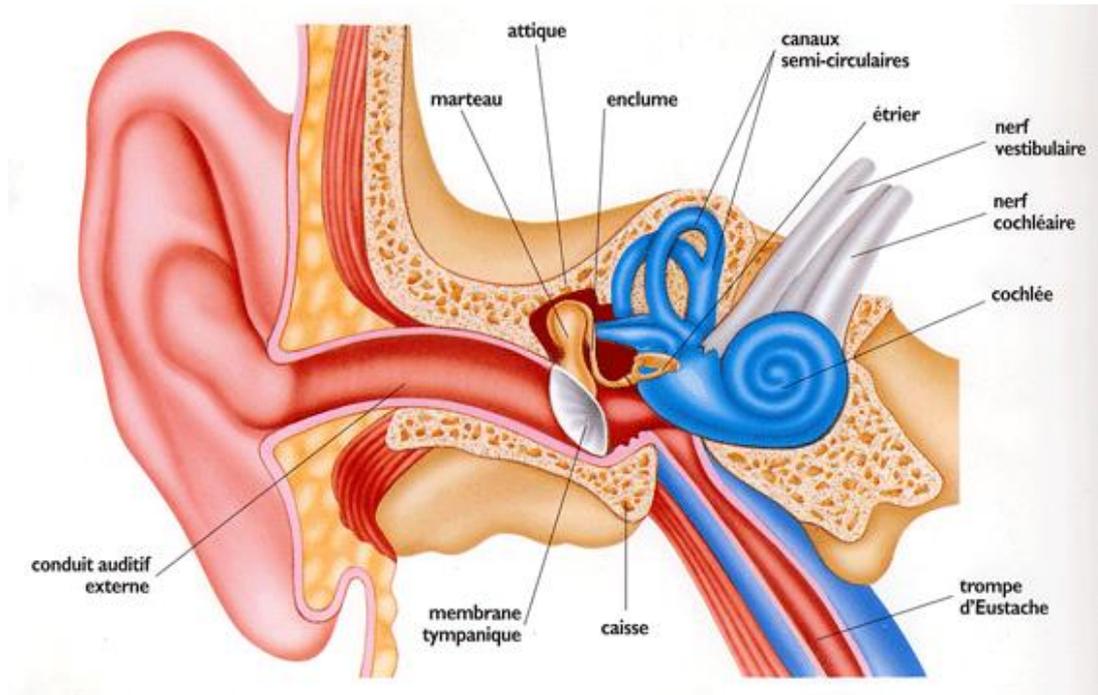


## I QU'EST-CE QUE LE SON ?

Le son est une vibration mécanique à laquelle est sensible l'oreille humaine, (tympan, osselets, cochlée, nerf auditif).

L'oreille perçoit des vibrations de fréquences comprises entre 20 et 20 000 Hz.

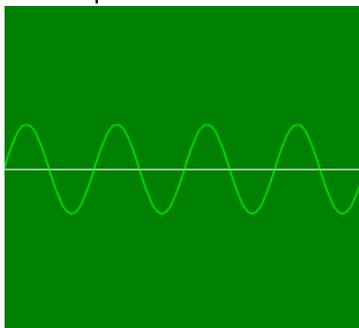
Au-delà des 20 000 Hz, on a affaire aux ultrasons.



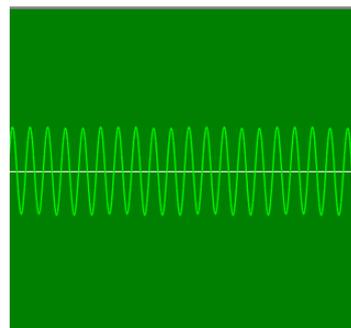
## II CARACTERISTIQUES DES ONDES SONORES.

- La hauteur d'un son (ou d'une note)

La fréquence d'une note aiguë est plus élevée que celle d'une note grave. La hauteur d'une note est donc liée à la fréquence de celle-ci.



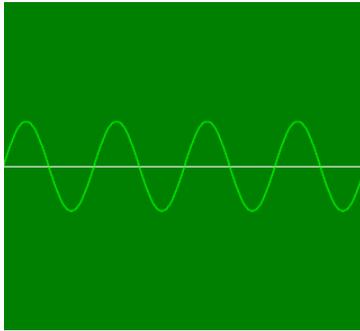
*Son grave 200 Hz*



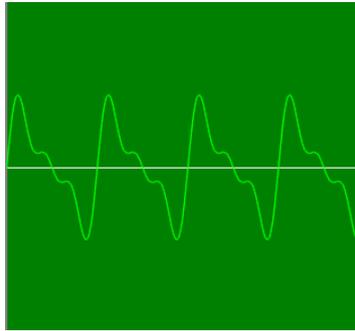
*Son plus aigu 800 Hz*

- **Le timbre d'un son**

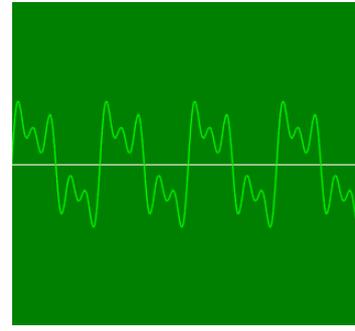
La même note de musique jouée par des instruments différents donnent des signaux différents à l'oscilloscope, on dit alors que ces instruments émettent des sons de timbres différents.



*Diapason*



*Flute*



*Piano*

Si le signal est sinusoïdal, le son est dit pur, sinon on parle de son complexe

- **Puissance, intensité et niveau sonores**

Une source sonore produit de l'énergie qui va être véhiculée, par l'onde sonore dans le milieu qu'elle va traverser.

La puissance sonore est égale à cette énergie produite par seconde.

La puissance sonore est mesurée en Watts (W)

Quand le son se propage dans l'air, la puissance est répartie sur les surfaces de plus en plus grandes, on parle alors d'intensité sonore, qui est égale à la puissance sonore divisée par la surface atteinte par le front de l'onde.

C'est à cette grandeur qu'est sensible notre tympan.

$$I = \frac{P (W)}{S (m^2)}$$

**Exemple : Une source (HP) de 1 W dans un espace ouvert**

La puissance sonore se répartie sur des calottes sphériques de plus en plus grandes

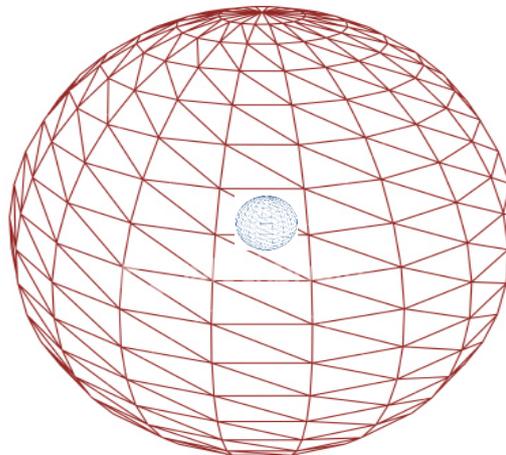
À 1 m de la source:

$$I_1 = \frac{1W}{4\pi 1^2} = 0,08 \text{ W.m}^{-2}$$

À 10 m de la source

$$I_{10} = \frac{1 W}{4\pi(10)^2} = 0,0008 \text{ W.m}^{-2}$$

$$I_{10} = \frac{I_1}{100}$$



- **Niveau sonore**

L'intensité minimale perceptible par l'oreille humaine à 1000 Hz est  $I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ , cette intensité est choisie comme référence pour définir le niveau sonore des différents sons.

Ce niveau est défini par :

$$L = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad L \text{ est en décibels, } I \text{ et } I_0 \text{ en } \text{W.m}^{-2}$$

Calculer les niveaux sonores  $L_1$  et  $L_{10}$  correspondant à la source précédente.

### III ANALYSE SPECTRALE D'UN SON

**Un son pur** correspond à une vibration sinusoïdale.

**Un son complexe** n'est pas sinusoïdal, on montre qu'un son complexe de fréquence  $f$ , peut se décomposer en une somme de vibrations sinusoïdales, dont les fréquences sont des multiples de la fréquence  $f$ .

Ces vibrations sont appelées les harmoniques du son considéré.

L'harmonique de rang 1 est appelée la « fondamentale »

Si le son est de fréquence  $f$ , alors :

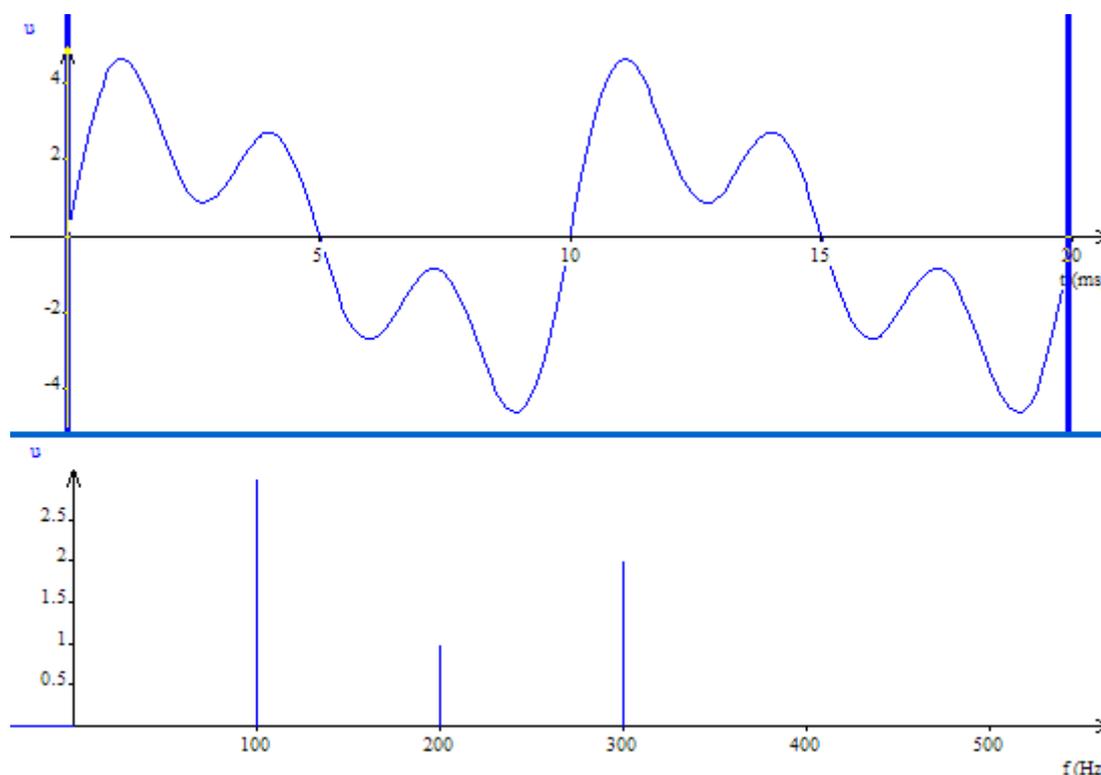
L'harmonique 1 est de fréquence  $1f$

L'harmonique 2 est de fréquence  $2f$

L'harmonique  $n$  est de fréquence  $n f$

[Cliquer sur ANIMATION](#)

Un son complexe comporte plus d'une harmonique, un son pur une seule qui est la fondamentale



Sur l'exemple ci-dessus. Son complexe de fréquence  $F = 100 \text{ Hz}$

il est composé de 3 harmoniques

$f_1 = 100 \text{ Hz}$  ( fondamentale )

$f_2 = 200 \text{ Hz}$  ( harmonique de rang 2 )

$f_3 = 300 \text{ Hz}$  ( harmonique de rang 3 )

