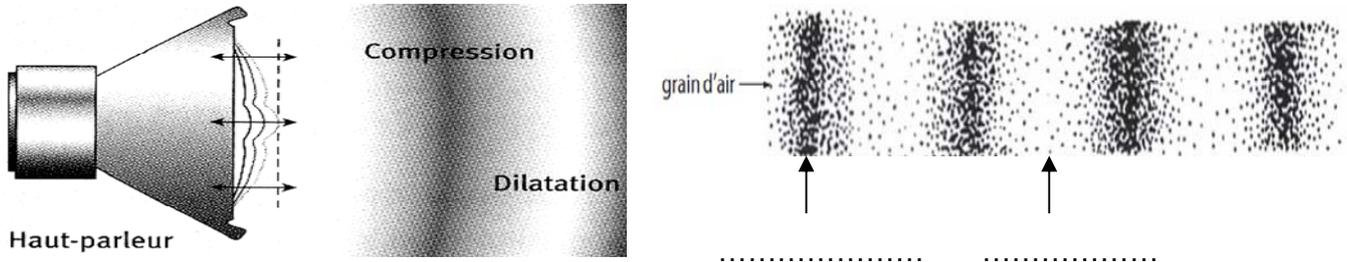


## RESUME DE COURS DU CHAPITRE 2

## Onde sonore

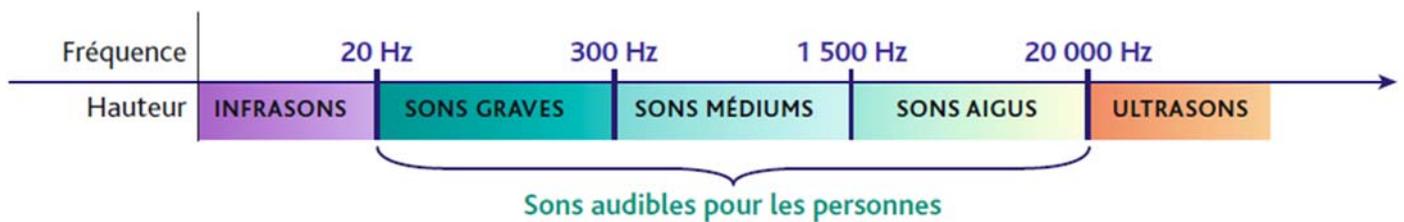
Un son est émis par un objet en vibration (membrane d'un haut-parleur, cordes vocales...). Les vibrations font osciller les molécules de l'air en contact avec l'objet et se communiquent aux molécules voisines qui oscillent à leur tour. La propagation d'un son nécessite donc un milieu matériel (gaz, liquide, solide). Le son ne se propage pas dans le vide.

La propagation du son dans un milieu se fait sous la forme d'une onde mécanique de pression. Dans le milieu, des zones de compression alternent périodiquement avec des zones de dépressions et progressent.



## Caractéristiques d'une onde sonore

## Hauteur d'un son



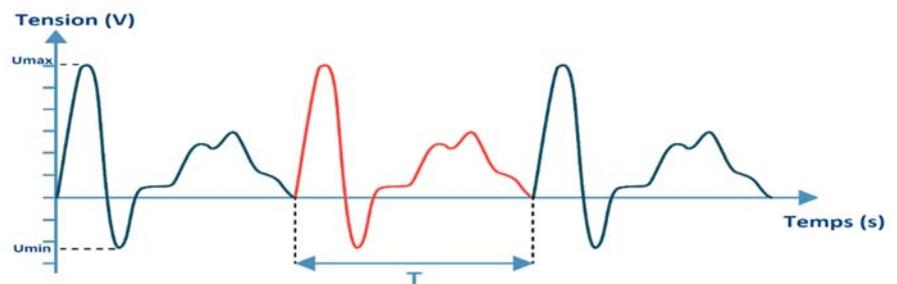
Plus la fréquence d'un son est élevée, plus le son est aigu.

Plus la fréquence d'un son est faible, plus le son est grave.

Une onde périodique est caractérisé par sa période  $T$  en seconde (s).

La période est lié à la fréquence  $f$  en hertz (Hz) par la relation :

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



## Intensité sonore

On appelle intensité sonore  $I$  (ou intensité acoustique), la puissance  $P$  reçue par le récepteur par unité de surface  $S$

$$I = \frac{P}{S}$$

watt par mètre carré ( $W \cdot m^{-2}$ ) ← ←  $I = \frac{P}{S}$  → watt (W)  
mètre carré ( $m^2$ ) ← ←

On note  $I_0$  l'intensité sonore de référence.  $I_0$  est la plus petit intensité sonore audible (seuil d'audibilité) pour un son de fréquence 1000 Hz

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$$

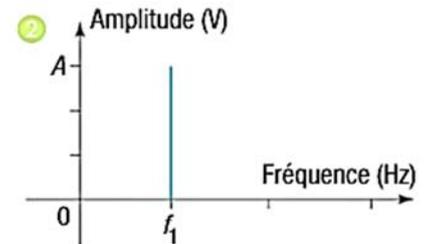
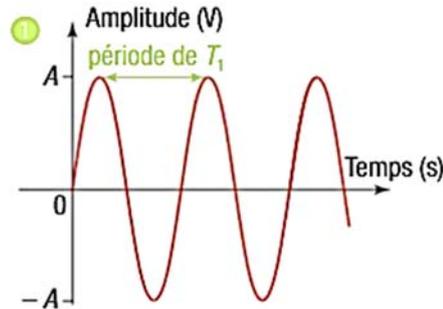
## Spectre sonore

Le **timbre** est la qualité du son qui permet de distinguer deux notes de même hauteur jouées par deux instruments différents.

A l'aide d'un analyseur d'harmoniques on peut réaliser un **spectre sonore** : diagramme donnant l'amplitude des différents harmoniques en fonction de la fréquence.

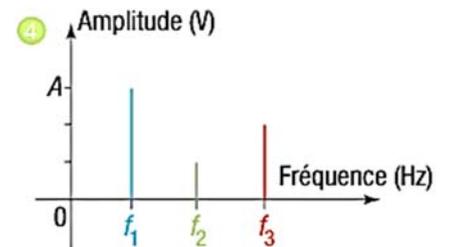
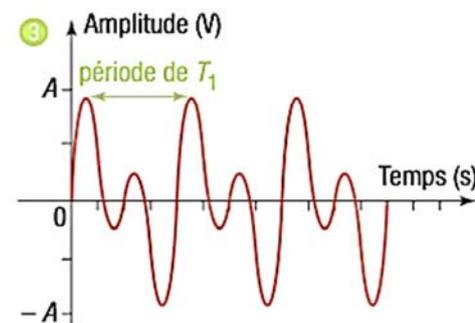
- Un **son pur** est un son dont le signal est sinusoïdal. Son spectre d'amplitude présente **un pic unique**, celui du fondamental.

Signal sinusoïdal (1) et spectre d'amplitude (2) d'un son pur ▶



- La plupart des sons sont des **sons complexes** dont le spectre d'amplitude présente **plusieurs pics** : le fondamental et les harmoniques, dont les fréquences sont un multiple entier de la fréquence du fondamental.

Signal (3) et spectre d'amplitude (4) d'un son complexe ▶

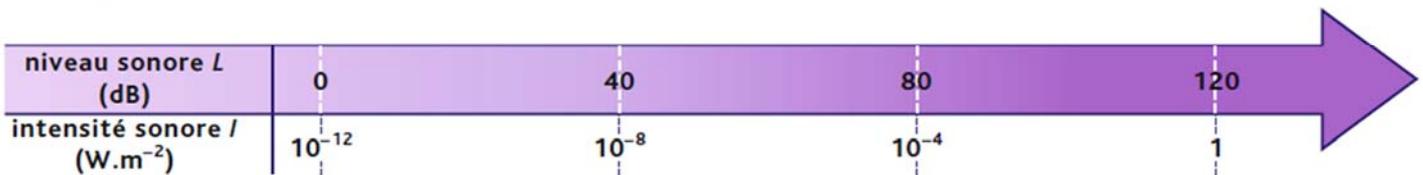


- Le timbre d'un son dépend de sa composition en harmonique.
- Un son pur ou simple ne contient un seul pic.

**Remarque** : le fondamental est celui qui a la plus basse fréquence et non la plus grande amplitude

## ► Niveau sonore $L$

Correspondance entre l'intensité sonore  $I$  et le niveau sonore  $L$ .



Le niveau sonore  $L$  est une grandeur sans unité qui peut être calculé par :

$$L = 10 \log \left( \frac{I}{I_0} \right)$$

Log signifie logarithme décimal, fonction accessible avec la touche  $\log$  d'une calculatrice.

Un niveau sonore s'exprime en décibels ( $dB$ )

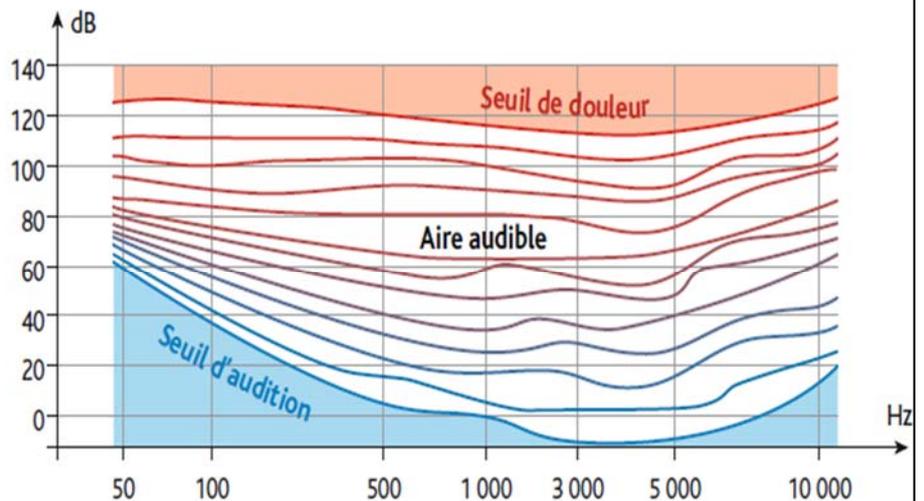
Si on doit additionner plusieurs sources sonores, le niveau sonore totale est défini par :

$$L_{tot} = 10 \log \left( \frac{I_1 + I_2 + I_3 + \dots}{I_0} \right)$$

## ► Perception d'un son

La perception d'un son par l'oreille humaine dépend de sa fréquence et de son niveau sonore.

Le diagramme de Fletcher et Munson présente des courbes d'égales sensations auditives (courbes isotoniques). Par exemple, un son de fréquence  $100 \text{ Hz}$  et de niveau sonore  $60 \text{ dB}$  provoque la même sensation auditive qu'un son de fréquence  $500 \text{ Hz}$  et de niveau sonore  $40 \text{ dB}$ . La sensibilité de l'oreille est maximale vers  $4000 \text{ Hz}$ .



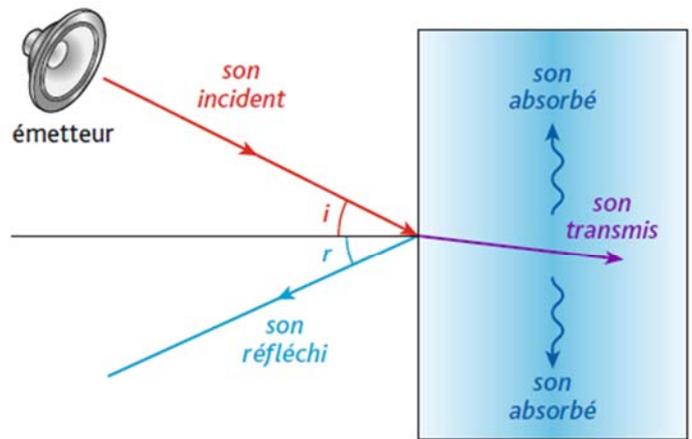
Le diagramme de Fletcher et Munson permet de déterminer si un son est audible.

## Transmission, réflexion, absorption d'une onde sonore

Lorsqu'un son incident arrive sur une paroi, une partie de l'énergie acoustique est transmise.

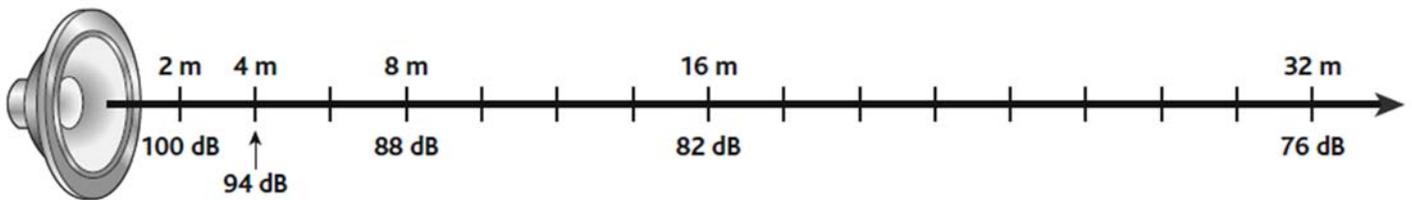
L'énergie non transmise est absorbée ou réfléchi.

Lors de la réflexion d'une onde sonore sur une paroi, l'angle d'incidence  $i$  est égal à l'angle de réflexion  $r$ .



Les sons sont réfléchis, absorbés et transmis par les matériaux qu'ils rencontrent.

## Amortissement de l'onde sonore



Le niveau sonore diminue lorsqu'on s'éloigne de la source sonore.

Chaque fois que la distance à la source est multiplié par 2, le niveau sonore  $L$  diminue de 6 dB.

## Comment améliorer le confort acoustique dans l'habitat ?

Dans l'habitat, les bruits gênants se propagent dans l'air (bruits aériens) ou dans les planchers, les cloisons, les tuyauteries (bruits solidens).

## Principe de l'isolation acoustique



Une cloison lourde isole mieux qu'une cloison plus légère

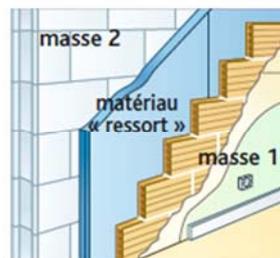


Schéma d'une paroi « masse-ressort-masse »



Fenêtre non étanche qui laisse passer les sons

- **La loi de masse :** À épaisseur égale, une cloison en béton isolera mieux qu'une cloison en carreau de plâtre, car à volume égal, le béton est plus lourd que le plâtre.

- **La loi masse-ressort-masse :** De l'air, ou un matériau absorbant, situé entre deux parois joue le rôle de ressort amortisseur.

- **La loi de l'étanchéité :** Une paroi doit être parfaitement étanche pour isoler du bruit : « Là où l'air passe, le bruit passe. »