

SECONDE · PHYSIQUE-CHIMIE · ONDES ET SIGNAUX · CHAPITRE 14

Fiche de cours Émission et perception d'un son

L'essentiel du chapitre en deux pages

définitions · lois · méthodes · à savoir par cœur



R. RINGUET · 2026 – 2027

1 ÉMISSION ET PROPAGATION D'UN SON

Définition. Un **son** est émis par un objet qui **vibre** : corde, membrane, lame, colonne d'air, haut-parleur. Cette vibration comprime puis dilate l'air tout près de la source, et ces variations de pression se propagent de proche en proche jusqu'à l'oreille.

Propriété. Un son a besoin d'un **milieu matériel** pour se propager (air, eau, métal) : **il ne se propage pas dans le vide**. C'est ce que montre l'expérience de la cloche à vide, où le son s'éteint à mesure que l'air est extrait, alors qu'on voit toujours le marteau frapper.

Remarque. La **caisse de résonance** d'un instrument met en vibration un grand volume d'air : le son émis est beaucoup plus **fort**, mais sa fréquence ne change pas.

2 VITESSE DE PROPAGATION DU SON

Définition. La **vitesse** (ou célérité) du son est la distance parcourue par seconde :

$$v = \frac{d}{\Delta t} \quad \text{soit} \quad d = v \Delta t \quad \text{et} \quad \Delta t = \frac{d}{v},$$

avec d en m, Δt en s et v en $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$.

Propriété. Le son se propage plus vite dans les solides que dans les liquides, et plus vite dans les liquides que dans les gaz. Dans un milieu donné, la vitesse ne dépend ni de la fréquence ni du niveau sonore.

Méthode — écho. Un son réfléchi par un obstacle situé à la distance d effectue l'aller et le retour : il parcourt $2d$. On a donc $2d = v \Delta t$, soit $d = \frac{v \Delta t}{2}$.

Remarque. La valeur $340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ correspond à l'air à 20°C environ ; la vitesse du son y augmente légèrement avec la température. La lumière se propage près d'un million de fois plus vite : l'éclair est vu presque au moment où il se produit, le tonnerre arrive bien après.

3 SIGNAL SONORE PÉRIODIQUE : PÉRIODE ET FRÉQUENCE

Définition. Un microphone transforme le son en une tension u que l'on visualise sur un **oscillogramme**. Le signal est **périodique** lorsqu'il se répète identique à lui-même ; le motif le plus court qui se répète a pour durée la **période** T (en s). La **fréquence** f est le nombre de périodes par seconde, en **hertz** (Hz) :

$$f = \frac{1}{T} \quad \text{et} \quad T = \frac{1}{f} \quad (T \text{ en s, } f \text{ en Hz}).$$

Méthode — lire une période. repérer n périodes complètes, mesurer la durée totale Δt correspondante, puis calculer $T = \frac{\Delta t}{n}$: c'est plus précis que sur une seule période. Convertir T en secondes avant d'appliquer $f = 1/T$.

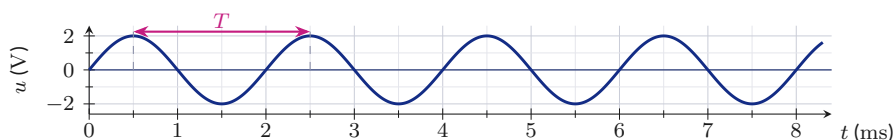


Figure 1 — Oscillogramme d'un son périodique : quatre périodes en 8,0 ms, donc $T = 2,0 \text{ ms}$ et $f = 5,0 \times 10^2 \text{ Hz}$.

4 HAUTEUR, TIMBRE ET DOMAINES DE FRÉQUENCE

Définition. La **hauteur** d'un son est liée à sa **fréquence** : plus f est grande, plus le son est **aigu** ; plus f est petite, plus le son est **grave**. Deux sons de même hauteur ont la même fréquence.

Définition. Le **timbre** permet de reconnaître l'instrument : il est lié à la **forme** du signal. Deux instruments qui jouent la même note donnent des oscillogrammes de même période mais de formes différentes.

■ DONNÉES — Domaines de fréquence et valeurs à connaître

- **Infrasons** : $f < 20 \text{ Hz}$ • **sons audibles** par l'humain : de 20 Hz à 20 kHz • **ultrasons** : $f > 20 \text{ kHz}$.
- Vitesse du son : air à $20^\circ\text{C} \approx 340 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; eau $\approx 1\,500 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; acier $\approx 5\,000 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Lumière dans le vide : $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$.
- Conversions : $1 \text{ kHz} = 1 \times 10^3 \text{ Hz}$; $1 \text{ ms} = 1 \times 10^{-3} \text{ s}$; $1 \mu\text{s} = 1 \times 10^{-6} \text{ s}$.

5 INTENSITÉ SONORE ET NIVEAU D'INTENSITÉ SONORE

Définition. L'**intensité sonore** traduit l'énergie transportée par le son : elle dit si le son est *fort* ou *faible*. On lui associe le **niveau d'intensité sonore** L , exprimé en **décibels** (dB) et mesuré avec un **sonomètre**.

Propriété. L'échelle des décibels est très resserrée : 0 dB est le **seuil d'audibilité**, 120 dB le **seuil de douleur**. Doubler le nombre de sources identiques n'ajoute qu'environ 3 dB ; s'éloigner de la source fait diminuer le niveau. Repères : chuchotement 30 dB , conversation 65 dB , rue à fort trafic 80 dB , concert amplifié 110 dB .

Remarque — danger. Au-delà de 85 dB , une exposition prolongée détériore l'audition de façon *irréversible* : réduire le volume, s'éloigner des enceintes, limiter la durée d'écoute, porter des protections auditives.

6 SAVOIR-FAIRE DU CHAPITRE

► SAVOIR-FAIRE

- Expliquer l'émission d'un son par un objet qui vibre et justifier qu'il ne se propage pas dans le vide.
- Exploiter $v = d/\Delta t$ dans les trois sens, y compris dans le cas d'un écho (le son parcourt $2d$).
- Lire une période sur un oscillogramme, en déduire la fréquence, situer le son parmi les infrasons, les sons audibles et les ultrasons.
- Comparer la hauteur et le timbre de deux sons à partir de leurs oscillogrammes.
- Exploiter une échelle de niveaux en décibels et repérer une situation dangereuse pour l'audition.

7 EXEMPLES TYPES

★ EXEMPLE — mesurer une distance avec le son

Orage : Léa voit l'éclair, puis entend le tonnerre $6,0 \text{ s}$ plus tard. La lumière met un temps négligeable pour lui parvenir, donc $d = v \Delta t = 340 \times 6,0 = 2\,040 \text{ m}$, soit environ $2,0 \text{ km}$.

Écho : face à une falaise, on crie et l'on perçoit l'écho $2,4 \text{ s}$ plus tard. Le son a fait l'aller-retour, donc $d = \frac{v \Delta t}{2} = \frac{340 \times 2,4}{2} = 408 \text{ m}$, soit environ $4,1 \times 10^2 \text{ m}$.

★ EXEMPLE — de la période à la fréquence

Un oscillogramme montre 4 périodes en $8,0 \text{ ms}$ (figure 1) : $T = \frac{8,0}{4} = 2,0 \text{ ms} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ s}$, donc $f = \frac{1}{2,0 \times 10^{-3}} = 5,0 \times 10^2 \text{ Hz}$ (500 Hz). Ce son est audible, et il est plus *aigu* que le la_3 d'un diapason (440 Hz) car $500 > 440$.

★ EXEMPLE — ajouter des haut-parleurs

Un haut-parleur seul produit 85 dB en un point. Avec deux haut-parleurs identiques au même endroit : $85 + 3 = 88 \text{ dB}$; avec quatre, on double de nouveau le nombre de sources : $88 + 3 = 91 \text{ dB}$. Le niveau n'est donc multiplié ni par 2, ni par 4.

✗ PIÈGES

- Oublier de diviser par 2 dans un calcul d'écho : la durée mesurée correspond à un aller-retour.
- Appliquer $f = 1/T$ avec T en millisecondes : il faut convertir en secondes d'abord ($2,0 \text{ ms} = 2,0 \times 10^{-3} \text{ s}$).
- Confondre hauteur et niveau sonore : un son aigu n'est pas un son fort; la hauteur dépend de la fréquence f , le niveau sonore de l'intensité sonore (sur un oscillogramme, de l'amplitude du signal).
- Additionner les décibels comme des longueurs : deux sources de 60 dB ne donnent pas 120 dB , mais environ 63 dB .