le QCM.

2 MOTS CASÉS

Recopie et complète la grille pour découvrir le « mot mystère » dans la colonne colorée.

- Son à très haute fréquence, inaudible pour l'oreille humaine.
 - Se déplace à 340 m/s dans l'air.
 - S'obtient en faisant le produit de la vitesse par le temps.
 - Appareil qui permet de détecter et de situer des objets sous l'eau.
 - Bruit perçu après avoir vu l'éclair.
 - Nom donné à l'environnement (air, eau...) dans lequel un signal se propage.
- Quel est le mot mystère ?



3 JE RETROUVE L'ESSENTIEL

Complète les phrases en utilisant les mots suivants : vitesse • 340 m/s • fréquence • distances • milieu • vide • supérieure • niveau sonore

- Le son ne se propage pas dans le ... (1) ... et sa vitesse dépend du ... (2) ... de propagation.
- La vitesse de propagation du son dans l'air, dans les conditions usuelles, est ... (3) ...
Dans l'eau, elle est ... (4) ...
- Les sons graves, les sons aigus et les ultrasons se déplacent à la même ... (5) ... dans l'air ; la vitesse de propagation ne dépend pas de la ... (6) ... du signal sonore.
- Un son fort se déplace à la même vitesse qu'un son faible : la vitesse ne dépend pas du ... (7) ...
- Les signaux sonores permettent de déterminer des ... (8) ... grâce à des dispositifs comme le sonar, par exemple.



Je m'exerce

La vitesse de propagation du son

4 La propagation des sons

Mobiliser des connaissances

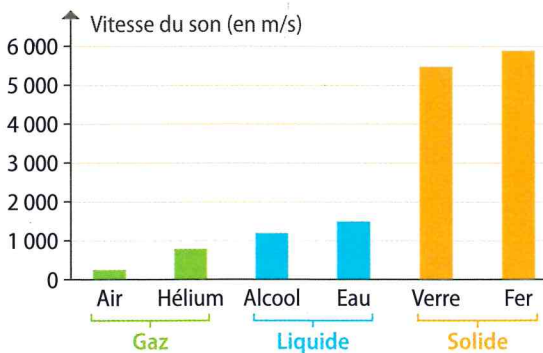


- a. Indique dans quel milieu se propagent les différents sons illustrés par le dessin ci-dessus.
- b. À quelle(s) vitesse(s) se propagent ces sons ? Justifie ta réponse.

5 Les milieux de propagation

Exploiter un graphique

La vitesse du son dépend du milieu de propagation.



- a. Quel est, parmi ces milieux de propagation, celui dans lequel le son se propage le plus vite ? le moins vite ?
- b. Le son se propage-t-il à la même vitesse dans tous les solides, liquides ou gaz ? Justifie ta réponse.

6 Une ruse de sioux

Raisonner et argumenter

Dans une bande dessinée, Gabin remarque que les Indiens collent leur oreille sur le rail afin de savoir si un train approche.

- Pourquoi les Indiens pouvaient-ils prévoir l'arrivée d'un train avant d'en percevoir le son dans l'air ?

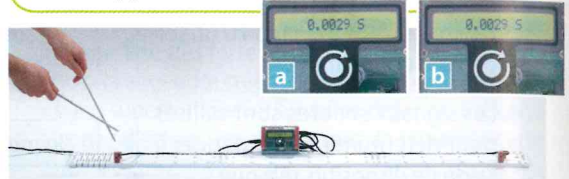
Donnée La vitesse du son dans l'acier est environ égale à 5 000 m/s.

7 J'expérimente

Suivre un protocole expérimental

Protocole expérimental

- Placer les deux capteurs à une distance de 1 m puis les connecter au chronomètre.
- Produire un léger claquement avec les tiges.
- Lire la mesure du temps de propagation (a).
- Recommencer l'expérience en produisant un claquement beaucoup plus fort (b).



- Que peux-tu en déduire concernant la vitesse de propagation d'un son faible et d'un son fort ? Justifie.

8 La natation synchronisée

Raisonner et argumenter

Lors d'une compétition de natation synchronisée, les nageuses allient danse et natation. La musique est diffusée dans la salle de spectacle mais aussi sous l'eau grâce à des haut-parleurs étanches.



- Justifie le fait que les sportives perçoivent la musique avant les spectateurs.

Aide Utilise l'histogramme de l'exercice 5 ci-contre.

9 La première mesure de la vitesse du son

Calculer

Histoire des sciences

En 1822, les scientifiques français François Arago, Louis Joseph Gay-Lussac et Gaspard de Prony tirent, de nuit, des coups de canon entre deux lieux, distants de 18 612 m. Ils déclenchent le chronomètre lorsqu'ils voient la lumière de l'explosion du canon et l'arrêtent lorsqu'ils en perçoivent le son. Ils mesurent alors un temps de 54,6 s.



- a. Calcule, en m/s, la vitesse de propagation du son dans l'air obtenue en 1822. Arrondis le résultat au dixième.
- b. Pourquoi les scientifiques ont-ils négligé le temps de propagation de la lumière ?

Déterminer une distance avec un signal sonore

10 J'apprends à rédiger

Raisonnement, calculer et rédiger un texte bref

EXERCICE CORRIGÉ

En haute mer, les pêcheurs utilisent un sonar afin de localiser les bancs de poissons. Ce dispositif émet un signal ultrasonore qui se réfléchit sur les poissons.



Au cours d'une pêche à la sardine, le temps qui sépare l'émission et la réception du signal est 0,06 s.

- Combien de temps le signal a-t-il mis pour atteindre les sardines ? Justifie ta réponse.
- Calcule la profondeur du banc de sardines.

Donnée Dans l'eau, le son se propage à 1 500 m/s.

- a. $0,06 \div 2 = 0,03$. Le signal a mis 0,03 s pour atteindre les sardines.
- b. $d = v \times t = 1\,500 \times 0,03 = 45$ m
- Le banc de sardines se trouve à 45 m de profondeur.

À toi de rédiger !

- À quelle profondeur se situe le banc de sardines si le temps mesuré entre l'émission du signal et sa réception est 0,08 s ?

11 J'avance à mon rythme

Convertir et calculer

Les baleines communiquent par leurs « chants » : elles émettent des sons qui peuvent être perçus à de très grandes distances. En étudiant deux baleines, des scientifiques ont mesuré un signal sonore ayant mis 6 minutes et 30 secondes pour parvenir de l'une à l'autre.

Donnée Dans l'eau, le son se propage à 1 500 m/s.

Je réponds directement

- Calcule la distance séparant ces deux baleines.

Je suis guidé

- Convertis 6 min 30 s en seconde.
- À l'aide de la formule $d = v \times t$, calcule la distance entre les deux baleines.

12 La distance de l'orage

Raisonnement et calculer

Leslie veut savoir à quelle distance se trouve l'orage qui s'approche. Elle compte 6 secondes entre le moment où elle voit l'éclair et celui où elle entend le tonnerre.



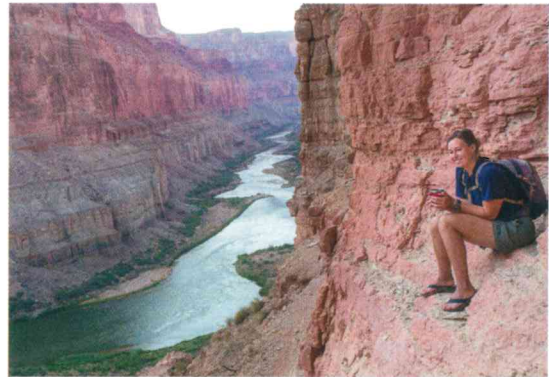
- Calcule à quelle distance de Leslie se trouve l'orage.

Il existe une autre méthode plus rapide pour savoir à quelle distance se trouve un orage. Il suffit de diviser par trois le nombre de secondes comptées pour obtenir la distance approximative de l'orage en kilomètre.

- Calcule la distance parcourue par le son en 3 secondes.
- Explique pourquoi diviser le nombre de secondes comptées permet de connaître la distance en kilomètre.
- Vérifie que cette méthode fonctionne dans l'exemple de Leslie.

13 J'analyse une copie d'élève

Exercer son esprit critique



Léni résout l'exercice suivant :

« Un randonneur crie face à une falaise. L'écho de sa voix lui revient après 3 s.

Quelle distance sépare le randonneur de la falaise ? »

Voici la réponse de Léni.

On sait que la vitesse du son dans l'air est :

$$v = 340 \text{ m/s et que } v = \frac{d}{t}$$

Donc $d = v \times 2t$ car le son fait l'aller-retour :

$$d = 340 \times 6 = 2\,040 \text{ m}$$

La falaise se trouve à 2 040 m.

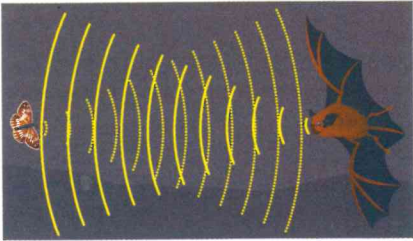
- Retrouve l'erreur commise par Léni et propose une correction.



J'approfondis

14 L'écholocation

Mobiliser des connaissances et calculer



Les chauves-souris utilisent les ultrasons pour se repérer et détecter leurs proies.

a. Rappelle ce que sont des ultrasons.

b. Quelle est leur vitesse de propagation dans l'air ?

c. Calcule à quelle distance la proie se situe de la chauve-souris si cette dernière reçoit un écho au bout de 12 ms.

15 Le concert

Exercer son esprit critique



Dans un orchestre symphonique, les violons sont disposés sur le devant de la scène, près des spectateurs, alors que les percussions sont vers le fond. Agathe pense que les percussions sont placées plus loin des spectateurs que les violons car les sons qu'elles émettent sont plus forts et se propagent plus vite.

■ Le raisonnement d'Agathe est-il correct ? Justifie ta réponse.

16 La qualité du béton

Raisonner

Un béton bien réalisé ne contient pratiquement pas de bulles d'air.

■ Explique pourquoi le fait de déterminer la vitesse de propagation du son dans un mur en béton permet d'en contrôler la qualité.

Données

Vitesse du son dans le béton : 3 100 m/s ;
vitesse du son dans l'air : 340 m/s.



17 Je résous une tâche complexe

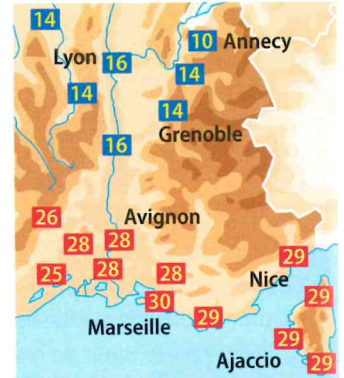
Exploiter un graphique et extraire l'information utile

Pour le 14 juillet, Éva se place à 2 km du lieu de tir du feu d'artifice d'Annecy. Sophie, elle, se trouve à 2 km de celui de Marseille.

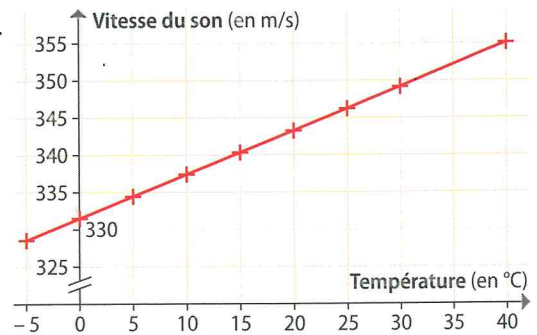
■ À l'aide des documents fournis, détermine qui entendra en premier les détonations. Explique ton raisonnement dans un compte rendu dans lequel tu feras apparaître tes calculs.

Doc. 1

Carte météo du 14 juillet 2015



Doc. 2 Vitesse du son en fonction de la température



Pour aller plus loin

Selon toi, la différence de durée du trajet du son sera-t-elle perceptible ? Justifie avec un calcul.

18 Physics in English

Pratiquer une langue étrangère

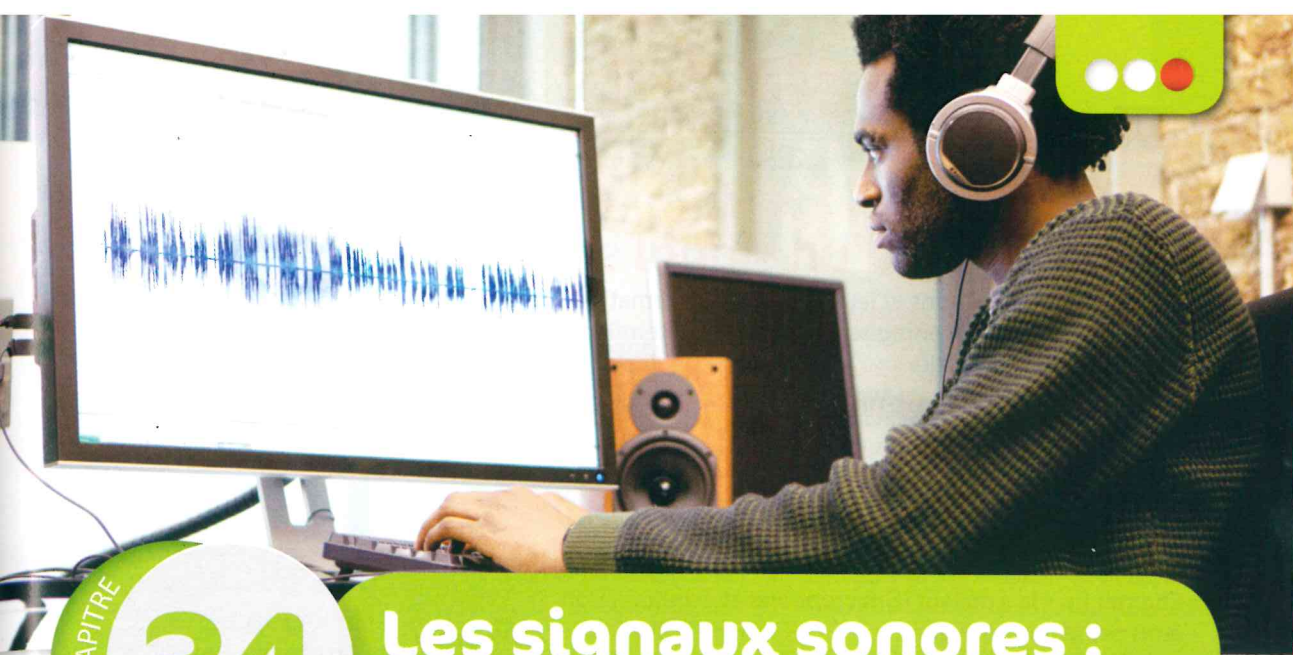
Does sound propagate faster in water or in air? justify your reasoning.

19 Le mur du son

Raisonner et convertir

Lorsqu'un avion de chasse atteint une vitesse égale à celle du son dans l'air, il se produit un phénomène physique appelé « mur du son ». On dit alors que cet avion vole à la vitesse de « Mach 1 ».

- a. Exprime la vitesse de l'avion en m/s puis en km/h.
- b. Selon toi, que signifie « voler à Mach 2 » ?



CHAPITRE

34

Les signaux sonores : fréquence et utilisation

Qui a raison ?

Lors de la fête de la Musique, Amel, Ariane et Max écoutent un chanteur qui utilise une guitare et un micro reliés à un haut-parleur amplifié.



Amel

Pour passer dans les fils, le son doit être transformé en courant électrique.



Ariane

Il y a un fil électrique entre la guitare et le haut-parleur : le son doit passer dans ce fil.



Max

Le son passe directement dans le haut-parleur pour être amplifié.

▶ Activité 1 p. 452

Dans ce chapitre, tu vas...

- Visualiser et analyser un signal sonore pour déterminer sa fréquence. ▶ Activités 1, 2 et 3
- Différencier un son musical d'un bruit. ▶ Activité 2
- Découvrir comment les signaux sonores permettent d'obtenir des informations. ▶ Activités 4 et 5
- Établir une chaîne de transmission de l'information. ▶ Activités 1 et 4