

Ondes sonores

Tout comme les vagues qui se déplacent à la surface de la mer, les ondes sonores se propagent dans l'atmosphère. Ce qui est à l'origine des ondes sonores c'est une surpression ou une dépression de l'air en un point donné appelé source sonore.

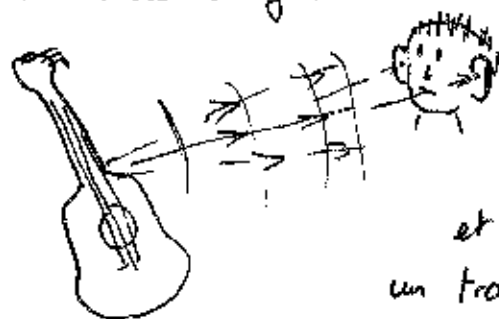
Ex : une explosion crée une surpression dans l'atmosphère, considérable (on parle d'ailleurs d'onde de choc). Cette surpression se déplace dans l'air pour parvenir jusqu'à notre oreille qui la perçoit.

Sons

Nature des sons

Les sons sont créés par des phénomènes vibratoires :

ex : la corde d'une guitare qu'on a pincée vibre et fait vibrer l'air qui l'entoure créant ainsi des surpressions et des dépressions dans l'air. Le rythme de ces surpressions (donc de l'onde sonore) qui en résultera est imposé par la fréquence de vibration de la corde de guitare.



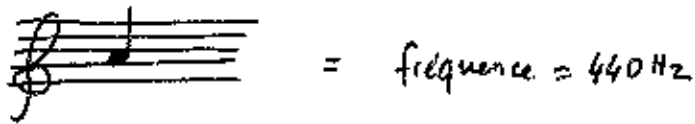
Propagation des sons

Ces vibrations de l'air se propagent et arrivent jusqu'à notre oreille et après un trajet assez compliqué dans l'oreille 'interne' excitent le nerf acoustique qui transmet l'information au cerveau.

La vitesse de propagation du son dans l'air est de l'ordre de 340 m/s et varie en fonction de la densité de l'air (donc de la température et de la pression atmosphérique). Dans le vide les ondes sonores ne se propagent plus (il n'y a plus d'air support de transmission des surpressions).

Fréquence

Les sons sont caractérisés par leur fréquence ; c'est la fréquence de vibration de l'air. En musique cela correspond à la hauteur caractérisée par la note.



Si la fréquence d'un son est f , la fréquence $2f$ est appelée harmonique 2, $3f$ harmonique 3, ...

En musique quand la fréquence double on parle d'augmentation de la hauteur d'une octave.

Ex si la fréquence du "la" est 440 Hz la fréquence du "la" de l'octave supérieure (gamme suivante) est 880 Hz.

Augmenter d'une octave revient à doubler la fréquence
augmenter de deux octaves c'est doubler deux fois donc quadrupler la fréquence.

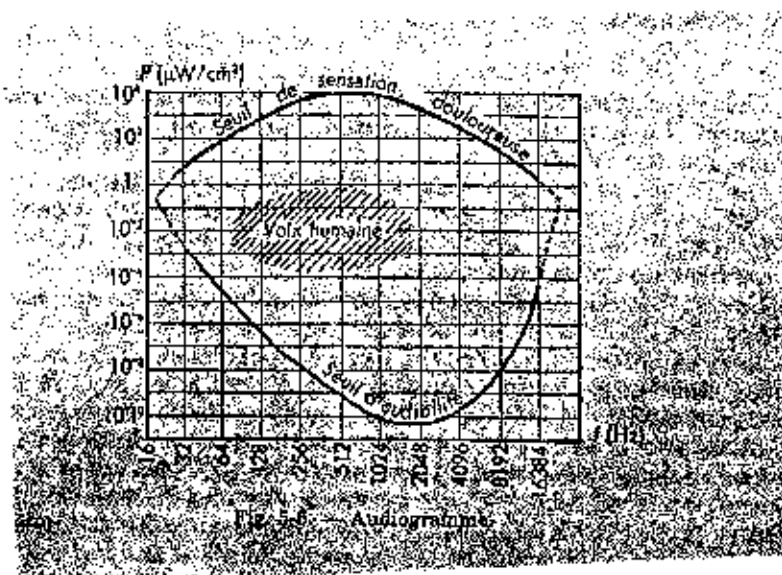
L'oreille humaine ne perçoit que les sons dont la fréquence est comprise entre environ 40 Hz et 15000 Hz.

si $f < 40 \text{ Hz}$ on parle d'infra-sons, si $f > 15000 \text{ Hz}$ d'ultra-sons.

Intensité

les sons sont aussi caractérisés par leur intensité (plus ou moins forts)
Cela correspond à l'amplitude des vibrations de l'air (amplitude des surpressions).

les sons très faibles ne sont pas perceptibles par l'oreille humaine,
les sons très forts créent une sensation de douleur et peuvent même détruire l'oreille (rupture du tympan)



On exprime souvent l'intensité sonore en Bels ou décibels (1 Bel = 10 décibels). C'est une unité relative :

On compare l'intensité sonore à mesurer à une intensité sonore de référence prise égale au seuil de sensibilité de l'oreille humaine.

L'intensité sonore en Bels est égale au logarithme du rapport des pressions acoustiques $\frac{P}{P_0}$

P pression acoustique de l'intensité sonore à mesurer
 P_0 " " de la limite de sensibilité de l'oreille.

$$\text{Intensité sonore en Bels} = \log \frac{P}{P_0}$$

$$\text{en décibels} = 10 \log \frac{P}{P_0}$$

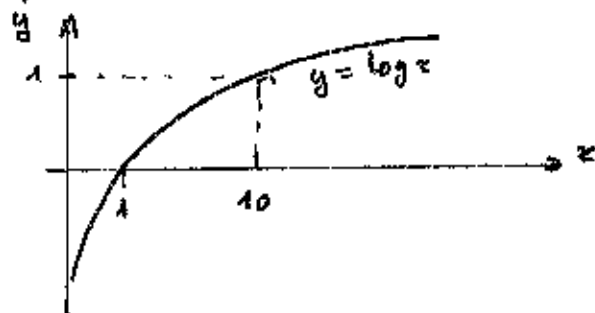
\log désigne la fonction logarithme décimal (touche "log" sur les calculatrices électroniques).

Les principales propriétés de cette fonction sont :

$$\log(1) = 0 \quad \log(ab) = \log a + \log b \quad \log \frac{1}{a} = -\log a$$

$$\log 10 = 1 \quad \log 100 = 2 \quad \log 1000 = 3 \quad \log 10^n = n$$

Un son de 20 dB correspond à une intensité sonore 100 fois supérieure au seuil de sensibilité de l'oreille.



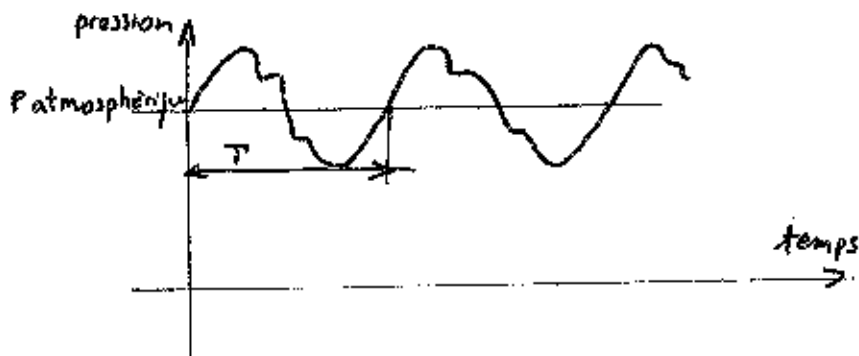
Timbre d'un son

Si vous écoutez au même niveau sonore deux notes de même hauteur (même fréquence), l'une produite par un violon, l'autre par un saxophone vous n'entendez pas la même chose. Cette différence s'appelle le timbre de l'instrument.



Physiquement la différence de timbre s'explique par la différence de "forme" des ondes sonores.

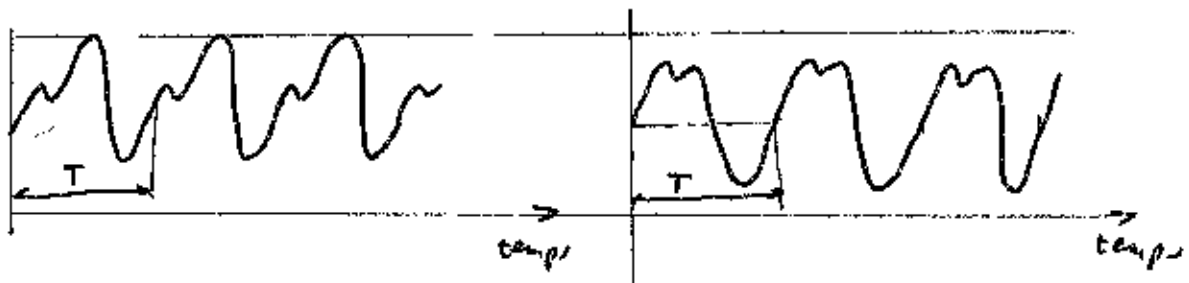
Si on représente par exemple la pression acoustique en fonction du temps d'un son de fréquence f (période T) on obtient la courbe suivante



On voit que la pression acoustique oscille autour de la pression atmosphérique

la pression acoustique est une fonction périodique (non sinusoïdale) du temps. (Elle reprend les mêmes valeurs toutes les périodes T)

Le timbre de l'instrument se caractérise par la forme de la courbe périodique



même période, même amplitude mais formes différentes donc timbres différents.

Microphone

Un microphone (micro) est un appareil destiné à transformer des sons (vibrations de l'air) en des tensions électriques périodiques de même fréquence et de même forme

micro électro-dynamique

Ceux-ci sont constitués d'une bobine reliée à une membrane qui peut vibrer au rythme des sons. Cette bobine est placée dans le champ magnétique d'un aimant.



Fig. 5-34
Principe d'un microphone électrodynamique.

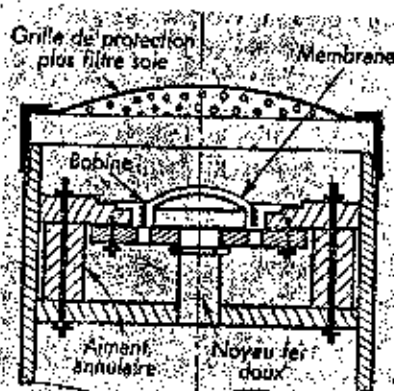


Fig. 5-35

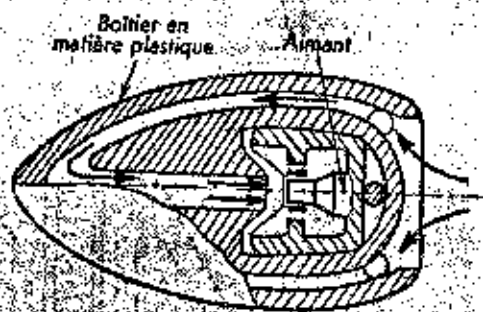


Fig. 5-36

Modèles de microphones électrodynamiques.

les vibrations de l'air, font vibrer la membrane qui fait déplacer la bobine dans un champ magnétique au rythme des sons. Le flux magnétique qui traverse la bobine varie et il apparaît donc une ddp variable aux bornes de la bobine.

Le micro est d'autant plus fidèle que la forme de la ddp induite est semblable à la forme des vibrations sonores.

micro piezzo-électrique

On l'appelle aussi micro à cristal car il réalise avec un cristal de quartz lequel a la propriété de faire apparaître une ddp à ses extrémités lorsqu'il est soumis à une pression.

C'est l'effet piézzo-électrique d'ailleurs utilisé pour créer l'étincelle de certains briquets à gaz ou chauffe-eau à gaz.

L'effet piezzo-électrique est réversible : une tension aux bornes du quartz provoque sa "déformation". C'est le principe des écontours à cristal.

micro à charbon

De la grenaille de charbon (genre charbon de piles) est enfermée dans un boîtier et insérée dans un circuit électrique. Le boîtier percé de petits trous laisse passer les ondes sonores qui font varier la résistance de la grenaille de charbon, donc le courant électrique.



grenaille de charbon

Ils servent à transformer une tension périodique en un son. Ils sont construits sur le même principe que les micro dynamiques mais cette fois c'est le courant variable dans la bobine placée dans le champ magnétique de l'aimant qui provoque le déplacement de la bobine donc la vibration de la membrane, qui produit alors un son.

