

# NATURE VIBRATOIRE DU SON

## 1. LA PRODUCTION DU SON

### 1.1 Un son est produit par un mouvement vibratoire:

Faisons vibrer un diapason en frappant légèrement l'une de ses branches : nous percevons un son.

Si nous immobilisons les branches du diapason en les touchant du doigt, la sensation sonore cesse immédiatement, preuve que la vibration du diapason est la cause du son perçu.

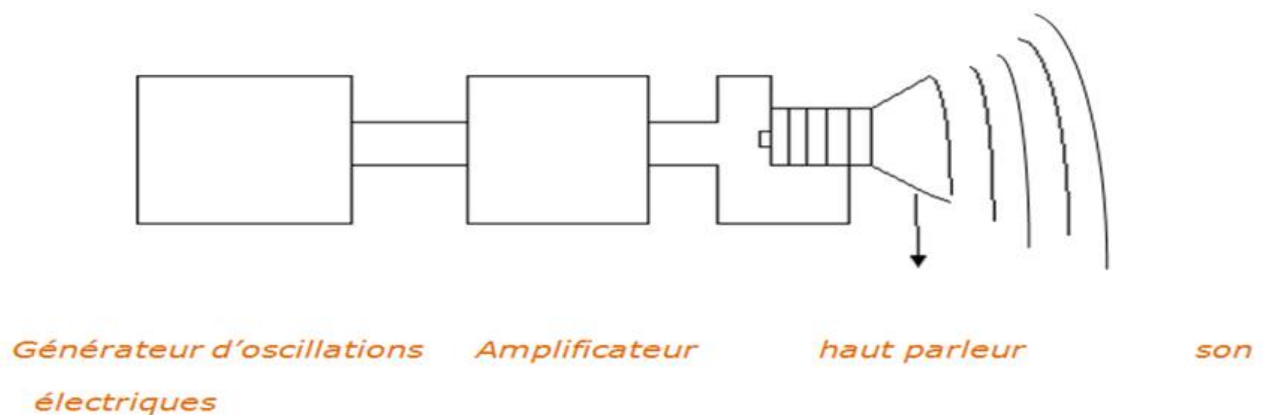
Le fait est en général : un son résulte de la mise en vibration d'un corps ou d'un ensemble de corps.

Le générateur de son, ou source sonore, est par exemple :

- Un solide, tel qu'une corde tendue, une plaque métallique, une cloche, une membrane de haut-parleur.
- Une masse d'air, soufflée sur le biseau d'un sifflet ou à travers les orifices d'une sirène, ou encore mise en vibration à l'intérieur d'un tuyau sonore.

### 1.2 Tout mouvement vibratoire n'engendre pas un son:

Des dispositifs électroniques permettent de produire et d'entretenir des oscillations électriques dont la fréquence a une valeur  $f$  imposée, que l'on peut faire varier très largement, par exemple, entre 10Hz et 30000Hz. En passant dans la bobine excitatrice d'un haut-parleur, ces oscillations engendrent une vibration de la membrane ayant ainsi la fréquence  $f$ .



L'oreille ne perçoit un son que si la fréquence  $f$  est comprise entre certaines limites. Il est généralement admis que l'oreille cesse d'être impressionnée si la fréquence s'abaisse à moins de 20Hz (infrason) ou s'élève au-dessus de 20000Hz (ultra-son).

## 2. LA PROPAGATION DU SON

- Le son émis par une source sonore ne parvient pas instantanément à l'oreille. L'observation qui à quelques mètres de nous, frappe de son marteau une pièce métallique nous permet en effet de constater que la vision du choc du marteau sur le métal précède toujours l'audition du son provoqué par

ce choc. C'est la preuve que le son se propage depuis sa source jusqu'à l'oreille et que la célérité de sa propagation est très inférieure à celle de la lumière ( $c= 3.108m.s^{-1}$ ).

Le son ne se propage pas dans le vide, mais se propage dans les milieux naturels tels que les solides (murs, vitres,...) et les liquides.

- L'onde sonore dans l'air, l'eau ou tout fluide est une onde longitudinale.
- L'expérience quotidienne montre ainsi que la sensation sonore s'affaiblit rapidement avec la distance de l'oreille à la source.

### 3. LA CÉLÉRITÉ DU SON

#### 3.1 La célérité du son dans les gaz:

La célérité du son dans les gaz est donnée par la formule de LAPLACE :

**FORMULE DE LAPLACE :**

$$v = \sqrt{\frac{\gamma P}{\rho}}$$

$\gamma$ : constante caractéristique du gaz dépend de l'atomicité du gaz

$\gamma = 1,67$  pour des gaz monoatomiques (Ne, Ar, Xe,...)

$\gamma = 1,4$  pour des gaz diatomiques (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, ....)

$\gamma = 1,33$  pour des gaz triatomiques (CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, ....)

P : pression atmosphérique

$$P = \frac{P_o T}{273}$$

P<sub>o</sub> : pression atmosphérique normale = 1,013.10<sup>5</sup> Pa

T : température absolue du gaz = 273+t(°C) (t°C : température en degré Celsius)

$\rho$  : masse volumique du gaz =  $\rho_o \cdot d$

$\rho_o$  : masse volumique de l'air = 1,293kgm<sup>-3</sup>

d : densités du gaz par rapport à l'air

**Exemple** : Célérité du son dans l'air à 0°C :  $\gamma=1,4$  ; T= 273°K ; d=1

$$v_o = \sqrt{\frac{1,4 \cdot 1,013 \cdot 10^5}{1,293}} = 331m/s$$

#### 3.2 Les facteurs de la célérité du son dans un gaz:

-La célérité du son est indépendante de la pression du gaz  $v = \sqrt{\frac{\gamma P_o T}{\rho_o d 273}}$

-La célérité du son dans un gaz est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue du gaz :

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma P_o T_1}{\rho_o d 273}} \quad \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{T_1}{T_2}} \rightarrow v_1 = v_2 \sqrt{\frac{T_1}{T_2}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma P_o T_2}{\rho_o d 273}}$$

-Pour des gaz de même atomicité, pris à la même température, les célérités du son sont inversement proportionnelles aux racines carrées de leurs densités par rapport à l'air :

$$v_1 = \sqrt{\frac{\gamma P_o T}{\rho_o d_1 273}} \quad \rightarrow \frac{v_1}{v_2} = \sqrt{\frac{d_2}{d_1}} \rightarrow v_1 = v_2 \sqrt{\frac{d_2}{d_1}}$$

$$v_2 = \sqrt{\frac{\gamma P_o T}{\rho_o d_2 273}}$$