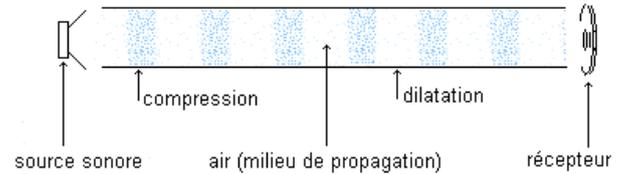


Chapitre 3 : Quelles sont les caractéristiques des ondes sonores ?

I. Quelques généralités sur le son.

1. Définition.

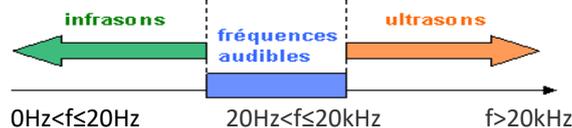
La perturbation dans le cas des ondes sonores, est une suite de compressions et de dilatations de l'air qui se propage de la source (un haut parleur par exemple) vers le récepteur (l'oreille par exemple).



Une onde sonore nécessite un milieu matériel pour se propager: l'air, un métal, l'eau etc...

2. _Domaine de fréquences audibles

A chaque onde sonore correspondent une fréquence f et une période de vibration T du milieu matériel.



L'oreille humaine est sensible aux sons dont la fréquence est comprise entre 20 Hz et 20 000 Hz. En dehors de cet intervalle de fréquence, le son est inaudible.

3. Sensibilité de l'oreille

Pour que l'oreille perçoive un son dans le domaine audible, l'intensité sonore I doit être telle que :

$$10^{-12} \text{ W / m}^2 < I < (1 \text{ à } 100) \text{ W / m}^2$$

La borne supérieure de l'intensité sonore correspond à une destruction de l'oreille.

II. Décibels et nuisance.

- Connaître et exploiter la relation liant le niveau d'intensité sonore à l'intensité sonore.

Le niveau sonore L est lié à l'intensité sonore I par une échelle logarithmique :

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

[L] = décibel acoustique dB_A

où $I_0 = 10^{-12} \text{ W / m}^2$ (l'intensité de référence) est considéré comme la limite de sensibilité de l'oreille.

Cette notion physiologique quantifie la sensation sonore : lorsque l'intensité sonore est multipliée par 2, le niveau sonore est augmenté de 3 dB_A .

La valeur de 90 dB_A est considérée comme le seuil de danger. Une exposition prolongée à des niveaux sonores supérieurs entraîne des dégradations irréversibles de l'audition.

III. Analyse spectrale d'un son.

- Réaliser l'analyse spectrale d'un son musical et l'exploiter pour en caractériser la hauteur et le timbre.

1. Hauteur d'un son.

La hauteur d'un son correspond à sa fréquence.

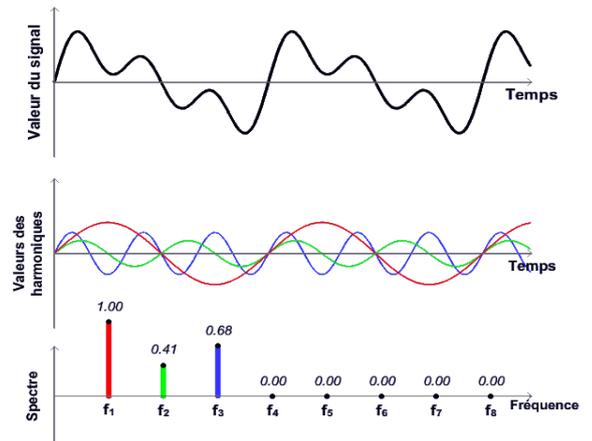
La fréquence correspond au nombre de phénomène périodique observé par seconde.

On calcule la fréquence à l'aide de la formule : $f = 1 / T$

2. Analyse de Fourier d'un son.

Le mathématicien Joseph Fourier a montré que toute fonction périodique de fréquence f peut-être décomposée en une somme de fonctions sinusoïdales de fréquences $f, 2f, 3f, \dots$
Cette analyse permet de tracer le graphique de l'amplitude de chaque sinusoïde en fonction de la fréquence. On obtient le spectre du son.

Exemple d'un son complexe formé de 3 sinusoïdes. →

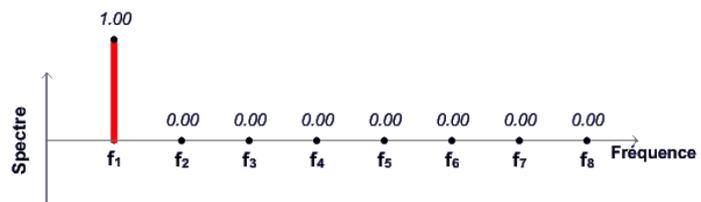


3. Hauteur et timbre d'un son.

Hauteur d'un son et fréquence fondamentale

Le spectre d'un son pur est formé d'une sinusoïde. La fréquence relevée est appelée le fondamental.

La **hauteur** d'un son musical est caractérisée par sa **fréquence fondamentale**.



Elle est la qualité qui distingue un son **aigu** (fréquence élevée) d'un son **grave** (fréquence faible).

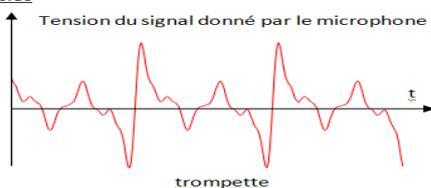
Le mode fondamental f_1 correspond à la première harmonique ($n=1$) que l'on retrouve sur un spectre. La deuxième harmonique f_2 est tel que $f_2=2*f_1$. L'harmonique f_3 tel que $f_3 = 3 * f_1$.

Timbre

Deux sons de même hauteur émis par deux instruments différents sont perçus différemment par l'oreille. Ils se différencient par leur timbre.

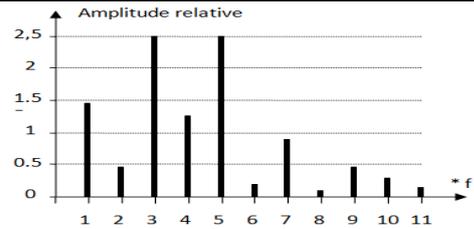
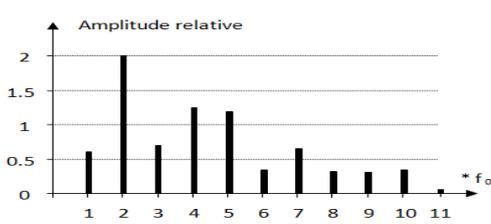
Le timbre est défini par l'intensité relative de chaque fréquence (fondamental et harmonique) du spectre.

Exemples



Tension du signal donné par le microphone





La fréquence et l'amplitude de chaque harmonique contribue au timbre d'un son musical.

Une fréquence jouée correspond à une note musicale.

Une **octave** regroupe **l'ensemble des notes** (DO/Re/Mi/FA)

On passe d'une octave à une autre en **multipliant** la fréquence de l'octave précédente **par 2**.

La₃ : 440 Hz ---> **La**₄ : 2 x 440 = 880 Hz ---> **La**₅ : 2 x 880 = 1760 Hz