

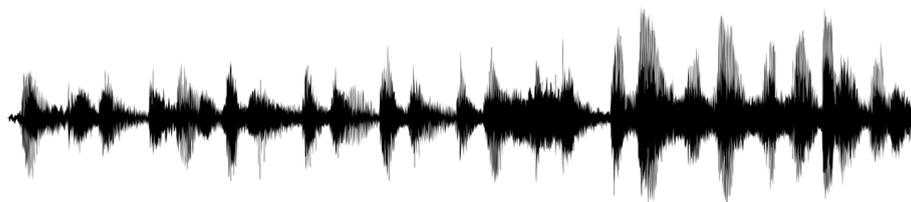
T3 Chapitre 1 - Émission et perception d'un son

Introduction

Dans ce chapitre nous intéressons à l'émission et la perception que l'on peut avoir d'un son. Première nous verrons la production d'un son, obtenue par vibration d'un objet puis la propagation d'un son, qui nécessite un milieu matériel, dans lequel la vitesse du son sera différente. Ce qui définit un signal sonore, c'est sa période ou fréquence, qui définira la hauteur d'un son. Le timbre d'un son expliquera la différence audible entre plusieurs instruments. Pour l'oreille l'intensité de plusieurs sons n'est pas additive, nous introduirons le niveau d'intensité sonore, permettant de mieux prévenir les dangers inhérents à l'exposition sonore.

Ce qu'il faut savoir faire

Notion	Ce qu'il faut connaître ou savoir faire	Exercice(s)
Émission et propagation d'un signe sonore	-Décrire l'émission d'une onde sonore par vibration -expliquer rôle du milieu matériel -donner l'intérêt d'une caisse de résonance	13
Vitesse de propagation d'un signal sonore	donner des ordres de grandeur de vitesses (son dans l'air et vitesses d'objets courants)	14 et 22
Fréquence et période d'un signal	-définitions de la fréquence et de la période -représentation temporelle d'un signal et détermination de sa période	16 et 18
Perception d'un son	-lien entre hauteur et fréquence -lien entre forme du signal et timbre -intensité sonore et le niveau d'intensité sonore -échelle de niveau d'intensité sonore -dangers inhérents à l'exposition sonore	26 27 et 28



Cours

Introduction

Animation - Vidéo : Qu'est-ce qu'un son? (*C'est pas sorcier*)



Lien :

<https://www.youtube.com/watch?v=Q58ns2rLXx8>

I Émission et propagation d'un signal sonore

I.1 Émission d'une onde sonore par vibration

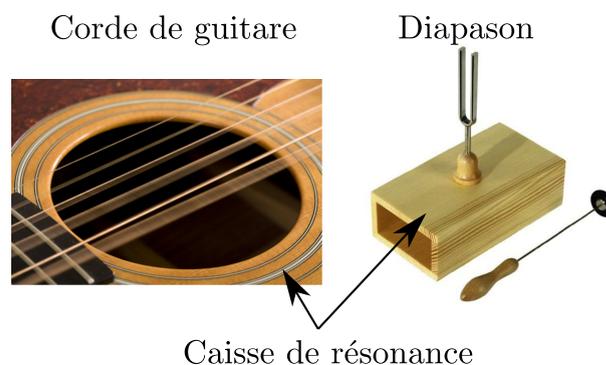
I.1.1 Vibration d'un objet

C'est la **vibration** (mouvement de va-et-vient) d'un objet qui permet de créer un son. L'objet mis en vibration constitue un **émetteur** que l'on capte grâce à un **récepteur** (microphone, oreille).

Exemples : Cordes de guitares, ailes d'un insecte, feuilles d'un arbre, membranes d'un haut-parleur, diapason.

I.1.2 Caisse de résonance

Le plus souvent, le déplacement de l'objet lors de la vibration se fait sur une distance allant du micromètre au millimètre. Ce déplacement est assez faible et le son est des fois à peine audible. Pour pallier ce problème, on utilise une **caisse de résonance**, qui permet **d'amplifier** un signal sonore.



Remarque : pour des instruments tels que la flûte, c'est l'instrument qui joue le rôle de caisse de résonance.

I.2 Propagation d'une onde sonore

I.2.1 Description

Animation - Expérience de la cloche à vide



Lien :

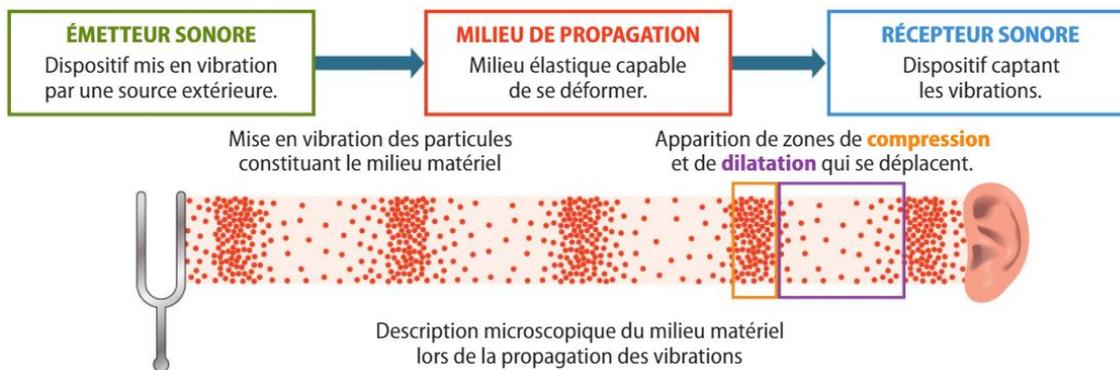
<https://www.youtube.com/watch?v=xrPC4EFzhtI>

Le son nécessite un milieu **matériel** (qui peut être un gaz, liquide ou solide) pour se propager, dans le cas contraire on ne peut rien entendre, comme le prouve l'expérience de la cloche à vide.

La vibration de la source sonore entraîne la création de zones de compressions ou de dilations pour les molécules ou atomes du milieu matériel (voir figure sur la page suivante). C'est cette série de zones, qui se propage de proche en proche. On peut retenir l'encadré suivant :

Propagation d'un signal sonore

Un **propagation d'un signal sonore** est un phénomène de déplacement de proche en proche dans un milieu matériel et sans transport effectif de matière.



I.2.2 Vitesse du son dans un milieu matériel

Vitesse de propagation ♥

La vitesse de propagation du son correspond à la distance d parcourue pendant une durée Δt .

Soit alors : $v = \frac{d}{\Delta t}$

Généralement, elle s'exprime en m.s^{-1} ou en km.h^{-1} .

La vitesse de propagation du son dépend du milieu matériel dans lequel elle se propage. Plus le milieu est **dense**, plus la vitesse sera élevée. Ainsi, la vitesse est **plus grande** dans les solides et les liquides que dans les gaz.

Remarque : Convertir des km.h^{-1} en m.s^{-1} :

$$1 \text{ m.s}^{-1} = \frac{1 \text{ km}}{1 \text{ h}} = \frac{1 \times 10^3 \text{ m}}{3600 \text{ s}} = \frac{1 \text{ m}}{3,600 \text{ s}} = \frac{1}{3,600} \text{ m.s}^{-1}$$

Donc passer de km.h^{-1} en m.s^{-1} revient à diviser par 3,6 et l'inverse à multiplier par 3,6.

Ordres de grandeur :

	Cycliste	Voiture	TGV	Avion	Son air	Son eau	Son acier
Vitesse	20 km.h^{-1}	80 km.h^{-1}	300 km.h^{-1}	900 km.h^{-1}	340 m.s^{-1}	1500 m.s^{-1}	5800 m.s^{-1}

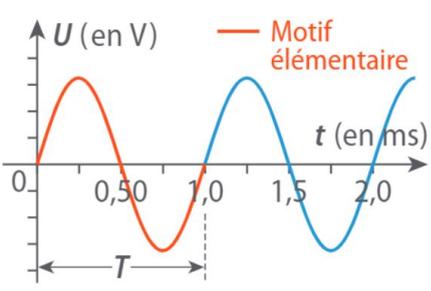
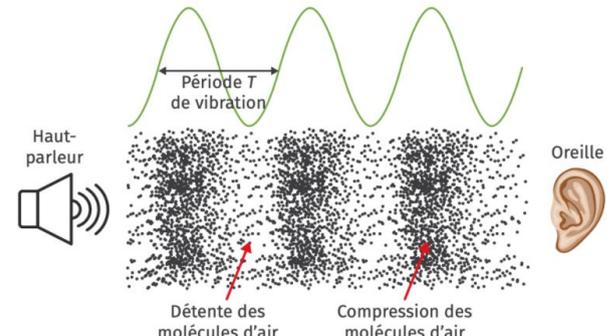
→ Exercices 13, 14 p.59 et 22 p.224.

II Période et fréquence d'un signal périodique

II.1 Période

Période

La **période d'un signal périodique** T (qui se répète) correspond à la durée du plus court **motif élémentaire** qui se répète identique à lui-même. La période s'exprime en seconde (s).

Exemple : sur la figure ci-dessus, la période est $T = 1 \text{ ms} = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$.

II.2 Fréquence

Fréquence

La **fréquence** f d'un signal correspond au nombre de motifs élémentaires qui se répètent par seconde. Elle correspond à l'inverse de la période et s'exprime en Hz (avec $1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$) :

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

Exemple : Dans le cas de l'exemple précédent la fréquence serait égale à $f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1 \times 10^{-3}} = 1 \times 10^3 \text{ Hz}$.

III Perception d'un signal sonore

III.1 Domaine sonore audible

Le domaine des sons audibles pour l'oreille humaine est limité et se situe entre **20 Hz** et **20 kHz**. En dessous on trouve les **infrasons** (éléphants) et au-dessus les **ultrasons** (chauve-souris et dauphins).



III.2 Hauteur et timbre d'un son

Hauteur d'un son

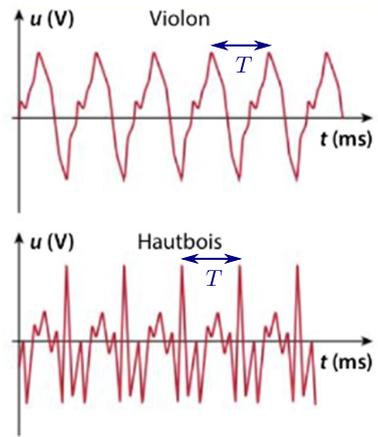
La **hauteur d'un son** correspond à la **fréquence** de ce son. Plus un son est grave, plus la fréquence est **basse** et plus il est aigu, plus sa fréquence est **élevée**.

Deux instruments différents peuvent jouer une note avec une même **hauteur**, mais ont un **timbre** différent.

Timbre d'un son

Le **timbre d'un son** est la sensation auditive liée à la représentation temporelle du signal sonore. Deux signaux sonores peuvent avoir une fréquence principale (dite fondamentale) identique, mais une représentation temporelle différente. On dit qu'ils ont un **timbre différent**.

Exemple : Un violon et un hautbois peuvent jouer une même note (même période et fréquence fondamentale), mais avec un timbre différent.



→ Exercices 16, 18 p.59 et 26 p.226.

III.3 Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

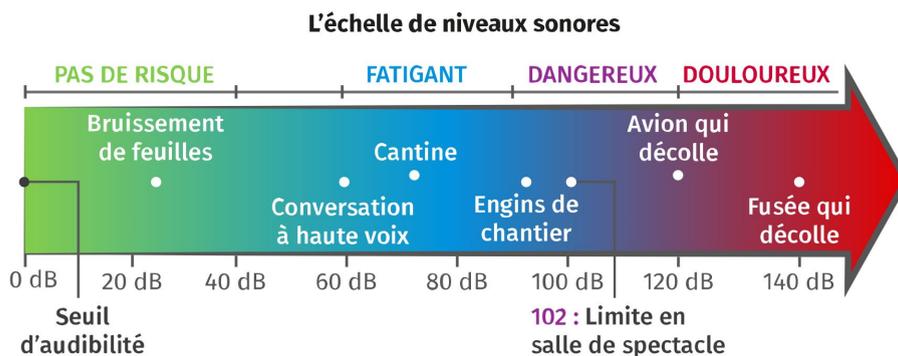
Intensité sonore

L'**intensité sonore** I est la puissance sonore reçue par unité de surface, qui s'exprime en **watts par mètre carré** ($W.m^{-2}$).

Pour l'oreille, multiplier l'intensité sonore d'un signal sonore ne donnera pas un son que l'on entend deux fois plus fort. L'oreille ne réagit pas proportionnellement à l'intensité I de l'onde sonore. Afin de modéliser ce qui est réellement perçu par l'oreille on introduit le **niveau d'intensité sonore**.

Niveau d'intensité sonore

Le **niveau d'intensité sonore**, mesuré avec un **sonomètre** et noté L , est mesuré en **décibels (dB)**. Il permet de classer les sons en fonction de leur danger potentiel pour l'oreille.



Au-delà de 110 dB, un son peut provoquer des lésions irréversibles au niveau de l'oreille (surdité).

→ Exercices 27 et 28 p.226.

Thème 3 - Ondes et signaux	Chapitre 1 - Émission et perception d'un son	Seconde Physique-chimie
<u>Feuille d'exercice</u>		

Exercice 13 p. 223

Dans la plupart des films de science-fiction, les scènes de combat spatial sont sonores.



Expliquer pourquoi ces scènes ne sont pas réalistes.

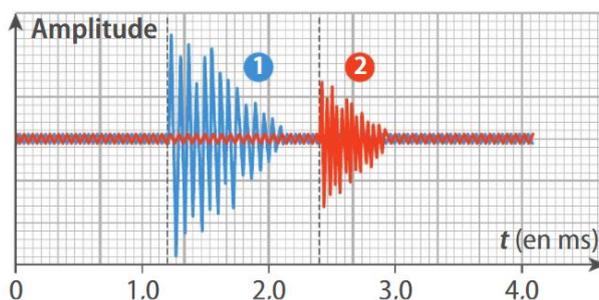
Exercice 14 p. 223

Un signal sonore parcourt une distance $d = 2,0$ m séparant deux microphones en $\Delta t = 5,5$ ms.

Calculer la valeur v de la vitesse de propagation du signal sonore.

Exercice 22 p. 225

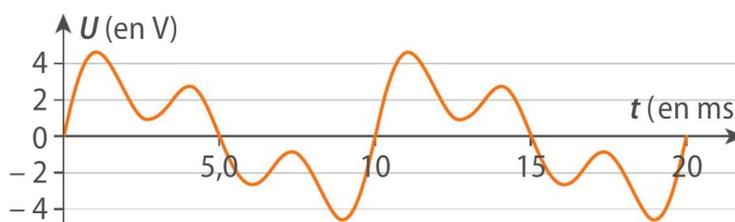
Deux microphones, reliés à une interface informatique, enregistrent un clap sonore effectué dans leur alignement.



1. Déterminer la durée de propagation du signal sonore entre les deux microphones distants de 45 cm.
2. En déduire la valeur de la vitesse s de propagation du signal sonore dans l'air lors de cette expérience.
3. Comparer avec la valeur habituellement admise de $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Exercice 16 p. 223

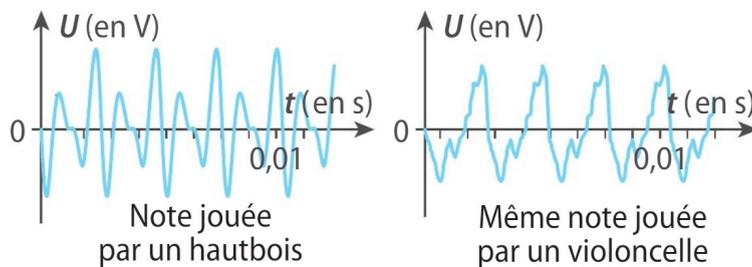
On considère l'enregistrement du signal sonore ci-dessous.



1. Pourquoi peut-on dire que ce signal sonore est périodique?
2. Déterminer la période T de ce signal sonore.
3. En déduire sa fréquence f .

Exercice 18 p. 223

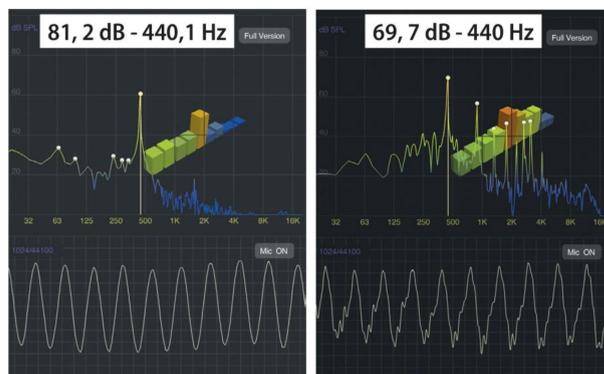
Les signaux sonores de même fréquence émis par un hautbois et un violoncelle sont représentés ci-dessous.



1. Indiquer si ces signaux ont la même hauteur.
2. Préciser pourquoi leur perception auditive est différente.

Exercice 26 p. 226

Le cons de deux instruments est enregistré grâce à une application d'un smartphone placée à égale distance des deux instruments dont les copies d'écran sont fournies.



1. (a) Indiquer la hauteur du son émis par chaque instrument.
(b) Préciser la note jouée par chaque instrument.
2. Indiquer en quoi le son perçu est différent selon les instruments joués.
3. Préciser l'instrument jouant le son d'intensité sonore la plus élevée.

Note	Mi ₁	La ₄	Fa ₄
f (en Hz)	82,4	440	698

Exercice 27 p. 226

Une personne habitant à 20 m d'une autoroute perçoit une intensité sonore $I = 10^{-4} \text{ W.m}^{-2}$ / Elle souhaiterait que le niveau d'intensité sonore perçu diminue de 25 %.



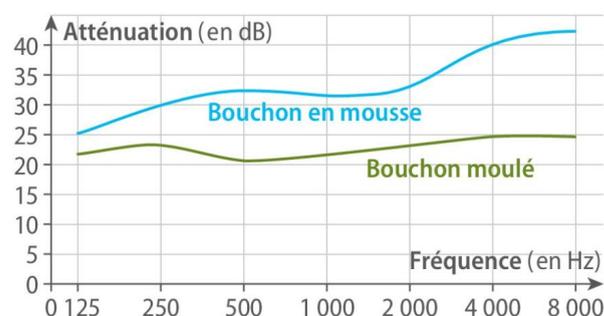
1. (a) Déterminer le niveau d'intensité sonore L associé à l'intensité sonore I perçue.
(b) En déduire le niveau L' que la personne souhaiterait percevoir.
2. Indiquer pourquoi ce niveau L' est plus acceptable pour la personne.

Exercice 28 p. 226

Pour protéger nos oreilles d'un trop grand niveau d'intensité sonore, il existe des bouchons d'oreille de natures différentes selon leur type d'utilisation :

- les bouchons en mousse (ou les boules en cire), à usage domestique, les plus courants;
- les bouchons moulés en silicone, utilisés par les musiciens, fabriqués sur mesure.

Sur le document publicitaire, un fabricant fournit les courbes d'atténuation correspondant aux deux types de bouchons. Elle représentent la diminution du niveau d'intensité sonore due au bouchon en fonction de la fréquence de l'onde qui le traverse. Plus l'atténuation est grande plus le niveau d'intensité sonore est faible.



1. Une pratique musicale régulière d'instruments tels que la batterie ou la guitare électrique nécessite une atténuation du niveau d'intensité sonore. Cependant, elle ne doit pas être trop importante afin que le musicien entende suffisamment et ne doit donc pas dépasser 25 dB.

Indiquer pour chaque bouchon si le critère précédent a été respecté.

2. (a) Indiquer si un bouchon en mousse atténue davantage les sons aigus ou graves.
(b) Commenter la phrase « *les bouchons en mousse restituent un son sourd* ».
3. Une exposition prolongée à 85 dB est nocive pour l'oreille humaine. Durant un concert de rock, un batteur est soumis en moyenne à une intensité sonore $I = 1,0 \times 10^{-2} \text{ W.m}^{-2}$.
(a) Déterminer le niveau d'intensité sonore auquel correspond l'intensité I .
(b) Le batteur d'un groupe est porteur de bouchons moulés en silicone correspondant au document publicitaire. Préciser si ses facultés auditives peuvent être altérées au cours du concert.