

- 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

Chapitre 4

Emission et perception d'un son

I. Emission d'un son

I.1 Fabrication d'un son

Un signal sonore est créé par la vibration rapide d'un objet.

Exemple : les vibrations des cordes d'une guitare, des ailes d'un insecte, de la membrane d'un haut-parleur ou des cordes vocales.

Une caisse de résonance permet d'amplifier le signal sonore produit par la vibration.

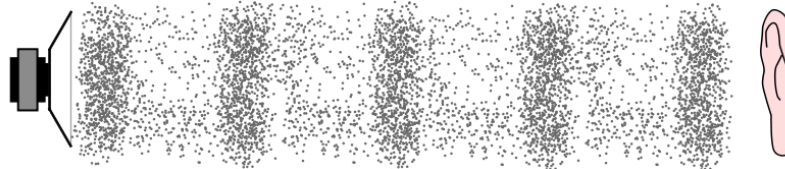


I.2 Propagation d'un son

Si on met un réveil qui sonne dans une cloche où l'on a fait le vide, on ne l'entend pas !

- Un signal sonore a besoin d'un milieu matériel pour se propager comme l'air, l'eau ou les solide
- Un signal sonore ne peut pas se propager dans le vide.

Un signal sonore se propageant dans l'air est constituée d'une succession de compressions et de dilatations des molécules de l'air.

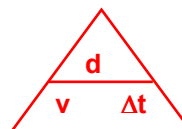


I.3 Vitesse de propagation d'un signal sonore

La vitesse de propagation d'un signal sonore peut se déterminer par la relation :

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

v : vitesse de propagation (m.s^{-1})
d : distance parcourue par le signal sonore (m)
 Δt : durée de propagation du signal sonore (s)



matériau	Vitesse du son (m/s)
air à 0°C	332
air à 20°C	343
eau à T ambiant	≈ 1500
fer à T ambiant	≈ 5 600

La vitesse de propagation d'un signal sonore dans l'air à 15°C est $v = 340 \text{ m.s}^{-1}$.

Exercice 1 :

Lors d'un feu d'artifice ou d'un éclat de foudre dans le ciel, il peut s'écouler plusieurs secondes entre le moment où l'on perçoit le flash de lumière et le moment où l'on perçoit le son produit par l'explosion. Lors d'un orage, un observateur mesure précisément 5,8 secondes entre le flash de lumière d'un éclair et le son du tonnerre.

Déterminer la distance à laquelle s'est produit l'éclair dans le ciel.

Données :

- Vitesse de la lumière : 300 000 km/s
- Vitesse du son : 340 m/s

II. Propriétés d'un son

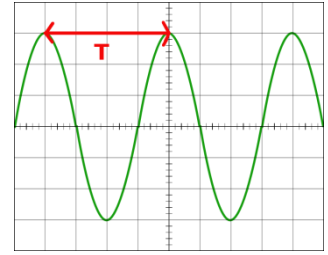
II.1 Signal périodique - période et la fréquence d'un son

• Un signal sonore est périodique s'il est constitué d'un motif qui se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps réguliers.

• La période **T** d'un signal périodique est la petite durée au de laquelle se répète le signal. C'est la durée du motif élémentaire. Elle s'exprime en secondes (s).

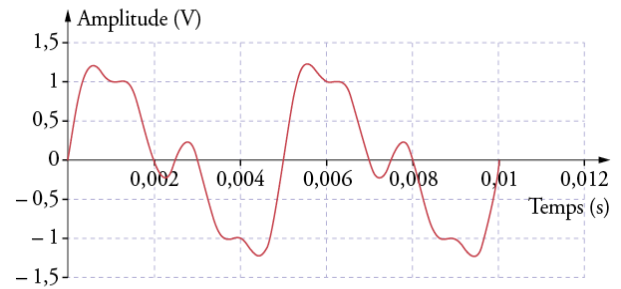
• La fréquence **f** du signal représente le nombre de périodes ou de motifs de ce signal par seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz).

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



Exercice 2 :

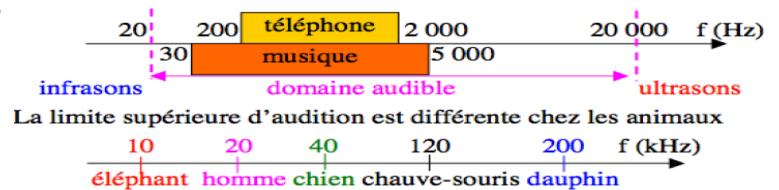
- 1) Calculer la fréquence d'un signal sonore de période $T = 40$ ms.
- 2) Calculer la période d'un signal sonore de fréquence : $f = 50$ Hz.
- 3) On considère le signal sonore périodique suivant :
 - a) Quelle est la période T de ce signal ?
 - b) Calculer la fréquence f de ce signal.



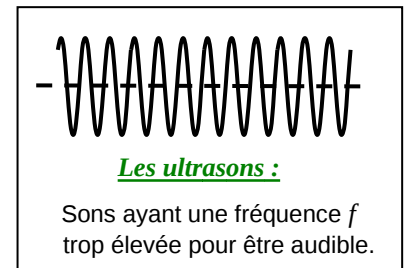
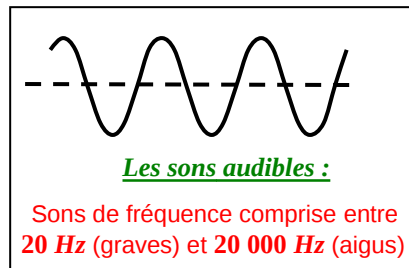
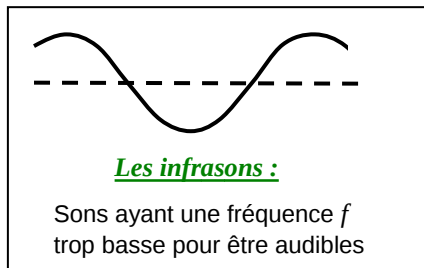
III. Perception d'un signal sonore

III.1 Domaine de fréquences audibles

Les sons audibles par l'être humain ont une fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz.



Les ondes sonores peuvent être de trois types :



III.2 Hauteur d'un son

Pour produire la note La de fréquence 440 Hz, la corde d'une guitare va réaliser 440 vibrations par seconde qui vont se propager dans l'air.

Une note de musique est liée à la fréquence du signal sonore.

La fréquence d'un son correspond à une hauteur de son, repérée par une note de musique.

- Les sons émis par deux cordes différentes d'une guitare n'ont la même fréquence, ils n'ont pas la même hauteur.
- Plus la hauteur d'un son est grande, plus la fréquence est élevée et plus il est aigu. À l'inverse, un son grave est associé à une basse fréquence.
- Un bruit est un son qui ne possède pas de hauteur. En effet, son signal n'est pas périodique, donc on ne peut lui associer une fréquence.



III.3 Le timbre

Les enregistrements d'une même note de musique jouée par des instruments différents ont la **même fréquence**, mais les motifs ont des allures différentes.

Les instruments sont alors reconnaissables à l'oreille. On dit qu'ils ont un **timbre différent**.

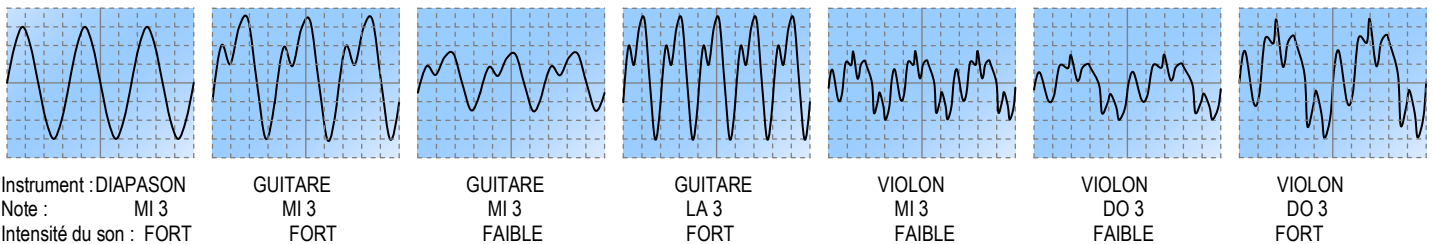
Le timbre est lié à la forme des motifs élémentaires. Il correspond à l'identité sonore d'un instrument de musique ou d'une voix.



Pour étudier un son émis par un instrument, on visualise le signal électrique créé par un microphone lorsque ce dernier capte le son.

On enregistre ainsi une succession de notes jouées par différents instruments de musique et de différentes manières.

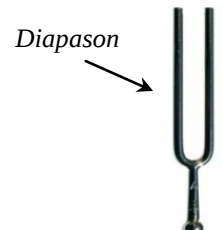
On obtient alors les 7 signaux ci-dessous :



Exercice 3 :

Répondre aux questions suivantes en analysant les signaux donnés ci-dessus.

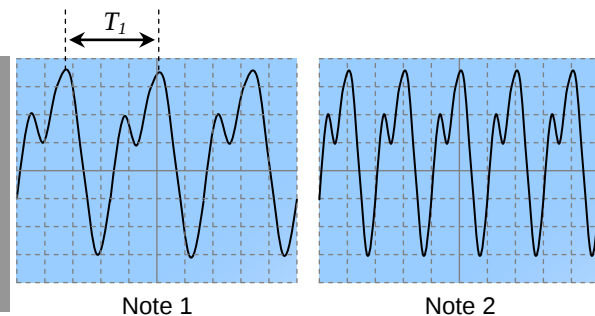
- Le diapason est réputé émettre un son pur. Quelle est la particularité d'un son pur ?
- Classer les notes jouées de la plus grave à la plus aigue.
- Quel est le point commun des sons joués par un même instrument ?
- Comment se nomme la grandeur physique qui permet de distinguer un son fort d'un son faible ?
- Quelle modification du signal observe-t-on lorsque le son devient plus aigu ?



Exercice 4 :

On considère les deux notes dont les signaux sont représentés ci-contre :

- Ces deux notes sont-elles jouées par le même instrument ? Justifier.
- Quelle est, d'après ces signaux, la note la plus aigue ?
- Sachant que chaque division horizontale représente une durée de 2 ms, déterminer la période T en secondes de chaque signal.
- En déduire la fréquence de chacune de ces notes.

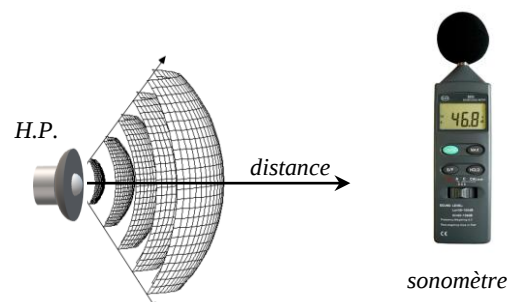


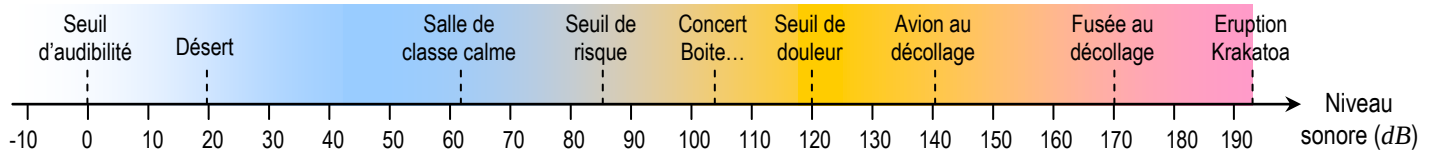
III.4 Le niveau d'intensité sonore

L'intensité I d'un son est une grandeur physique qui mesure la **puissance d'un son par unité de surface**. Elle se mesure en W/m^2 . Plus un son est fort (puissant), plus son intensité sonore est grande.

L'oreille ne réagit pas proportionnellement à l'intensité I de l'onde sonore.

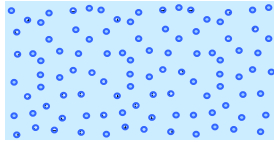
On a donc mis au point une échelle propre à l'oreille humaine qui permet d'exprimer la sensation auditive perçue : c'est le **niveau d'intensité sonore** (en décibel **dB**).



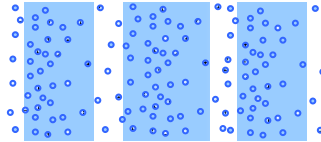


A noter :

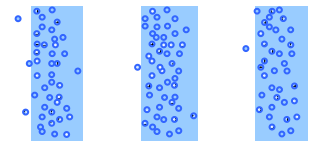
- Pour mesurer le niveau sonore on utilise un **sonomètre**.
- Dans l'atmosphère de la Terre, le niveau sonore ne peut dépasser 193 dB.



0 dB



100 dB



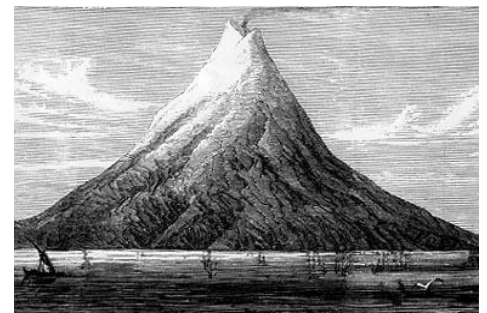
190 dB

Le **niveau d'intensité sonore** (en **dB**) est lié à l'intensité du son. Plus le son est fort, **plus l'intensité du signal est grand, plus le niveau d'intensité sonore est grand**.

Un peu d'histoire

L'Indonésie compte plus de 150 volcans encore actifs aujourd'hui. Son histoire est ponctuée d'éruptions volcaniques hors du commun.

L'éruption du Toba il y a environ 73 000 ans (actuellement le plus grand lac volcanique du monde) reste encore la plus grande explosion volcanique connue à ce jour. Le Tambora fut, en 1816, le volcan le plus meurtrier de toute l'histoire de l'humanité. Le Krakatoa engendra, lors de son éruption le 27 août 1883, le plus grand bruit jamais entendu par l'homme sur Terre. Ce bruit fut perçu jusque sur l'île de Rodrigues à plus de 4 800 km du volcan. On estime qu'à 50 km du volcan, le niveau sonore atteignait encore le seuil critique des 180 dB.



Esquisse du Krakatoa début XIX^e

Exercice 5 :

Le graphique ci-dessous représente les niveaux d'intensité sonore des sons audibles en fonction de la fréquence du son perçu par l'oreille humaine.

1. Estimer la fréquence pour laquelle la sensibilité de l'oreille humaine est la plus grande.
2. Dans quel domaine de fréquences l'oreille humaine entend-elle des sons dont le niveau d'intensité sonore est 40dB
3. A partir de quel niveau d'intensité sonore l'oreille humaine peut-elle entendre un son de 40Hz.
4. L'oreille humaine entend des sons dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz. Cette information est-elle complète ?
5. Indiquer si la hauteur du son est-elle un facteur de risque.
6. Localiser sur le diagramme le domaine des ultrasons.

