

# Signaux sonores

## Cours de sciences physiques - niveau 2de

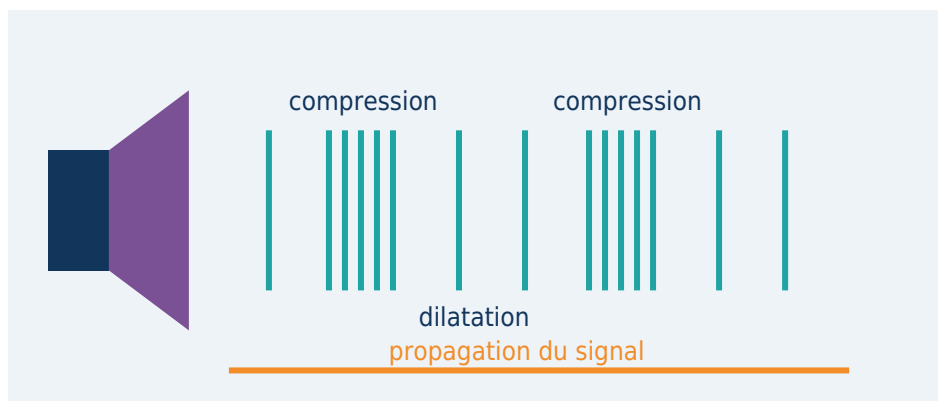
Enfin, un éclair déchire le ciel, puis, quelques secondes plus tard, le tonnerre gronde. Par ailleurs, ce décalage vient du fait que les **signaux sonores** se propagent beaucoup moins vite que la lumière. Comprendre comment un son naît, voyage et se caractérise (par sa période, sa fréquence, son intensité) est l'objet de ce cours.

**L'essentiel :** Un signal sonore est une vibration qui se propage dans un milieu matériel, à environ 340 m/s dans l'air. Sa fréquence  $(f = \frac{1}{T})$ , en hertz, détermine la hauteur du son : un son aigu a une fréquence élevée. Un diapason qui vibre 440 fois par seconde produit le la, de période 2,27 ms.

Ensuite, ce cours est à **télécharger en PDF et à imprimer gratuitement** : le bouton se trouve en bas de la page, sans inscription.

## Les signaux sonores : vibration et propagation

Puis, un son est produit par une **source** qui vibre : membrane d'un haut-parleur, corde de guitare, cordes vocales. Puis la vibration met en mouvement les molécules de l'air voisines, qui se rapprochent puis s'écartent : des zones de **compression** et de **dilatation** se succèdent et se propagent de proche en proche. Ensuite, les molécules n'avancent pas avec le son : elles oscillent autour de leur position, et c'est la **perturbation** qui se déplace.



Un signal sonore est une suite de compressions et de dilatations du milieu qui se propagent.

### DÉFINITION

Ainsi, un **signal sonore** est une perturbation mécanique qui se propage dans un milieu matériel (gaz, liquide, solide). Sans matière, il n'y a pas de propagation : **le son ne se propage pas dans le vide.**

## Vitesse de propagation du son

Par ailleurs, le signal sonore se propage à une vitesse finie qui dépend du milieu et de sa température. Puis dans l'air à 20 °C, elle vaut environ 343 m/s, soit près de 1 235 km/h. De plus, la lumière, elle, se propage dans l'air à environ  $3,00 \times 10^8$  m/s : c'est pourquoi on voit l'éclair avant d'entendre le tonnerre.

| Milieu              | Vitesse du son (m/s) |
|---------------------|----------------------|
| Air à 0 °C          | 331                  |
| Air à 20 °C         | 343                  |
| Eau liquide à 20 °C | $1,48 \times 10^3$   |
| Acier               | $5,9 \times 10^3$    |

### FORMULE À RETENIR

$$v = d \div \Delta t$$

$v$  : vitesse du son (m/s) ;  $d$  : distance parcourue (m) ;  $\Delta t$  : durée de propagation (s).

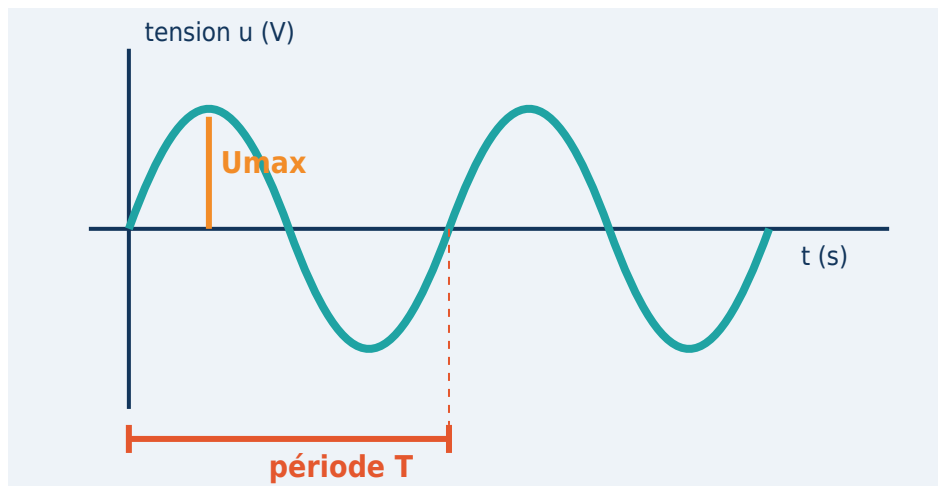
### APPLICATION NUMÉRIQUE

De plus, on compte  $\Delta t = 6,0$  s entre l'éclair et le tonnerre. Ensuite, la lumière met un temps négligeable pour arriver, donc la durée mesurée est celle du son.  $d = v \times \Delta t = 343 \times 6,0 = 2\,058$  m, soit  $d \approx 2,1 \times 10^3$  m (deux chiffres significatifs, comme  $\Delta t$ ).

Donc, pour une distance aller-retour (écho, sonar), la durée mesurée correspond à **deux fois** la distance de l'obstacle :  $d = v \times \Delta t \div 2$ .

## Signal périodique : période et fréquence

Enfin, un son pur est un signal **périodique** : il se reproduit identique à lui-même à intervalles de temps égaux. Par ailleurs, la plus petite durée au bout de laquelle le signal se reproduit est la **période  $T$** , exprimée en secondes (s). Puis le nombre de motifs par seconde est la **fréquence  $f$** , en hertz (Hz).



Signal sinusoïdal : la période  $T$  se lit entre deux motifs identiques successifs ; l'amplitude  $U_{\max}$  est la valeur maximale.

#### FORMULE À RETENIR

$$f = 1 \div T \text{ et } T = 1 \div f$$

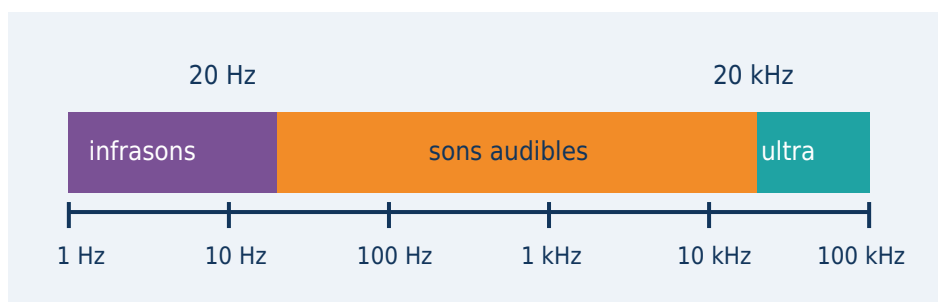
$f$  en hertz (Hz) quand  $T$  est en secondes (s). Multiples usuels :  $1 \text{ kHz} = 10^3 \text{ Hz}$  ;  $1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ s}$  ;  $1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ s}$ .

#### EXEMPLE RÉSOLU

À l'oscilloscope, 2 périodes occupent 4,0 divisions, avec une base de temps de 1,0 ms/div. Ensuite, la durée de 2 périodes vaut  $4,0 \times 1,0 = 4,0 \text{ ms}$ , donc  $T = 4,0 \div 2 = \mathbf{2,0 \text{ ms} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ s}}$ . Alors  $f = 1 \div (2,0 \times 10^{-3}) = \mathbf{5,0 \times 10^2 \text{ Hz}}$ . Puis mesurer plusieurs périodes réduit l'incertitude de lecture.

## Hauteur, timbre et intensité d'un son

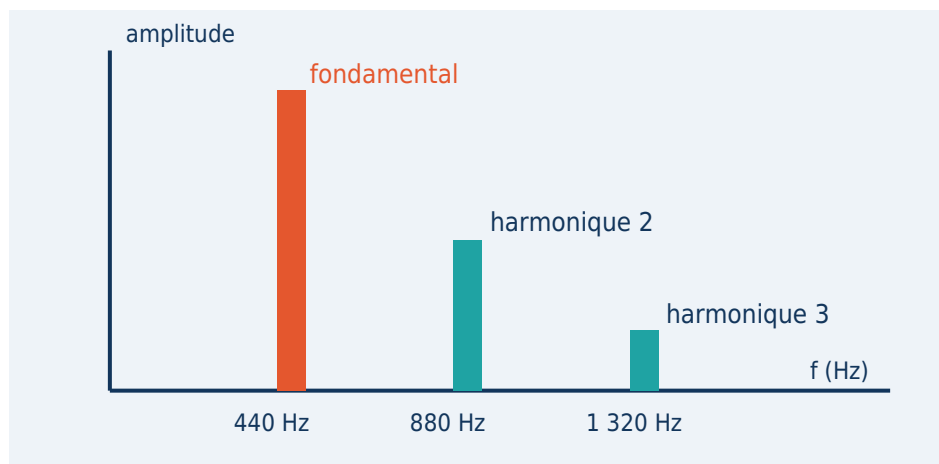
Ensuite, un son se perçoit par trois caractéristiques. De plus, la **hauteur** est liée à la fréquence : plus  $f$  est grande, plus le son est aigu. Ensuite, un humain entend les fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ. Par ailleurs, en dessous, ce sont les **infrasons**, au-dessus les **ultrasons** (utilisés par les chauves-souris, les sonars ou l'échographie).



Échelle de fréquences (graduation logarithmique) : le domaine audible va de 20 Hz à 20 kHz.

Puis, le **timbre** permet de distinguer deux instruments jouant la même note. Puis un son  
 Fiche en ligne : [sciences-physiques-pdf.fr/signaux-sonores-et-frequence-cours-sciences-seconde/](https://sciences-physiques-pdf.fr/signaux-sonores-et-frequence-cours-sciences-seconde/) · Cours, exercices, TP  
 et contrôles corrigés de sciences physiques sur [sciences-physiques-pdf.fr](https://sciences-physiques-pdf.fr) · page 3/5

musical est composé d'une fréquence **fondamentale**  $f_1$  (qui donne la hauteur) et d'**harmoniques** de fréquences  $2f_1, 3f_1 \dots$  dont les amplitudes dépendent de l'instrument. Ensuite, l'ensemble forme le **spectre** du son.



Spectre d'un la de 440 Hz : le fondamental donne la hauteur, les harmoniques le timbre.

Ainsi, l'**intensité sonore** (le « volume ») est liée à l'amplitude du signal. Puis on la repère par le **niveau d'intensité sonore L**, exprimé en **décibels (dB)** et mesuré avec un sonomètre.

### Hauteur, timbre et intensité d'un son (suite)

| Situation            | Niveau sonore L (dB) |
|----------------------|----------------------|
| Chuchotement         | 30                   |
| Conversation normale | 60                   |
| Circulation dense    | 80                   |
| Concert, discothèque | 100 à 110            |
| Seuil de douleur     | environ 120          |

#### ERREUR FRÉQUENTE

Par ailleurs, le décibel n'est pas une échelle linéaire : une augmentation de 3 dB correspond à un doublement de l'intensité sonore, pas de la « sensation ». Deux sources de 60 dB ne produisent donc pas 120 dB mais environ 63 dB. De plus, la durée d'exposition compte aussi : au-delà de 85 dB pendant plusieurs heures, l'audition est menacée.

## Erreurs fréquentes

#### ERREUR FRÉQUENTE

Confondre fréquence et vitesse : un son aigu ne va pas plus vite qu'un son grave. Ensuite, la vitesse dépend du milieu, la fréquence dépend de la source.

### ERREUR FRÉQUENTE

Oublier les conversions : T doit être en secondes pour obtenir f en hertz.  $2,5 \text{ ms} = 2,5 \times 10^{-3} \text{ s}$ , et non 2,5 s.

### POUR RETENIR

Période grande = fréquence petite = son grave. Période petite = fréquence grande = son aigu.

## L'essentiel à retenir

- De plus, un signal sonore est une perturbation mécanique qui se propage dans un milieu matériel, jamais dans le vide.
- Donc, dans l'air à  $20^\circ\text{C}$ ,  $v \approx 343 \text{ m/s}$  ;  $v = d \div \Delta t$  (aller-retour :  $d = v \times \Delta t \div 2$ ).
- Enfin, la période T (s) et la fréquence f (Hz) vérifient  $f = 1 \div T$ .
- Le domaine audible humain s'étend de 20 Hz à 20 kHz ; en dessous, infrasons ; au-dessus, ultrasons.
- Hauteur = fréquence ; timbre = spectre (fondamental et harmoniques) ; intensité = amplitude, repérée par le niveau sonore en dB.

## Tout le chapitre « Signaux sonores et fréquence » en seconde

- Les exercices : Signaux sonores et fréquence
- Le corrigé des exercices : Signaux sonores et fréquence
- Le TP : Signaux sonores et fréquence
- Le corrigé du TP : Signaux sonores et fréquence
- Le QCM : Signaux sonores et fréquence
- Le contrôle : Signaux sonores et fréquence
- Le corrigé du contrôle : Signaux sonores et fréquence

Chapitre précédent : Le principe d'inertie (cours)

Chapitre suivant : Lumière et spectres d'émission (cours)

Retrouve aussi tous les cours de sciences physiques en seconde et le programme complet de sciences physiques en seconde.