

P1 – Sons

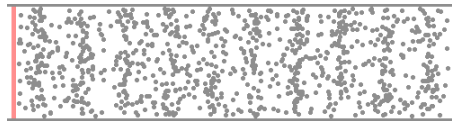
Caractéristiques et perception

Livre pp. 232, 252
 TP P1 - Mesure de la vitesse du son
 TP P2 - Produire un son
 TP P3 - Caractéristique d'un son musical

I. Caractéristiques des ondes sonores

1. Nature des ondes sonores

Une onde sonore est une suite de compressions et de dilatations du milieu.



Compression et dilatation de l'air lors du passage d'une onde sonore.



Onde sonore produite par un claquement de mains.



Onde sonore produite par un pétard.

Remarque

Le son se propage dans les gaz, les liquides et les solides mais il ne se propage pas dans le vide!

Il n'y a pas de sons dans l'espace (interstellaire).

2. Vitesse du son

Rappel

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

v : vitesse ($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
 d : distance (m)
 Δt : durée (s)

Remarques

$x^{-1} = \frac{1}{x}$ donc $1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 1 \text{ m/s}$

$$d = v \Delta t = v \cdot \Delta t = v \times \Delta t$$

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

Conversion

$$1 \text{ km/h} = \frac{1000 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1}{3,6} \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} \text{ d'où } \boxed{1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1} = 3,6 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}}$$

Lors d'un orage on voit l'éclair quelques secondes avant d'entendre le tonnerre car le son se déplace plus lentement que la lumière.

Vitesse du son dans l'air (à $T=15^\circ\text{C}$, $P=1013 \text{ hPa}$)

$$v_{\text{son/air}} = 340 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}, \text{ le son parcourt approximativement } 1 \text{ km en } 3 \text{ s.}$$

Ex. 18 p. 244 – Vitesse du son dans l'eau

On peut savoir à quelle distance d est tombée la foudre en mesurant la durée Δt séparant l'éclair et la foudre :

$$d = v_{\text{son/air}} \times \Delta t$$

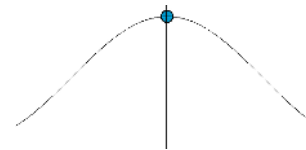
En considérant la propagation de la lumière comme instantanée, à quelle distance est tombée la foudre sur la vidéo ?



L'éclair avant le tonnerre.

Sur la vidéo on compte 3 s entre l'éclair et le tonnerre, la foudre est tombée à $d \simeq 1 \text{ km}$.

3. Période et fréquence

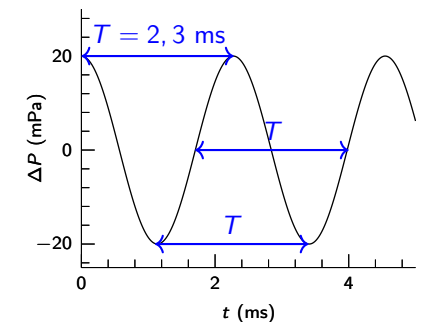


Un phénomène périodique est un phénomène qui se reproduit de manière identique à intervalle de temps régulier.

Période temporelle T

La période T est le plus petit intervalle de temps après lequel le phénomène se répète.

C'est une durée qui se mesure en secondes (s).



Fréquence f

La fréquence f , est le nombre de fois qu'un événement se reproduit à l'identique en une seconde.

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

Remarque

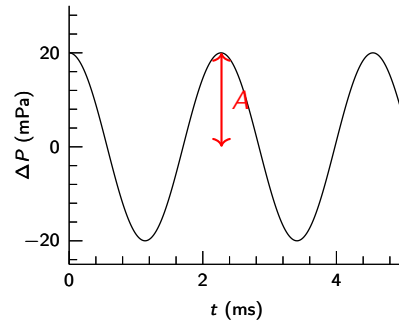
La fréquence est l'inverse d'un temps donc $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$.

Ex. 7 p. 243 – Calcul de fréquence

Ex. 8 p. 243 – Calcul de période

4. Amplitude

L'amplitude A est la valeur maximale de l'ordonnée (la pression pour un son) au cours d'une période.

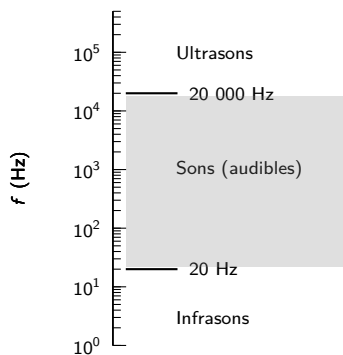


II. Perception du son

1. Sons et ultrasons

On distingue plusieurs types de sons en fonction de leur fréquence et de leur perception par un être humain.

Fréquence et audition



Propriété

L'oreille humaine perçoit les sons dont les fréquences sont comprises entre 20 Hz et 20 kHz.

Remarque

Certains animaux sont capables de percevoir des infrasons (éléphants) ou des ultrasons (chiens, dauphins, chauve-souris...)

2. Hauteur d'un son

Un instrument de musique peut jouer des sons plus ou moins graves ou aigus.



Définition

La hauteur d'un son musical est relative à son caractère aigu ou grave.

Elle est liée à la fréquence de l'onde (en Hz).

- Plus le son est aigu, plus la fréquence est élevée.
- Plus le son est grave, plus la fréquence est basse.

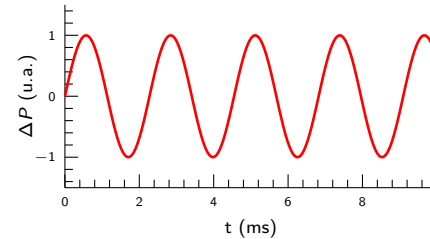
3. Timbre d'un son

Deux instruments de musique jouant la même note peuvent être différenciés.

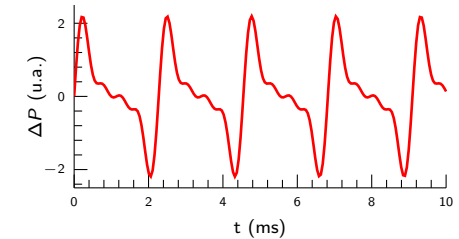
Définition

Le timbre d'un son permet de différencier deux instruments de musique jouant la même note.

Il est caractérisé par la « forme » de la période.



La₃ d'un diapason, f=440 Hz



La₃ de clarinette, f=440 Hz

4. Niveau sonore



Plus l'amplitude d'un son est élevée plus le son transporte d'énergie, l'intensité sonore augmente.

L'ouïe humaine s'étale sur une très large gamme d'intensités sonores.

On évalue la force de la perception d'un signal sonore grâce au niveau sonore en décibel (dB).

Au delà d'un certain niveau sonore (80-90 dB), l'oreille humaine peut subir des dommages irréversibles.

Ex. 7 p. 259 – Risques

Exercices

Ex. 7 p. 243

La période d'un signal sonore périodique de fréquence $f = 100 \text{ Hz}$ est :

- a. $T = 1,00 \times 10^{-2} \text{ s}$.
- b. $T = 1,00 \times 10^2 \text{ s}$.
- c. $T = 1,00 \times 10^2 \text{ Hz}$.



Ex. 8 p. 243

Le signal sonore périodique produit par un instrument de musique a une fréquence $f = 880 \text{ Hz}$; sa période T est :

- a. $1,14 \text{ ms}$.
- b. $1,14 \text{ s}$.
- c. $1,14 \times 10^3 \text{ s}$.



Ex. 9 p. 243

La fréquence d'un signal sonore périodique de période $T = 1,0 \text{ ms}$ est :

- a. $f = 1,0 \times 10^{-3} \text{ Hz}$.
- b. $f = 1,0 \text{ Hz}$.
- c. $f = 1,0 \times 10^3 \text{ Hz}$.



Ex. 10 p. 243

En grattant une corde de guitare à vide devant un smartphone, une application affiche exactement cinq périodes du signal périodique pour une durée totale de 60 ms .

La période du signal sonore est :

- a. $T = 12 \text{ ms}$.
- b. $T = 60 \text{ ms}$.
- c. $T = 83 \text{ Hz}$.



Ex. 18 p. 244

Écrire la relation entre la vitesse de propagation d'un signal sonore, la distance parcourue et la durée de propagation du son.

Convertir en $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ la vitesse de propagation du son dans l'air dans les conditions usuelles.

Convertir en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$ la vitesse de propagation du son dans l'eau : $v = 5\,400 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Citer un exemple d'objet en mouvement dont la valeur de la vitesse est très inférieure à la vitesse de propagation du son dans l'air.

Ex. 22 p. 244

a. Un signal sonore se propage sur une distance $d = 3,0 \text{ m}$ pendant une durée $\Delta t = 1,0 \times 10^{-3} \text{ s}$. Exprimer puis calculer la vitesse de propagation v de ce signal.

b. Un signal sonore se propage sur une distance $d = 5,0 \text{ m}$ pendant une durée $\Delta t = 3,0 \text{ ms}$. Exprimer puis calculer la vitesse de propagation v de ce signal.

Ex. 23 p. 244

Un avion de chasse se déplace à la vitesse de valeur $v = 2\,400 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$.

Donnée : en première approximation, on compare les valeurs des vitesses des avions à la vitesse de propagation du son dans l'air dans les conditions usuelles, sans tenir compte de la différence due à l'altitude élevée à laquelle volent les avions.



a. Convertir la valeur de cette vitesse en $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$.

b. Calculer le rapport de la valeur de la vitesse de cet avion de chasse par la vitesse de propagation du son dans l'air dans les conditions usuelles.

c. On dit qu'un tel avion « vole à Mach 2 ». Proposer une explication de cette expression.

d. La vitesse de croisière d'un Airbus A380 vaut $900 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Déterminer si cet avion de ligne effectue un vol « subsonique » (vitesse inférieure à la vitesse de propagation du son dans l'air) ou « supersonique ».

Ex. 24 p. 244

a. Un signal sonore de vitesse de propagation $v = 1\,500 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ se propage pendant une durée $\Delta t = 1,0 \text{ s}$. Exprimer puis calculer la distance d parcourue par ce signal.

b. Un signal sonore de vitesse de propagation $v = 7\,700 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ se propage pendant une durée $\Delta t = 10 \text{ ms}$. Exprimer puis calculer la distance d parcourue par ce signal.

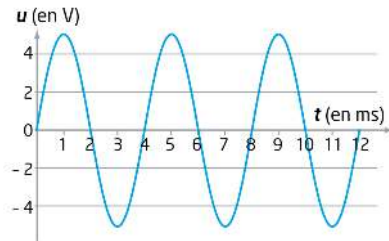
Ex. 25 p. 245

a. Un signal sonore se propage dans l'air sur une distance $d = 340 \text{ m}$. Déterminer la durée de propagation Δt de ce signal.

b. Un signal sonore se propage dans l'air sur une distance $d = 1 \text{ km}$. Exprimer puis calculer la durée de propagation Δt de ce signal.

Ex. 36 p. 246

Déterminer la période du signal périodique, dont la représentation temporelle est la suivante.



Ex. 7 p. 259

D'après la page précédente, une exposition à un signal sonore de niveau d'intensité sonore égal à 40 dB : ▶ §2

- a. ne présente aucun risque.
- b. présente un risque même en cas d'exposition courte.
- c. peut présenter des risques en cas d'exposition prolongée et répétée.

Ex. 8 p. 259

Deux instruments de musique différents jouent deux sons de même hauteur, de même intensité sonore et de timbres différents. On enregistre à l'aide d'un micro ces deux sons et on visualise les signaux sur un tableur. Les deux signaux obtenus ont : ▶ §2

- a. une période différente.
- b. une fréquence différente.
- c. une forme différente.

Ex. 9 p. 259

Un signal sonore de fréquence $f = 880$ Hz est : ▶ §1 et 2

- a. plus aigu qu'un signal sonore de fréquence 1000 Hz.
- b. plus grave qu'un signal sonore de fréquence 1000 Hz.
- c. de même hauteur qu'un signal sonore de fréquence 1000 Hz.

Ex. 14 p. 260



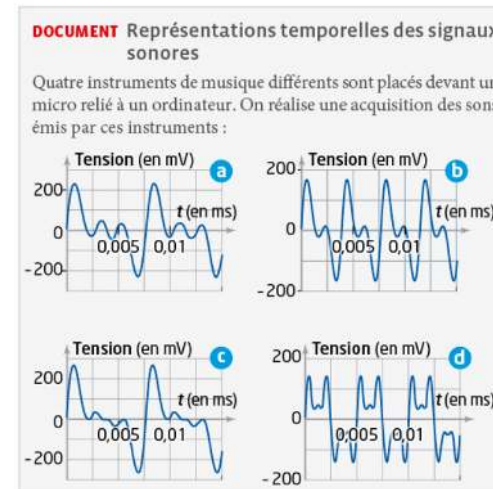
Dauphin rose d'Amazonie (dauphins d'eau douce).

Pour communiquer, les dauphins émettent des sifflements, tellement aigus qu'ils sont parfois indétectables par l'oreille humaine.

Identifier le domaine auquel appartiennent les sifflements du dauphin non audibles par l'Homme.

Ex. 24 p. 262

Des instruments de musique produisent différents signaux sonores.



Identifier les deux sons qui ont la même hauteur et comparer leurs timbres.