

SOURCES ET RÉCEPTEURS SONORES

1.Caractéristiques d'un son.

Un son correspond à une vibration de l'air que perçoit l'oreille.

1.1. Hauteur.

La hauteur d'un son est la qualité qui distingue les graves des aiguës ; elle est liée à la fréquence de la vibration sonore.

L'oreille perçoit les sons sur une gamme de fréquence comprise entre 20 Hz et 20 kHz.

Les notes de la gamme correspondent aux fréquences suivantes :

note	Do 3	Ré 3	Mi 3	Fa 3	Sol 3	La 3	Si 3	Do 4
Fréquence (Hz)	261,6	293,7	329,6	349,2	392	440	493,9	523,5

Les fréquences inférieures correspondent aux infrasons, les fréquences supérieures aux ultrasons ; certains animaux peuvent entendre les ultrasons (jusqu'à 40 kHz pour les chiens, et 100 kHz pour les chauve-souris).

Au delà des ultrasons s'étend le domaine des hyper sons (fréquences supérieures à 10^9 Hz)

1.2. Intensité.

Elle est proportionnelle au carré de l'amplitude de la vibration (c'est une puissance par unité de surface) ; on définit le niveau sonore relatif, exprimé en décibel par la relation (le L correspond à level, niveau en anglais) :

$$L - L_0 = 10 \log_{10} \frac{I}{I_0}$$

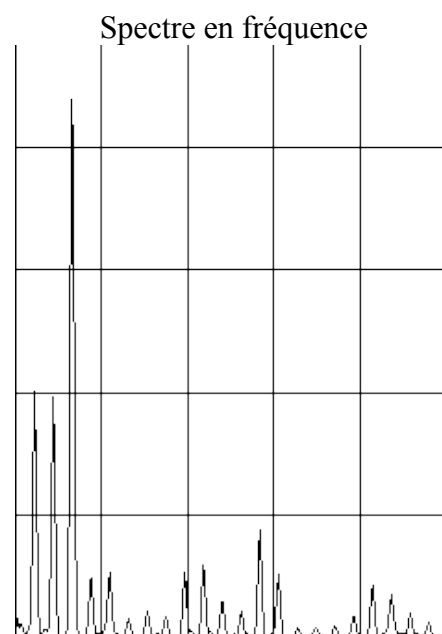
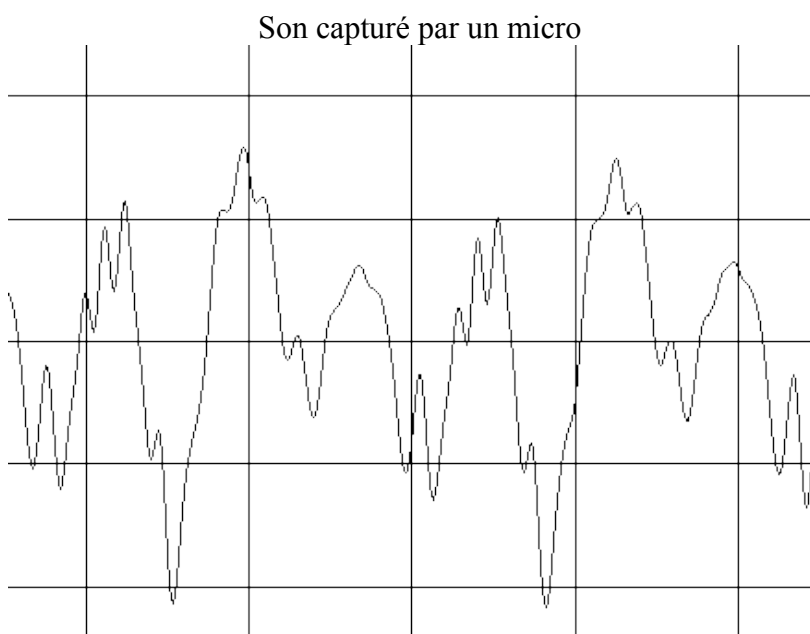
pour les sons audibles, on prend en général $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$ (seuil d'audition moyen de l'oreille humaine) ; par exemple, 20 dB pour la voie basse, 90 dB pour une motocyclette, 130 dB pour un avion.

1.3. Timbre.

Un son pur peut être décrit par une fonction sinusoïdale de fréquence donnée (par exemple celui émis par le diapason).

La même note jouée par deux instruments différents ne donne pas la même sensation auditive ; on montre que chaque son complexe est une somme de différents sons sinusoïdaux (les harmoniques) de fréquences multiples entières de la fréquence fondamentale.

Le spectre d'un son montre les différentes contributions des harmoniques ; il caractérise le timbre.



2.Sons et ultra-sons.

Les ultrasons utilisés en médecine ont des fréquences comprises entre 2 MHz et 10 MHz ; en échographie on utilise des fréquences de 2 MHz pour les organes profonds, 3 MHz pour le coeur, 6 MHz pour la thyroïde ; en vélocimétrie doppler on utilise des fréquences entre 3 MHz et 6 MHz.

3.Émetteurs et récepteurs

3.1. Sons audibles

Les émetteurs sont des systèmes mécaniques : instruments de musique, cordes vocales, haut-parleur...

Les récepteurs sont l'oreille, les micros : ils transforment les vibrations de l'air en influx nerveux ou en tension électrique.

3.2. Les émetteurs et récepteurs à ultrasons.

Certains cristaux, comme le quartz, possèdent des propriétés piézo-électriques : si on applique une tension aux bornes d'un quartz celui-ci se dilate.

La déformation est sensiblement proportionnelle à la tension appliquée ; $\delta d = \delta V$

L'application d'une tension alternative aux bornes du cristal crée une vibration du cristal qui produit des ondes sonores dans le milieu ambiant.

Pour une fréquence d'excitation correspondant à la fréquence propre du cristal, il peut se produire un phénomène de résonance ; celui-ci a lieu quand l'épaisseur de la lame est telle que :

$$N = \frac{c}{2d}$$

où c est la célérité de l'onde sonore dans le cristal (le cristal est alors le siège d'ondes stationnaires).
(typiquement, pour un cristal de quartz, il y a résonance à 1 MHz pour une épaisseur de 2,9 mm).



Le rendement ultra sonique du cristal est amélioré en enfermant ces deux faces entre deux plaques d'acier.

On utilise des cristaux synthétiques qui présentent l'avantage de posséder une impédance électrique relativement basse, et qui fonctionnent sous plus basse tension.

Inversement, si on déforme un cristal de quartz, il apparaît une tension à ces bornes ; un émetteur piézo-électrique peut également être utilisé en récepteur.