

## Acoustique musicale

### I/ Reconnaître un son

#### 1) **Fréquences audibles**

##### Expérience

On branche un GBF aux bornes d'un haut-parleur. Pour une tension donnée, on fait varier la fréquence et on recherche les valeurs  $f_{\min}$  et  $f_{\max}$  pour lesquelles le son produit par le haut-parleur n'est plus audible.

$$f_{\min} = \dots\dots\dots f_{\max} = \dots\dots\dots$$



##### Conclusion

L'oreille humaine perçoit un son pour des fréquences comprises entre 20 Hz et 20 kHz environ. En effet cela dépend de l'âge et des individus.

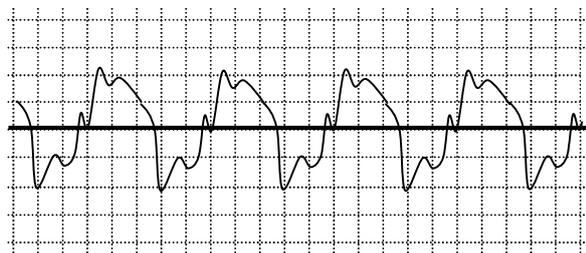
#### 2) **Hauteur et timbre**

La hauteur d'un son est la qualité qui distingue un son aigu d'un son grave. La note  $la_3$  a la même hauteur, qu'elle soit jouée par une flûte ou un piano. Le timbre permet de reconnaître l'instrument qui joue la note.

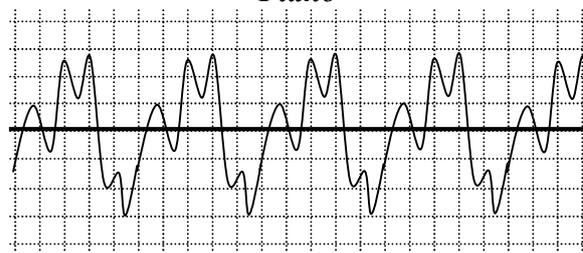
##### Expérience

On joue une note avec une guitare et la même note avec un piano. A l'aide d'un dispositif d'acquisition, on observe l'oscillogramme de ces deux notes sur l'écran d'un ordinateur.

*Guitare*



*Piano*



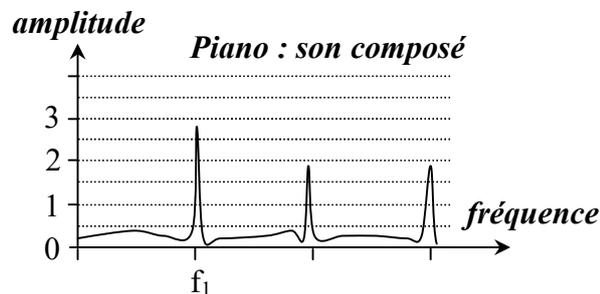
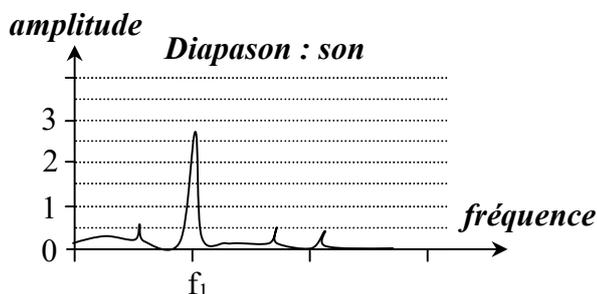
##### Observation :

1 carreau  $\Leftrightarrow$  1,0 ms

On se rend compte à l'oreille que le son produit par chacun de ces instruments est différent, mais on reconnaît facilement qu'il s'agit de la même note (même hauteur).

##### Conclusion :

- La hauteur d'un son est donnée par la fréquence du fondamental.
- Deux sons de même hauteur émis par deux instruments différents sont perçus différemment par l'oreille car ils n'ont pas le même timbre.
- Le timbre d'un son dépend de sa composition en harmoniques.
- Le signal périodique obtenu pour une note jouée par un instrument de musique peut être décomposé en une somme de sinusoïdes d'amplitudes différentes mais de fréquences  $f_1, 2f_1, 3f_1, \dots$  (analyse de Fourier)
- Le spectre sonore permet de connaître la composition en harmonique d'un son (exemples ci-dessous)
- 



## II/ Intensité d'un son

### 1) Définition

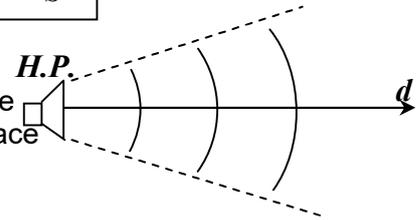
L'intensité sonore  $I$  ( $\text{W}\cdot\text{m}^{-2}$ ) est la puissance (Watt) de la vibration sonore reçue par unité de surface ( $\text{m}^2$ ) :

$$I = \frac{P}{S}$$

### 2) Propriété

Plus on s'éloigne de la source sonore plus l'intensité diminue. Car l'énergie produite par la source se répartit sur une surface plus grande. Pour l'oreille humaine :

- Le seuil d'audibilité est :  $I_0 = 10^{-12} \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$
- Le seuil de douleur est :  $I = 1 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2}$



### 3) Niveau sonore

Le niveau sonore noté  $L$  et exprimé en **décibels acoustiques** (dBA) est défini par  $I_0$  est l'intensité du seuil d'audibilité de l'oreille humaine pour un son de fréquence 1000 Hz

$$L = 10 \times \log \frac{I}{I_0}$$

La mesure du niveau sonore s'effectue avec un **sonomètre**.

#### Questions :

- Calculer le niveau sonore pour une intensité acoustique  $I$  égale à  $I_0$
- Même question pour une intensité acoustique égale au seuil de douleur.
- Montrer que si  $I_2 = 2 I_1$  alors  $L_2 \approx 3 + L_1$ .

#### Conclusion :

Le niveau sonore  $L$  exprime la sensation perçue par l'oreille.

La réponse de l'oreille n'est pas une fonction linéaire de l'intensité sonore  $I$ .

A NOTER : Le seuil de douleur est à 120 dBA, mais un son devient dangereux pour une intensité de 90 dBA



## III/ Gamme tempérée

Un **intervalle** est le rapport entre la fréquence de deux notes. La gamme dite **tempérée**, élaborée au XVIIe siècle découpe un intervalle dont les fréquences sont dans un rapport de 2/1 (**octave**) en **12 degrés chromatiques**. L'intervalle entre deux degrés chromatiques est appelé **demi-ton**.

