

Définition d'un son :

- ❖ Une sensation auditive perçue par les oreilles, a pour origine un mouvement.
Bruit : porte qui claque, explosion,.....
Sons : vent dans les arbres, voix qui chante, diapason frappé,....
- ❖ Récepteur sonore : Tout récepteur sonore contient une membrane.
Exemple : micro, oreille (tympan).
- ❖ Un son est un phénomène périodique produit par la vibration très rapide d'un corps matériel, transmis par un milieu matériel et perçu par la vibration de certains organes de l'oreille ou par celle d'autres détecteurs (micro).

À quelle condition un son se propage-t-il ?

1° -Propagation d'un signal acoustique : Les signaux acoustiques se propagent dans l'air, dans certains solides (murs, vitrines, ...) dans les liquides

Expérience: Mettre une source sonore (réveil ; musique ; radio ...) en marche sous la cloche, créer le vide dans la cloche à l'aide de la pompe.

Observations :

- ❖ Le son du téléphone (réveil) sous la cloche à vide est inaudible.

Conclusion :

- ❖ Le son se propage dans un milieu matériel.

2° - Fréquence d'un son :

- ❖ La hauteur d'un son est définie par sa fréquence exprimée en hertz. Ci-dessous est reproduite la gamme de fréquences auxquelles est sensible l'oreille.

de 30 à 100 Hz	de 100 à 300 Hz	de 300 à 1 250 Hz	de 1 250 à 5 000 Hz	de 5 000 à 16 000 Hz
son très grave	son grave	son médium	son aigu	son très aigu

- ❖ Les fréquences perçues par l'oreille humaine sont comprises entre 20 Hz et 20000 Hz. Cet intervalle diminue avec l'âge.
 - $f < 15$ Hz = infrasons (émis et entendus par les éléphants)
 - $f > 20\ 000$ Hz = ultrasons perçus par certains animaux (dauphins, chauve-souris).

Comment déterminer la vitesse et la longueur d'onde d'un son ?

Expérience :

Matériel :

- ❖ Un oscilloscope ; Deux microphones *A* et *B* avec leur système amplificateur ; Un générateur de fonctions ; Un haut-parleur ; Une règle graduée ; Des fils de connexion.

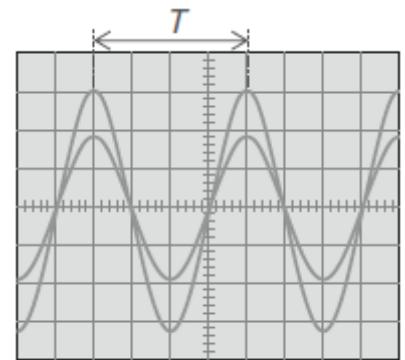
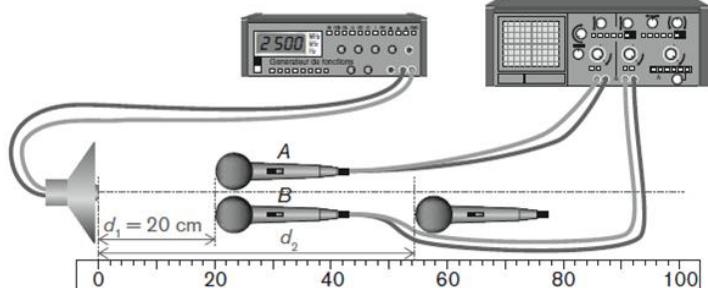
Mode opératoire :

Première partie : Longueur d'onde

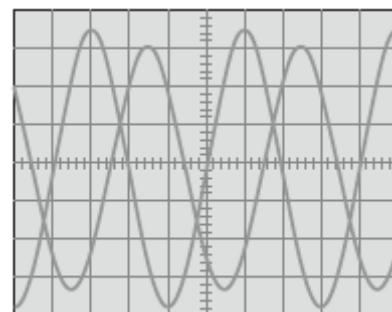
1. Placez la graduation «0» de la règle à la hauteur du haut-parleur.
 2. Reliez les microphones à leur système d'amplification, puis aux voies 1 et 2 de l'oscilloscope.
 3. Réglez la base de temps de l'oscilloscope sur 0,2 ms/division.
 4. Allumez l'oscilloscope. Allumez le générateur de fonctions.
 5. Réglez le générateur de fonctions pour qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence 1 000 Hz.
 6. Placez les deux microphones *A* et *B* à une distance $d_1 = 20 \text{ cm}$ du haut-parleur.
 7. Sur l'écran de l'oscilloscope, les deux sinusoïdes sont en phase. Déterminez la période commune des signaux que vous observez sur l'écran de l'oscilloscope.
- $T = 4 \times 0,2 = 0,8 \text{ ms}; \quad T = 8 \times 10^{-4} \text{ s.}$
8. Eloignez le microphone *B* du haut-parleur, les deux sinusoïdes se décalent puis à nouveau en phase.
 9. Notez la distance d_2 entre le haut-parleur et le microphone *B*.
 $d_2 = 56 \text{ cm}$
 10. Calculez la distance $d_2 - d_1 = 56 - 20 = 36 \text{ cm} = 0,36 \text{ m}$

Observation et conclusion :

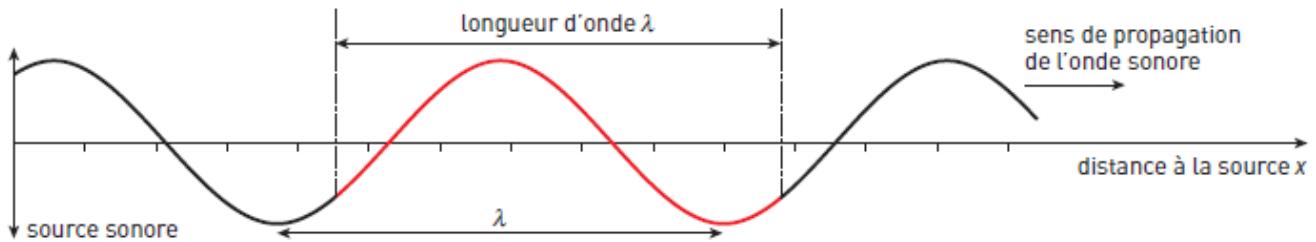
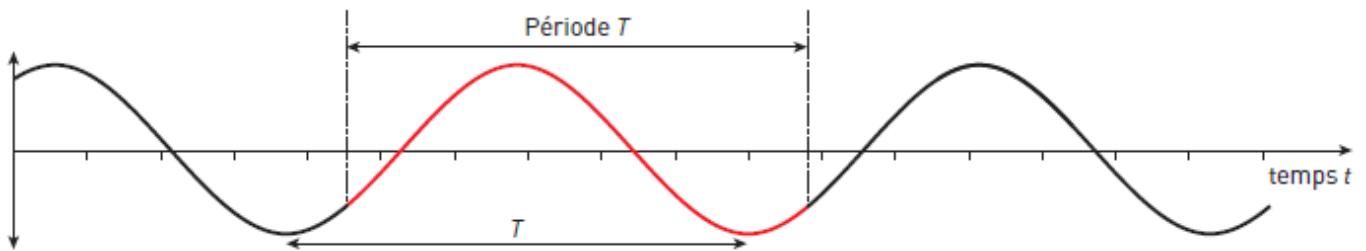
- Les deux micros sont à égale distance du haut-parleur, les sinusoïdes sont en phase.
- La plus petite distance séparant deux positions successives du microphone pour lesquelles les signaux sont en phase est égale $0,36 \text{ m}$.
- La plus petite distance séparant deux positions successives du microphone pour lesquelles les signaux sont en phase est la longueur d'onde.
- La longueur d'onde est désignée par la lettre grecque λ (lambda). λ est mesurée en m.
Pour le signal observé : $\lambda = 0,36 \text{ m}$.



Sinusoïdes en phase



Sinusoïdes décalées

Caractéristiques d'une longueur d'onde**Périodicité dans l'espace****Périodicité dans le temps****Formule de calcul d'une longueur d'onde**

- ❖ La fréquence d'un son est donnée par :

$$f = \frac{1}{T} \quad \left\{ \begin{array}{l} f : \text{fréquence en hertz (Hz)} \\ T : \text{période en secondes (s)} \end{array} \right.$$

- ❖ Longueur d'onde d'un son :

$$\lambda = V \times T = \frac{V}{f} \quad \left\{ \begin{array}{l} \lambda : \text{longueur d'onde du son en mètres (m)} \\ V : \text{vitesse de propagation du son en m/s} \\ T : \text{période en (s)} \\ f : \text{fréquence en (Hz)} \end{array} \right.$$

Deuxième partie : Célérité du son dans l'air

1. Placez la graduation «0» de la règle à la hauteur du haut-parleur.
2. Reliez les microphones à leur système d'amplification, puis aux voies 1 et 2 de l'oscilloscope.
3. Réglez la base de temps de l'oscilloscope sur 0,1 ms/division.
4. Allumez l'oscilloscope. Allumez le générateur de fonctions.
5. Réglez le générateur de fonctions pour qu'il délivre un signal sinusoïdal de fréquence 2 500 Hz.
6. Placez les deux microphones A et B à une distance $d_1 = 20$ cm du haut-parleur.
7. Vérifiez que les deux sinusoïdes sont en phase.
8. Déterminez la période du signal et notez-la dans le tableau ci-dessous.
9. Eloignez le microphone B de manière à obtenir une nouvelle coïncidence de phase.

10. **Relevez** la distance d_2 dans le tableau.

11. **Calculez** la longueur d'onde (en mètre) du signal ($\lambda = d_2 - d_1$) et **notez-la** dans le tableau.

$$\lambda = \dots \text{ cm}; \lambda = \dots \text{ m.}$$

12. **Répétez** les étapes 5. à 11. Pour les fréquences indiquées dans le tableau.

Fréquence f (Hz)	2 500	3 000	3 500	4 000
d_1 (cm)	20	20	20	20
d_2 (cm)				
T (s)				
$\lambda = d_2 - d_1$ (m)				
$\frac{\lambda}{T}$				

Observation et conclusion :

Les valeurs des rapports sont **identiques**

- Le rapport représente la **célérité** du son (vitesse) dans l'air.
- La **célérité du son est** $c = \dots$ m/s.
- La **célérité du son dans l'air dépend de la température de l'air.**

θ (°C)	- 10	0	10	20	30
c (m/s)	325	332	338	343	349

Applications :

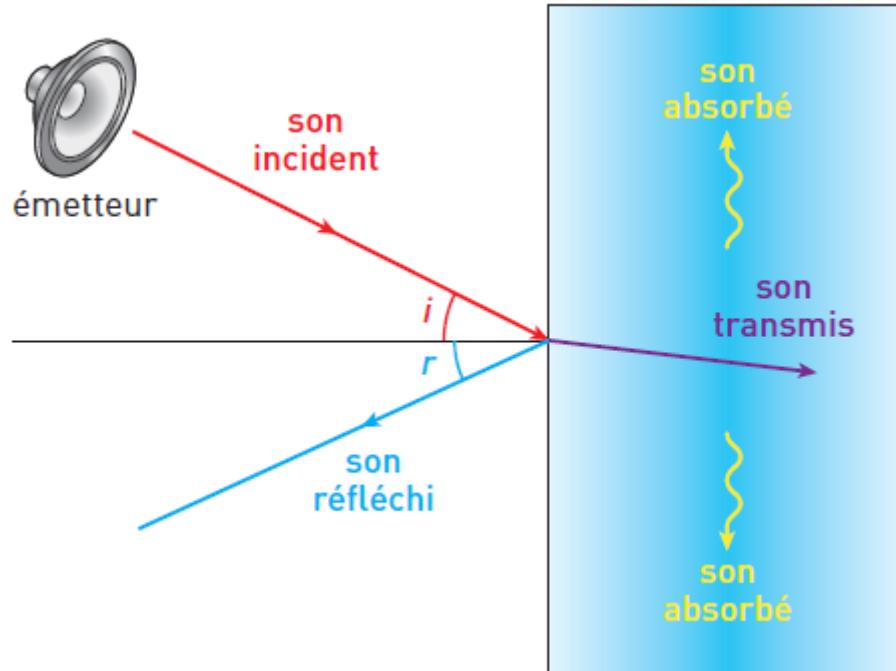
Une oreille moyenne ne peut percevoir une vibration sonore que si sa période est comprise entre $5 \cdot 10^{-5}$ s et $5 \cdot 10^{-2}$ s.

1 - Calculer la fréquence la plus basse f_1 et la fréquence la plus haute f_2 perceptible par l'oreille.

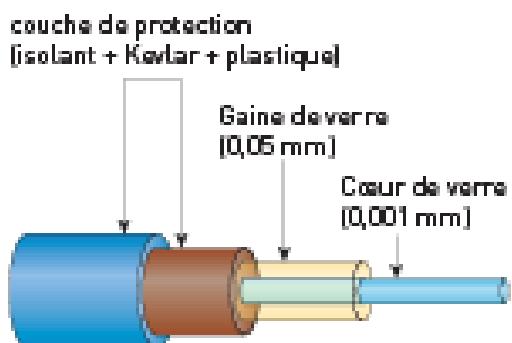
2 - Un signal sonore a une fréquence de 800 Hz. Calculer sa période. Ce signal est-il audible ?

3 - Calculer les célerités correspondantes pour une longueur d'onde $\lambda = 20$ cm.

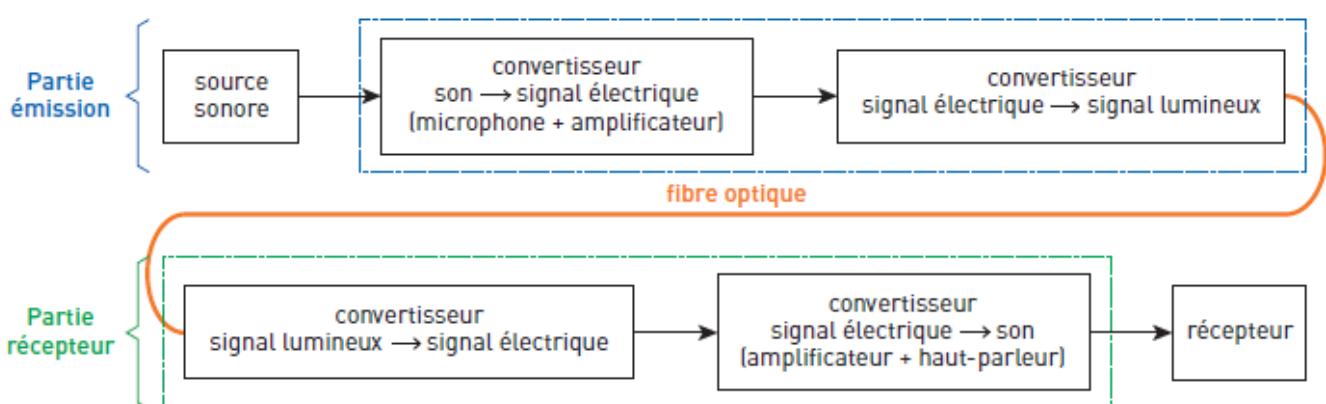
Réflexion, réfraction et absorption d'une onde sonore



Transmission d'une onde sonore par l'intermédiaire d'une fibre optique



Une fibre optique transmet de l'information sous forme de signal lumineux à une très grande vitesse de l'ordre de 12 000 000 km/h



Intensité acoustique d'un son

Lorsqu'une source émet un son, l'énergie se répartie sur une surface en forme de calotte ou de surface sphérique dont l'aire augmente quand on s'éloigne de la source. De plus, le son s'amortit au cours de sa propagation dans l'air.

- ❖ On appelle intensité sonore la puissance reçue par unité de surface :

$$I = \frac{P}{S} \quad \begin{cases} I : \text{en watt par mètre carré (W/m}^2\text{)} \\ P : \text{puissance en watt (W)} \\ S : \text{surface (aire d'une sphère) en mètre carré (m}^2\text{)} \end{cases}$$

- ❖ L'aire d'une sphère est donnée par : $S = 4 \pi R^2$.

- ❖ L'intensité sonore minimale (seuil d'audition) perçue par l'oreille humaine est :

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$$

- ❖ Les sensations auditives sont définies par le **niveau d'intensité sonore L** :

$$L = 10 \times \log \left(\frac{I}{I_0} \right) \quad L : \text{en décibels (dB)}$$