

Chapitre 14 : Emission et perception d'un son

À maîtriser pour commencer

- › Connaître la fréquence
- › Connaître le lien entre vitesse, distance parcourue et durée de parcours
- › Les domaines de fréquences des sons audibles / des infrasons et des ultrasons

Numérique

Connectez-vous sur lelivrescolaire.fr pour tester vos connaissances sur le quiz en ligne ! LLS.fr/PC2P253

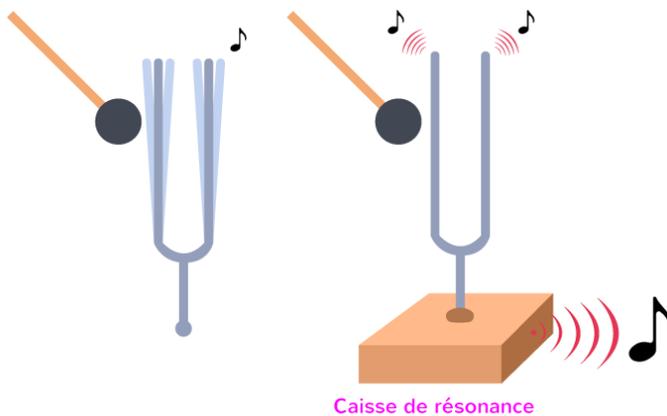
Objectifs du chapitre

- Décrire le principe de propagation d'un son
- Mesurer la vitesse d'un signal sonore
- Déterminer la période et la fréquence d'un son
- Définir hauteur, intensité et niveau sonore
- Exploiter une échelle de niveaux sonores

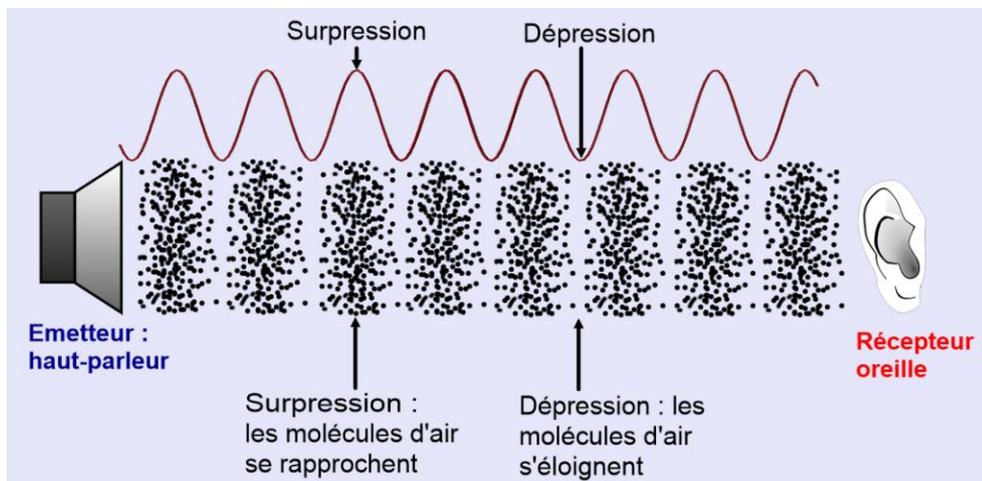
1) Emission et propagation d'un signal sonore

1.1) Emission d'un son

- Un son est créé par une VIBRATION rapide d'un objet comme les cordes d'une guitare, les ailes d'un oiseau, les feuilles d'un arbre.
- Cette vibration est souvent de très faible intensité. Pour résoudre ce problème, de nombreux instruments de musique ont une CAISSE de RESONNANCE.



1.2) Propagation du signal sonore



- Le son se propage dans l'air sous forme d'une vibration mécanique : des zones de surpression et de dépression alternent périodiquement et progressent dans toutes les directions de l'espace.
- Un son est une transmission d'**ENERGIE** (on peut casser un verre) mais pas de **MATIERE** (ce n'est pas un courant d'air !)

1.3) Vitesse de propagation du signal sonore

- La vitesse de propagation du son dépend du milieu de propagation et de la température, elle est aussi appelée **célérité**.

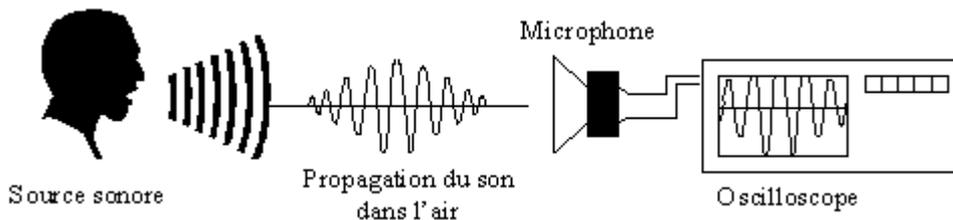
Température	Vitesse du son
-10°C	325 m/s
0°C	330 m/s
10°C	337m/s
20°C	343 m/s
30°C	349m/s

Milieu	Vitesse du son
Air	340 m/s
Eau	1450 m/s
Glace	3200m/s
Verre	5300 m/s
Acier	5750m/s

2) Des sons particuliers : Les sons périodiques

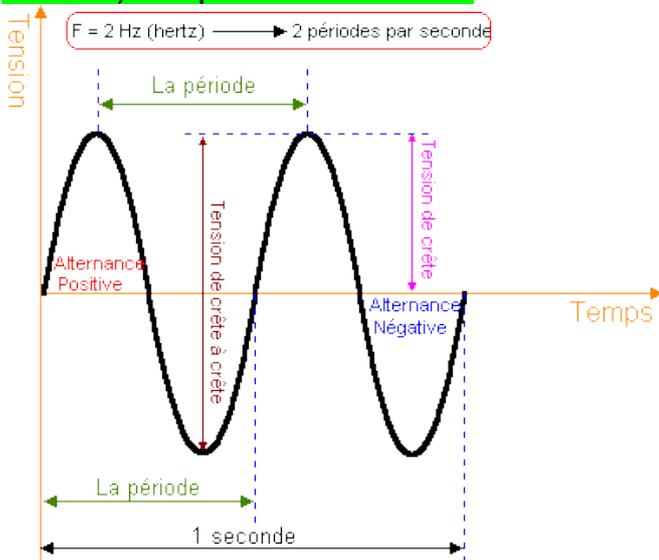
2.1) Capture d'un son:

- A l'aide d'un microphone, on peut transformer un signal sonore en signal électrique :



Il y a proportionnalité entre les 2 courbes !

2.2) Propriétés d'un son:



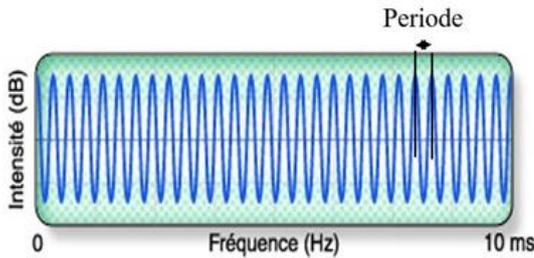
→ **La période** est la durée au bout de laquelle la pression acoustique se répète de façon identique à elle-même : elle se note T

→ **La fréquence** est le nombre de périodes par seconde : elle se note f

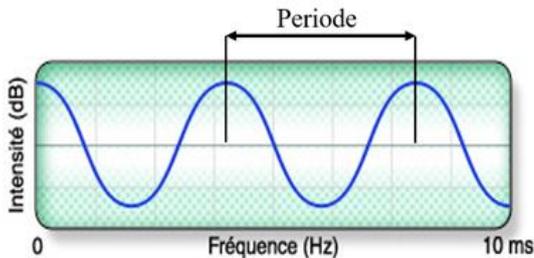
$$f = \frac{1}{T}$$

T en seconde et f en Hertz

Sons graves / Sons aigus



Son aigu: Sinusoïde représentant un son pur de **3000 Hz**



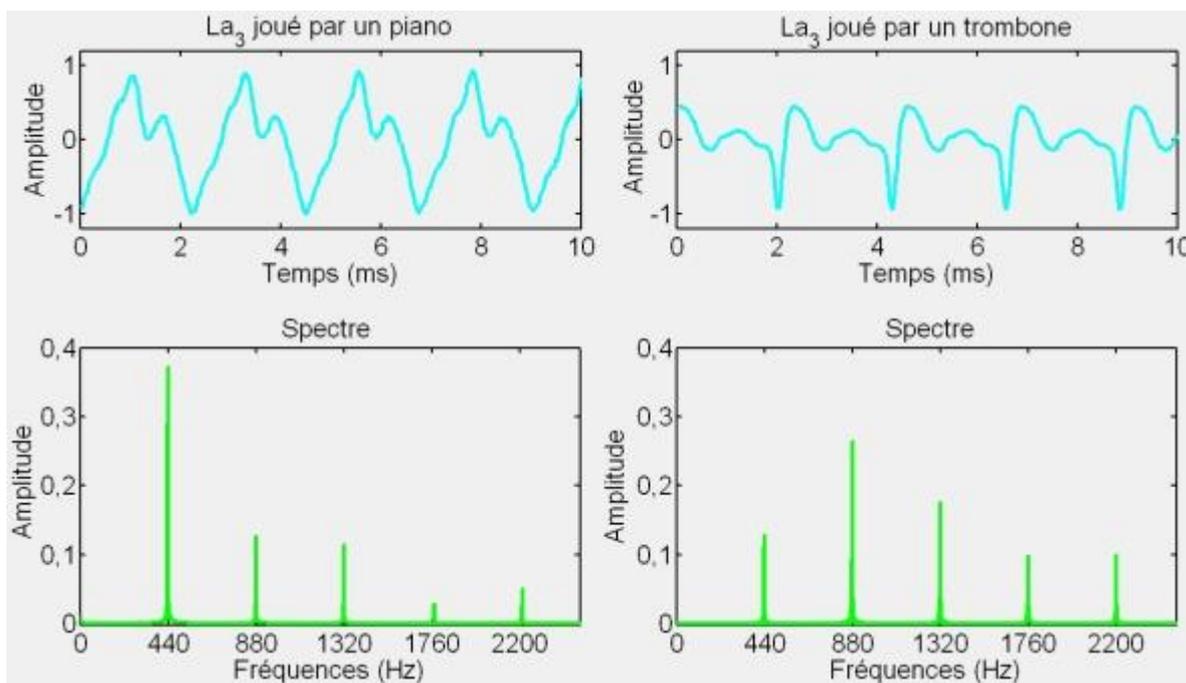
Son grave: Sinusoïde représentant un son pur de **300 Hz**

2.3) Hauteur et timbre :

- La **HAUTEUR** d'un son correspond à sa fréquence de vibration
- Le **TIMBRE** d'un son est l'ensemble des caractéristiques du son qui permettent de le distinguer d'un autre son de même hauteur

La **HAUTEUR d'un son** est la qualité qui distingue un son aigu d'un son grave. Par exemple, la note la_3 (444 Hz) a la même hauteur, qu'elle soit jouée par une flûte ou un piano. Le **TIMBRE du son** permet de reconnaître l'instrument qui joue la note

Exemple :



Ces 2 sons ont même **HAUTEUR** (440 Hz) mais un **TIMBRE** différent (piano ou trombone)

Exercice 1 : N° 5-9 p 262

5 Fréquence

Un son périodique a pour fréquence 120 Hz.

- Calculer sa période.

6 La mouche

- Calculer la fréquence d'un battement d'ailes de mouche commune dont la période est : $T = 1,7 \times 10^{-3}$ s.



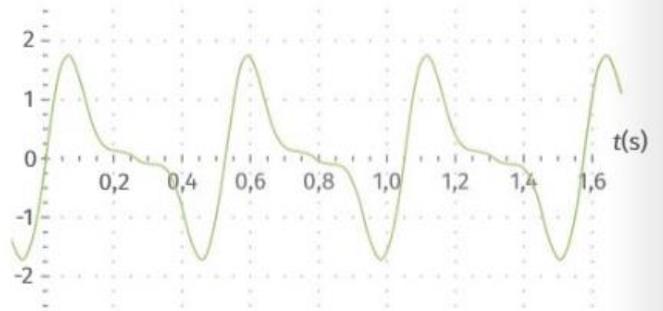
7 Vitesse de propagation

La durée nécessaire pour qu'un son parcoure la distance $d = 140$ m est $\Delta t = 0,42$ s dans l'air.

- Calculer sa célérité en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ puis en $\text{km}\cdot\text{h}^{-1}$.

8 Lecture de période

- Déterminer, avec précision, la période du signal sonore modélisé ci-dessous. Calculer sa fréquence.



9 Distance parcourue

Le son d'une balle de tennis frappée se déplace à la vitesse $v = 340$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

- À quelle distance de notre oreille a-t-elle été frappée si le son nous arrive $\Delta t = 0,12$ s après le choc ?

Exercice 2 : N° 10-12 p 262

Les sons et leur propagation

10 Comparaison de durées de propagation

✓ MOD : Les propriétés des ondes : vitesse de propagation

On lance un caillou dans l'eau d'un lac. Le son du choc se propage dans l'eau, mais aussi dans l'air.



- Calculer la durée mise par l'onde sonore pour atteindre la rive opposée située à $d = 154$ m dans chacun des deux milieux.

Données

- Célérité du son dans l'air : $v_{\text{air}} = 340$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$;
- Célérité du son dans l'eau : $v_{\text{eau}} = 1500$ $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

11 Accordeur « bout de manche » en milieu bruyant

✓ APP : Maîtriser le vocabulaire du cours (fiche de vocabulaire)

Pour accorder sa guitare sur scène sans gêner les autres

et sans être gêné par le bruit environnant, on peut utiliser un accordeur simplement pincé sur la tête de l'instrument. Le modèle présenté n'a pas de micro.



1. Expliquer pourquoi le bruit ambiant empêcherait l'accordage si l'appareil était muni d'un micro.
2. L'appareil comporte un capteur à l'intérieur de la pince. Comment peut-il capter le son généré par la guitare ?

12 Le moustique

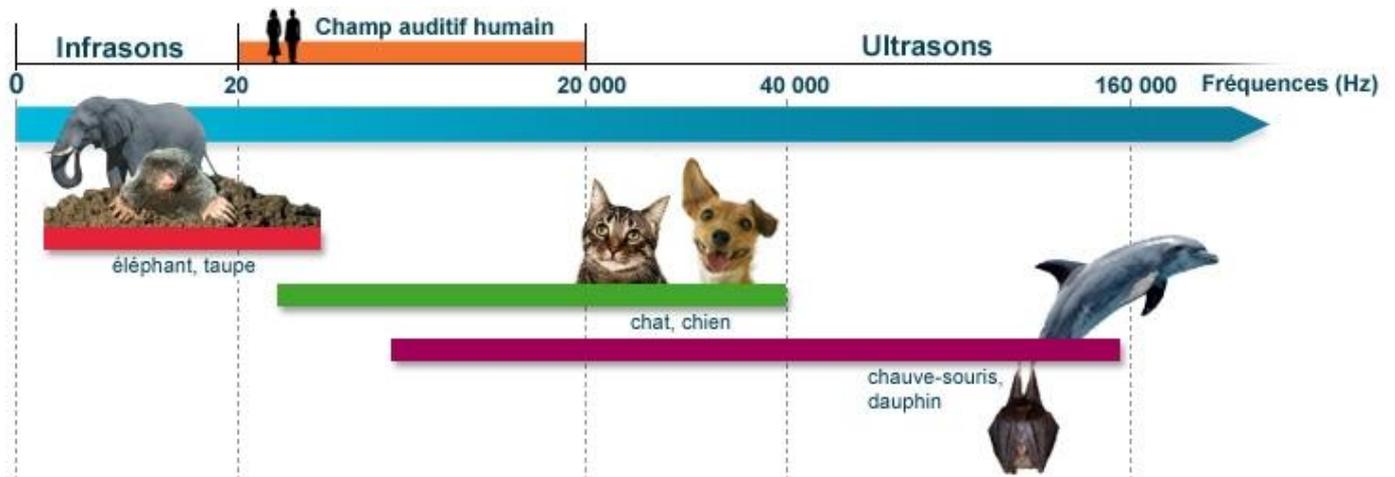
✓ MOD : Les propriétés des ondes : la fréquence

Les ailes d'un moustique battent environ 720 fois par seconde.

1. Quel est le domaine de fréquences des sons audibles ?
2. Déterminer la fréquence du son perçu et en déduire si ce son est audible.

3) Le son et l'oreille

3.1) Fréquences audibles:



L'oreille humaine entend des fréquences comprises entre **20 Hz** (fréquence la plus grave) et **20 000 Hz** (fréquence la plus aiguë).

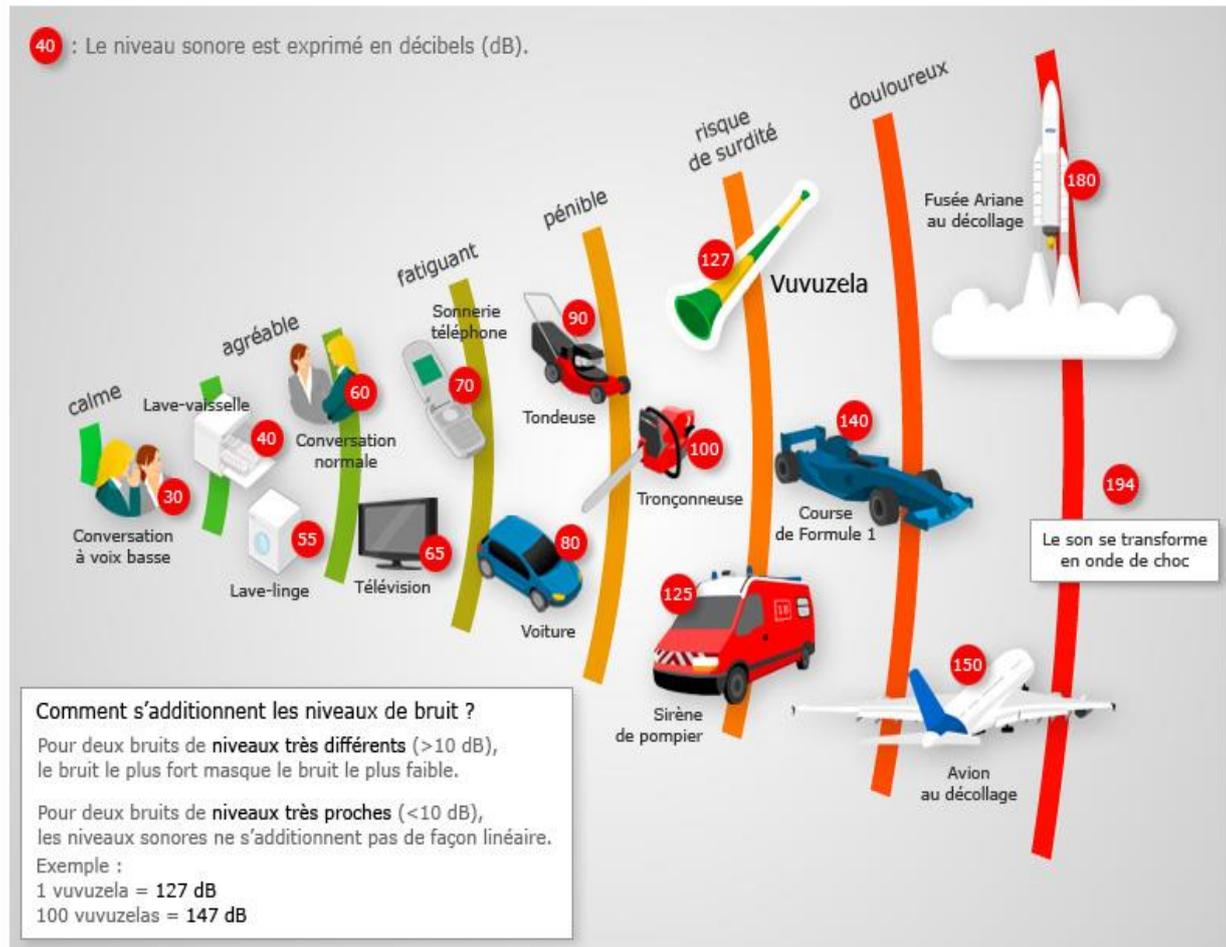
3.2) Intensités et niveaux sonores:

Exemple : Si une pièce comporte 1 source sonore, le niveau sonore est L

Si cette pièce comporte **2 sources identiques** son niveau augmente de **3 dB** (L+3)

« « **10 sources identiques** **10 dB** (L+10)

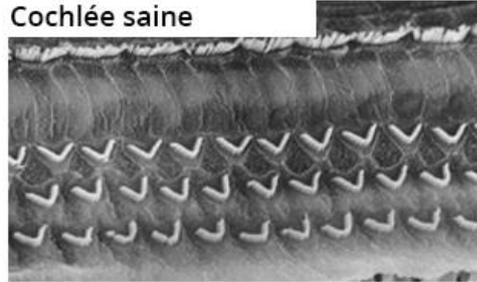
La vuvuzela sur l'échelle des bruits



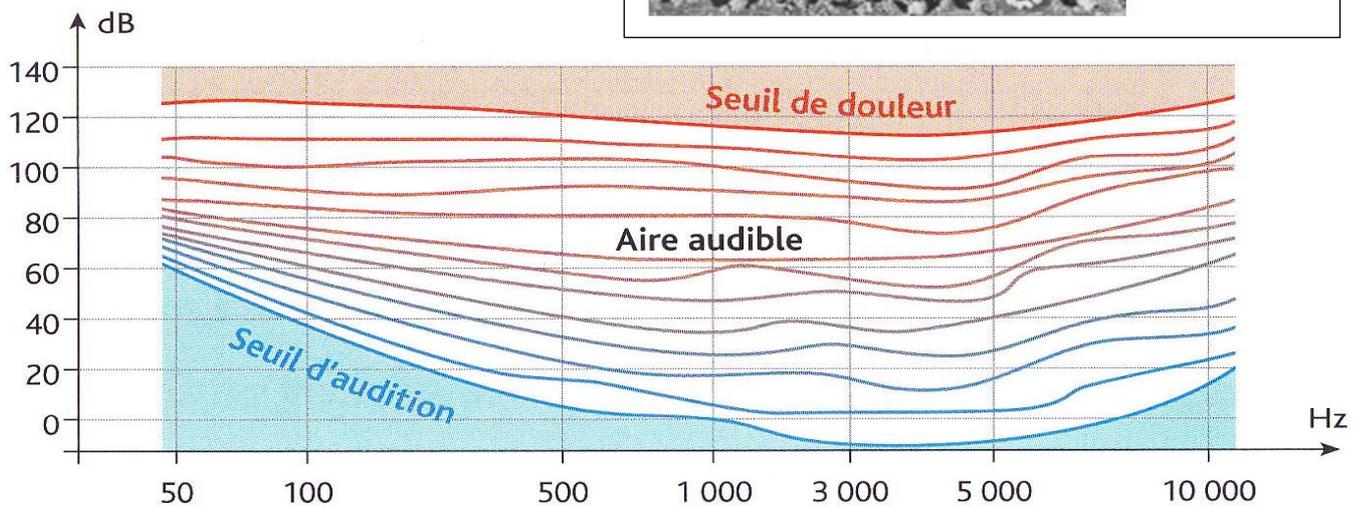
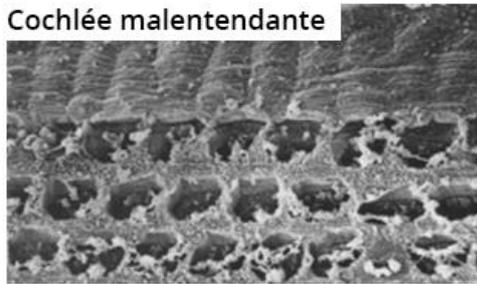
Niveau sonore	Durée maximale d'exposition par jour
85 dB	8 heures
88 dB	4 heures
91 dB	2 heures
94 dB	1 heure
97 dB	30 minutes
100 dB	15 minutes
103 dB	7 minutes et 30 secondes
106 dB	3 minutes et 45 secondes
109 dB	1 minutes et 52 secondes
112 dB	56 secondes
115 dB	28 secondes
118 dB	14 secondes
121 dB	7 secondes

- **Rem : ATTENTION** : l'audition de sons d'intensité trop élevée peut entraîner "l'arrachement" des cellules ciliées de l'oreille interne.
- Ces cellules **ne "repoussent" pas**.
- Comme ces cellules sont "accordées" (par groupe) pour la réception d'une fréquence donnée : leur disparition entraîne donc **la perte IRREMEDIABLE d'audition** pour cette fréquence.

Cochlée saine



Cochlée malentendante



Le diagramme de Fletcher et Munson permet de déterminer si un son est audible.

Exercice 3 et 4 : N°26 et 27 p 267

26 Utilisation des ondes acoustiques pour contrôler la qualité des huiles alimentaires

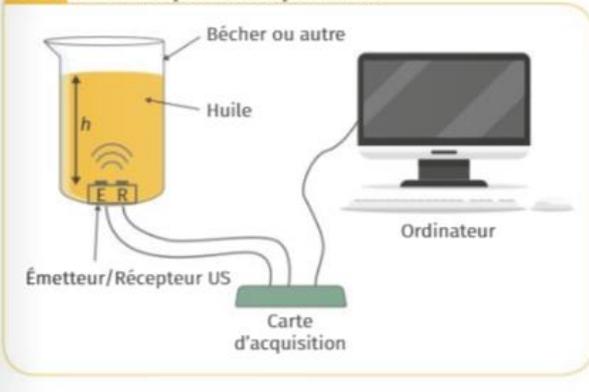
✓ VAL : Précision, incertitudes et chiffres significatifs

L'huile d'argan et l'huile d'olive sont très réputées pour leurs bienfaits sur la santé (teneur en vitamines et acides gras bénéfiques). La demande importante sur ces produits naturels entraîne un risque de tromperie sur la marchandise, des producteurs peu scrupuleux pouvant les mélanger à des huiles moins nobles (appelées standards par la suite) pour générer davantage de profits. Le contrôle de la qualité est basé sur la vitesse de propagation des ondes ultrasonores dans les huiles. Cette vitesse varie selon la proportion d'huile standard ajoutée. Les tests sur des mélanges de laboratoire ont donné les résultats du **doc. 2**.

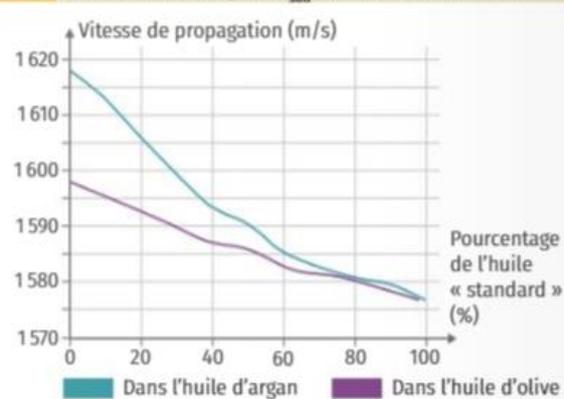
La mesure se fait selon le principe de l'échographie : les ultrasons sont totalement renvoyés par la surface du liquide (voir **doc. 1**). On dit qu'il y a réflexion totale de l'onde ultrasonore : au lieu de changer de milieu et de passer dans l'air, les sons sont renvoyés là d'où ils viennent. Ils parcourent alors deux fois la distance entre le transducteur et la surface : dans un sens puis dans l'autre.

1. À quoi sert le transducteur du protocole expérimental ?
2. On effectue le protocole de vérification de pureté pour un échantillon d'huile d'olive appelée « A ». La mesure de la durée d'aller/retour des ultrasons dans l'huile A donne $t = 126 \mu\text{s}$.
 - a. Indiquer la relation entre la vitesse v_{US} des ultrasons dans cette huile, la hauteur $h = 10,0 \text{ cm}$ et la mesure Δt .
 - b. Calculer la célérité v_{US} des ultrasons.
 - c. Utiliser le **doc. 1** pour conclure sur le test : l'huile A est-elle pure ? Justifier.
 - d. Quels peuvent être les intérêts d'un tel protocole de test par rapport à une analyse chimique des constituants ?

Doc. 1 Schéma du protocole expérimental



Doc. 2 Courbe d'étalonnage de v_{son} pour différentes huiles



Vitesse de propagation des ondes sonores en fonction du pourcentage d'huile « standard » ajouté pour l'huile d'argan et l'huile d'olive.

D'après les travaux de N. Aouzale, A. Chitnalah et H. Jakjoud.

27 La première mesure de la vitesse du son

✓ MOD : Les propriétés des ondes : fréquence / longueur d'onde / vitesse de propagation

Daniel Colladon, physicien suisse, est le premier à avoir mesuré la vitesse du son dans l'eau. C'était en 1826 à Genève, dans le lac Léman.



Le lac Léman, entre la France et la Suisse.

L'un de ses assistants, situé dans une barque à précisément 13887 m de lui, actionne un long manche de marteau qui vient taper sur une cloche située sous l'eau. Un dispositif met au même instant le feu à une décharge de poudre, provoquant alors un signal lumineux. Lorsqu'il perçoit le signal lumineux, le physicien, qui est lui aussi sur une barque, déclenche un chronomètre. Il le stoppe quand il perçoit le son de la cloche à l'aide d'un cornet acoustique placé sous l'eau. La moyenne des expérimentations a donné un temps de propagation de 9 secondes 1 dixième.

1. Calculer la vitesse du son dans l'eau obtenue par Colladon sur la base de ses mesures.
2. Sur quelle approximation est basé le déclenchement du chronomètre à la vue du signal lumineux de l'explosion ?
3. L'explosion devait se produire au moins 15 m au-dessus du niveau du lac, sinon elle n'était pas vue. Quelle justification peut-on donner à cette contrainte expérimentale ?

4) QCM

1 Création et propagation du son

A **B** **C**

1. Un son (ou un signal sonore) est créé :	quand un objet se met à vibrer dans un milieu matériel.	uniquement s'il y a une caisse de résonance.	que si on l'entend.
2. Quand un son se propage :	l'objet qui l'a créé accompagne le son jusqu'à l'oreille.	les molécules ou les atomes du milieu ne se déplacent pas.	les molécules ou les atomes du milieu se déplacent.

2 Des sons périodiques

1. Un son périodique est un son :	qui se répète toutes les semaines ou tous les mois.	dont l'origine est une vibration elle-même périodique.	dont l'intensité ne change pas au cours du temps.
2. La hauteur d'un son :	est liée à l'intensité de ce son.	est l'altitude du lieu où est créé ce son.	est liée à la fréquence de ce son.
3. La période est :	proportionnelle à la fréquence.	inversement proportionnelle à la fréquence.	sans aucun rapport avec la fréquence.

3 Les sons et l'oreille

1. Un microphone :	permet de transformer un son en signal électrique.	permet d'augmenter la hauteur d'un son.	permet d'augmenter la fréquence d'un son.
2. Quand l'intensité sonore double, le niveau sonore associé :	augmente de 3 dB.	double.	diminue de moitié.
3. Le domaine de fréquences des sons audibles par l'Homme s'étend de :	0 à 20 Hz.	20 Hz à 20 000 Hz.	20 Hz à 20 000 000 Hz.