

1. Le son

a. Production du son

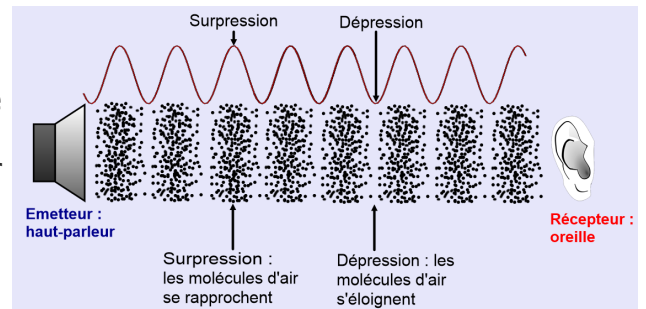
Un son est produit par la **mise en vibration d'un objet**. Par exemple : une corde de guitare, une branche de diapason, la membrane d'un haut-parleur, les cordes vocales, etc.

Le son peut être **amplifié** grâce à une **caisse de résonance** qui transmet les vibrations à un plus grand volume d'air (table d'harmonie d'une guitare, corps d'un violon...).



b. Propagation du son

Le son est une **onde mécanique** : il nécessite un **milieu matériel** (gaz, liquide ou solide) pour se propager. La vibration se transmet de proche en proche aux particules du milieu jusqu'au récepteur (l'oreille, par exemple).



Principe de propagation

L'objet vibrateur met en mouvement les molécules d'air voisines : elles se rapprochent (zones de surpression) puis s'éloignent (zones de dépression). Cette perturbation se propage de proche en proche jusqu'à l'oreille.

À RETENIR

Le son **ne peut pas se propager dans le vide** car il n'existe aucune particule pour transmettre la vibration.

c. vitesse de propagation du son

La vitesse du son dépend du milieu traversé : plus le milieu est dense et rigide, plus le son s'y propage vite.

Milieu	Vitesse de propagation ($m \cdot s^{-1}$)
Air (20 °C)	≈ 340
Eau douce (20 °C)	$\approx 1\,500$
Acier	$\approx 5\,000$

À titre de comparaison, la vitesse de la lumière dans l'air est $c = 3,00 \times 10^8 m \cdot s^{-1}$, soit près d'un million de fois plus grande que la vitesse du son.

Calcul pratique — Relation distance / durée / vitesse

On utilise la relation : $d = v \times \Delta t$ avec d en m , v en $m \cdot s^{-1}$, Δt en s .

Exemple : un éclair est observé 3 s avant le tonnerre. La distance est : $d = 340 \times 3 = 1\,020 m \approx 1 km$.

2. Décrire le signal sonore

a. Représentation temporelle

Avec un système d'acquisition (microphone + logiciel Audacity, oscilloscope ou smartphone via l'application Fizziq), on peut visualiser l'évolution de la tension délivrée par le microphone en fonction du temps : c'est la représentation temporelle du signal sonore.



Lire une représentation temporelle

- Axe horizontal (abscisses) : le temps t (en secondes, ms, μ s...)
- Axe vertical (ordonnées) : la tension u délivrée par le microphone (en volts)
- Si le signal se répète identiquement à lui-même, il est dit périodique.

b. Période et fréquence

La **période T** est la plus petite durée séparant deux reproductions à l'identique d'un motif élémentaire. Elle s'exprime en **secondes (s)**.

La **fréquence f** est le nombre de fois que ce motif se reproduit par seconde. Elle s'exprime en **hertz (Hz)**.

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

f en hertz (Hz) • T en seconde (s)

Exemples numériques

Si $T = 5 \text{ ms} = 0,005 \text{ s} \rightarrow f = 1 / 0,005 = \mathbf{200 \text{ Hz}}$

Si $f = 440 \text{ Hz}$ (la note La) $\rightarrow T = 1 / 440 \approx \mathbf{2,27 \text{ ms}}$

3. Perception du son

a. Hauteur et fréquence

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

Catégorie de son	Plage de fréquences
Infrasons	< 20 Hz
Sons graves (perçus)	20 Hz – 200 Hz
Sons médiums (perçus)	200 Hz – 2 000 Hz
Sons aigus (perçus)	2 000 Hz – 20 000 Hz
Ultrasons	> 20 000 Hz (= 20 kHz)

L'oreille humaine perçoit les sons dont la fréquence est comprise entre **20 Hz et 20 kHz** : c'est le domaine des sons audibles.

b. Timbre

La même note (même fréquence fondamentale, même hauteur) jouée par deux instruments différents est perçue différemment : c'est le timbre qui change.

Le timbre dépend de la **forme de la représentation temporelle** : la présence et l'intensité des harmoniques (multiples de la fréquence fondamentale) confèrent à chaque instrument sa couleur sonore particulière.

c. Intensité sonore et niveau d'intensité sonore

L'**amplitude** d'un signal est la différence entre son maximum et son minimum sur la représentation temporelle. Plus l'amplitude est grande, plus le son est fort.

Grandeur	Définition & unité
Intensité sonore I	Puissance reçue par unité de surface — $W \cdot m^{-2}$
Niveau d'intensité sonore L	Grandeur logarithmique — décibel (dB)

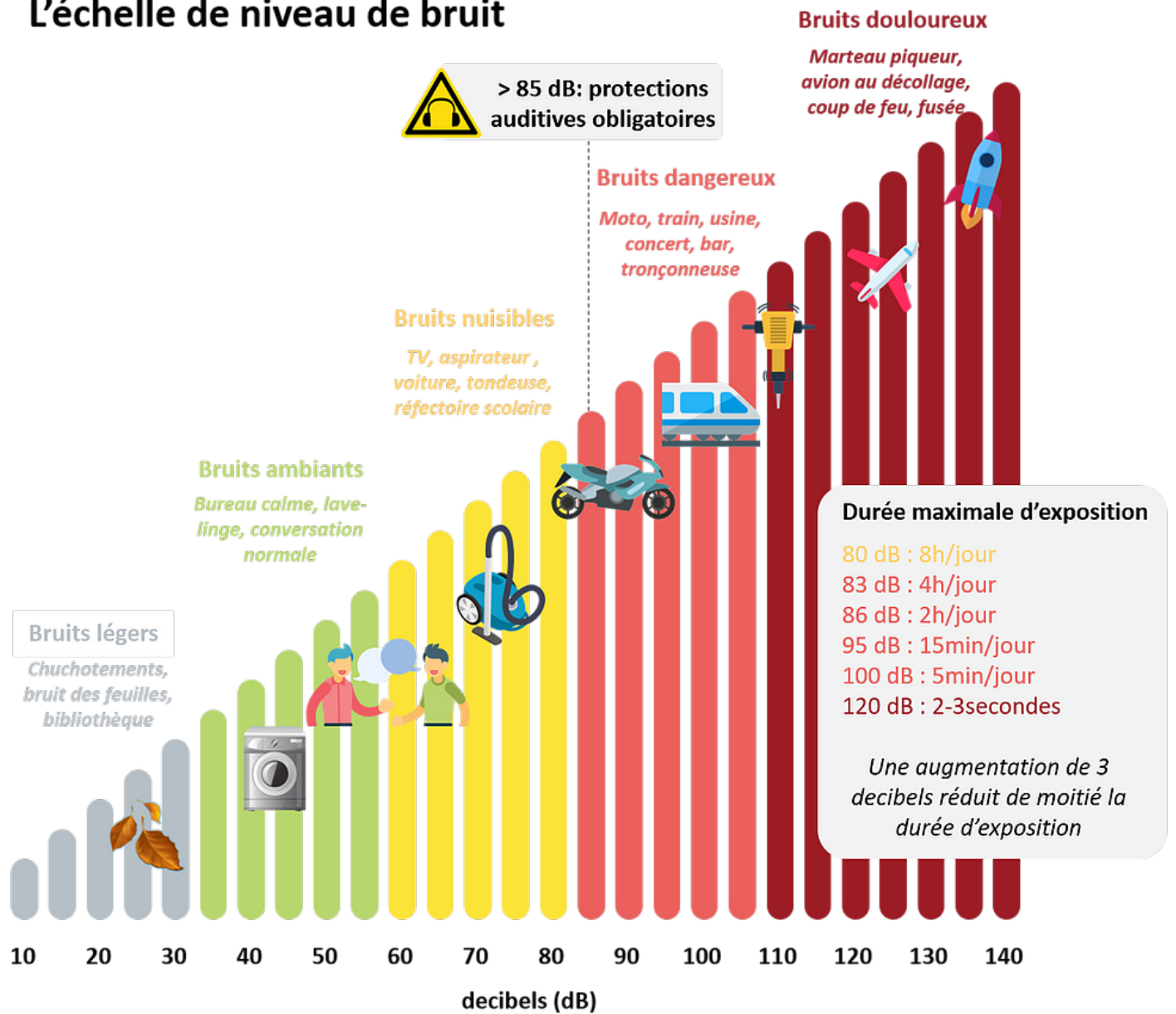
Relation entre I et L

L'intensité sonore I et le niveau d'intensité sonore L varient dans le même sens, mais ils ne sont pas proportionnels.

Lorsque I double, L n'augmente que de **3 dB**. C'est pourquoi l'échelle des décibels est dite logarithmique.



L'échelle de niveau de bruit



⚠ DANGER SONORE

Une exposition sonore prolongée à des niveaux élevés entraîne des dommages auditifs irréversibles (surdité partielle ou totale). Seuil de danger : 90 dB. Seuil de la douleur : 120 dB.

Exposition sonore et durée

L'exposition sonore tient compte à la fois du niveau d'intensité sonore et de la durée d'exposition.

Exemples réglementaires : 85 dB max 8 h/j — 90 dB max 2 h — 100 dB max 15 min — 120 dB 2–3 secondes max.

L'utilisation de protections auditives (bouchons, casque) est obligatoire au-delà de 85 dB.