

# Émission et perception d'un son

## Fiche

Dans des films, on voit parfois des vaisseaux spatiaux exploser dans l'espace avec un bruit énorme, pourtant le son ne se propage pas dans le vide. Au contraire, le chant des baleines peut être audible à plusieurs milliers de kilomètres, mais pas la voix humaine dans l'air. L'oreille humaine arrive à différencier les différents instruments de musique même s'ils jouent la même note : le son a donc des caractéristiques spécifiques.

### I. Émission et propagation d'un signal sonore

- Un objet (corde, colonne d'air) émet un signal sonore lorsqu'il est mis **en vibration**. Pour être audible, il faut que ce signal sonore soit **amplifié** : c'est le rôle de la caisse de résonance. La production d'un signal sonore résulte de deux actions de l'objet, **vibrer et émettre**.

Exemple : lorsqu'on met la corde de guitare en vibration, la caisse amplifie et émet le son de la guitare.

- Lorsqu'un signal sonore est produit, les molécules d'air vibrent et transmettent ce mouvement de proche en proche aux autres molécules d'air. Le signal sonore a donc besoin d'un **milieu matériel** pour se propager : il ne se propage pas dans le vide (ni dans l'espace).

- Le signal sonore a une **vitesse de propagation** qui dépend du milieu dans lequel il se propage. La vitesse de propagation  $v$  de l'onde sonore est le rapport de la distance  $d$  parcourue par le signal sonore par la durée de propagation  $\Delta t$ . On a la relation suivante :

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

où  $v$  est en mètres par seconde ( $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ),  $d$  est en mètres (m) et  $\Delta t$  est en secondes (s).

- La vitesse de propagation d'un son dans l'air est  **$343 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$**  à  $20^\circ\text{C}$ . Dans l'eau, la vitesse est environ de  $1\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

- Comparaison de la vitesse de propagation d'un son dans un milieu par rapport à la vitesse du son dans l'air.

	Avion	Son dans l'eau	Lumière dans le vide	Vélo
Vitesse $v$ en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$	200	1500	$3,00 \times 10^8$	1,2
Rapport $\frac{v}{v_{\text{air}}}$	0,58	4,4	$8,7 \times 10^5$	0,0049

La vitesse de propagation du son dans l'air est **très petite** face à la vitesse de la lumière dans le vide, mais plus grande que celle d'un avion ou d'un vélo.

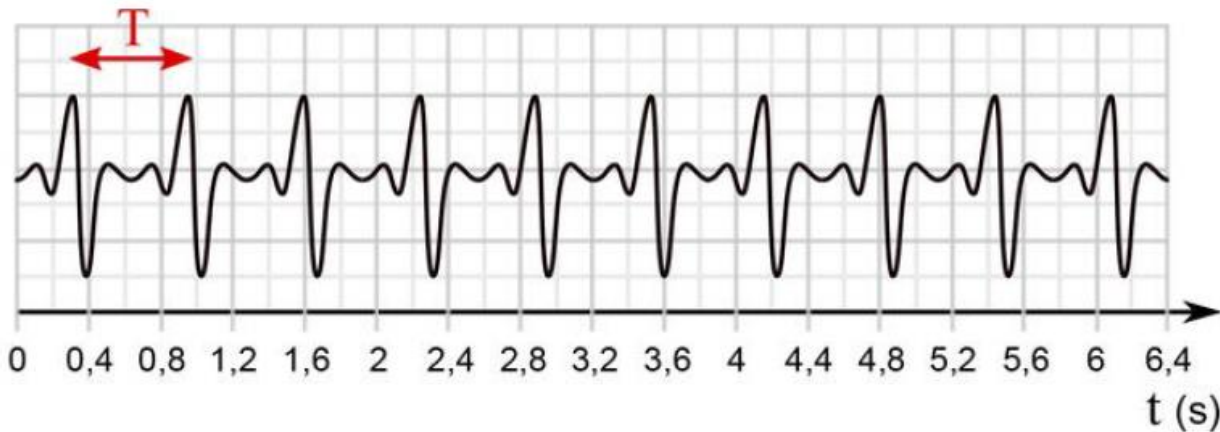
### II. Signaux sonores périodiques

- Un signal sonore sera dit **périodique**, s'il se reproduit à l'identique à intervalles de temps égaux.

Exemple : Sur l'enregistrement du signal sonore ci-après, le motif de base se répète à l'identique à chaque

intervalle T de temps.

### Signal sonore périodique



- On définit la **période T** d'un signal sonore périodique comme étant la durée minimale pour que le signal se reproduise à l'identique, c'est-à-dire que la période T est la durée d'un motif. Elle s'exprime en secondes (s).
- La **fréquence f** d'un signal sonore périodique est le nombre de motifs (de périodes) du signal par seconde. Elle s'exprime en hertz (Hz).
- La fréquence  $f$  est l'inverse de la période T. On a donc la relation suivante :  $f = \frac{1}{T}$  avec  $f$  en hertz (Hz) et T en seconde (s).

### III. Hauteur et timbre

- Notre oreille n'entend pas tous les sons. Seules les fréquences comprises **entre 20 Hz et 20 kHz** sont audibles par l'homme. Pour des fréquences inférieures à 20 Hz, il s'agit d'**infrasons** et pour des fréquences supérieures à 20 kHz, on est dans le domaine des **ultrasons**.

Exemple : les éléphants utilisent des infrasons pour communiquer alors que les chauves-souris émettent des ultrasons.

- Une note est différenciée par sa fréquence. On appelle **hauteur** d'un son, la fréquence du signal sonore. Plus le son est **aigu**, plus la fréquence est **élevée** et inversement plus le son est grave et plus la fréquence est faible.

Exemple : le  $la_3$  qui a une fréquence de 440 Hz est plus aigu que le  $do_3$  qui a une fréquence de 262 Hz.

- Une même note jouée par des instruments différents est perçue différemment à l'oreille. Cette différence de perception pour un même son avec la même amplitude et la même fréquence s'appelle le **timbre**.

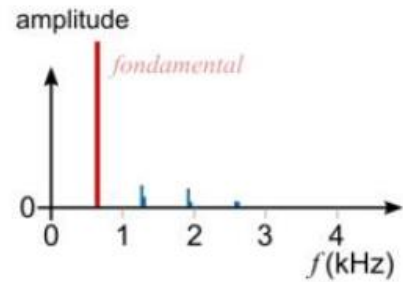
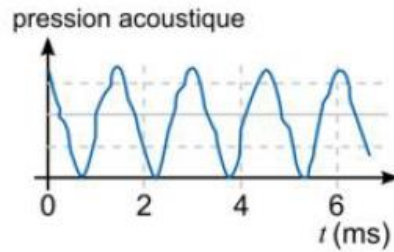
Exemple : le  $mi_4$  joué par la flûte à bec ou le violon n'a pas la même forme de signal sonore.

#### Note mi jouée par des instruments différents

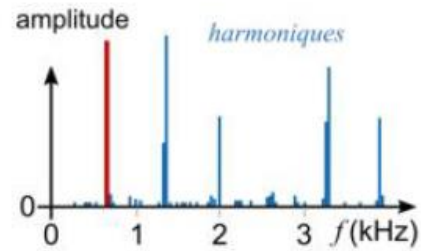
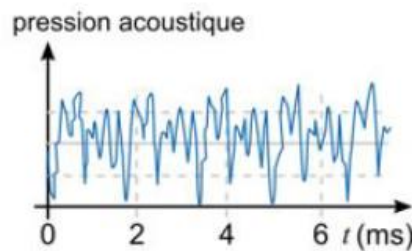
## signal temporel

## spectre de fréquence

note  $mi_4$  jouée par  
une flûte à bec



note  $mi_4$  jouée par  
un violon



## IV. Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

- L'amplitude d'un signal sonore produit est en rapport avec l'**intensité sonore** reçue  $I$  en watt par mètre carré ( $W \cdot m^{-2}$ ). Plus l'amplitude du signal est grande et plus l'intensité sonore est grande.
- Par souci de simplification des valeurs liées à l'intensité sonore qui sont des puissances de 10 et pour rendre au mieux compte de la sensation au niveau de l'oreille, on utilise le **niveau d'intensité sonore**  $L$  en décibel (dB). Plus l'intensité sonore  $I$  est grande et plus le niveau d'intensité sonore  $L$  est grand.
- Tableau donnant le niveau d'intensité sonore en fonction de l'intensité sonore :

$L$ (dB)	0	20	40	60	80	100	120
$I$ ( $W \cdot m^{-2}$ )	$10^{-12}$	$10^{-10}$	$10^{-8}$	$10^{-6}$	$10^{-4}$	$10^{-2}$	1

L'intensité sonore et le niveau sonore ne sont pas proportionnels.

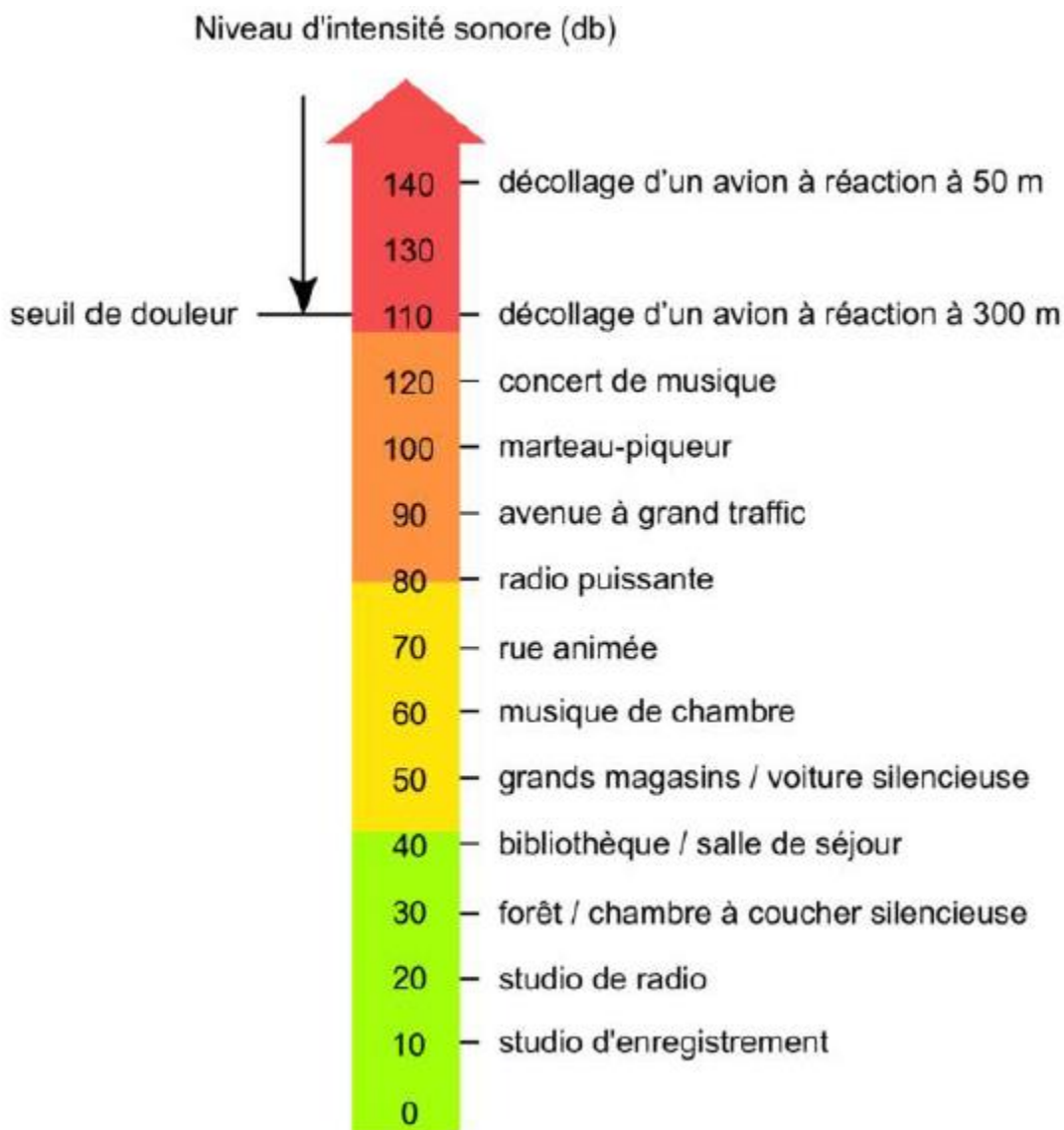
- Le niveau sonore se mesure avec un **sonomètre**.

## V. Les dangers de l'exposition sonore

- Un son dont le niveau est trop élevé peut engendrer des **pertes d'audition irréversibles**. Plus le niveau sonore et la durée d'exposition sont grands et plus ces risques sont importants.

Exemple : l'échelle des niveaux sonores représente quelques sources en fonction du niveau sonore. La couleur

verte est réservée aux sources sans danger pour l'oreille et les couleurs jaune, orange et rouge à des niveaux sonores de plus en plus dangereux.



- Le son commence à être pénible pour un niveau sonore supérieur à 75 dB et dangereux pour l'oreille au-delà de 90 dB. Le seuil de douleur correspond à un niveau sonore de 120 dB : à partir de 120 dB, le signal sonore est perçu comme une douleur et non comme un son.

- Entre ces deux valeurs, l'oreille est menacée de lésions irréversibles sans que l'on puisse s'en apercevoir comme une surdité partielle ou totale.

- Il faut lier le niveau sonore à la durée d'exposition maximale :

Niveau sonore en dB	85	91	94	100	103	109	112	115	118
Durée maximale d'exposition par jour	8 heures	2 heures	1 heure	15 minutes	7,5 minutes	2 minutes	56 secondes	28 secondes	14 secondes

- Il est donc nécessaire de se protéger.