

# Son - Musique

## Le son, un phénomène vibratoire

### I Son pur, son composé

#### 1 Le son

Le son musical est un phénomène périodique. il s'agit de la propagation dans un milieu matériel (solide, liquide, gaz) d'une succession de compressions et détente.

#### 2 Son pur, son composé

L'enregistrement d'un son pur est un signal périodiques

##### Définition

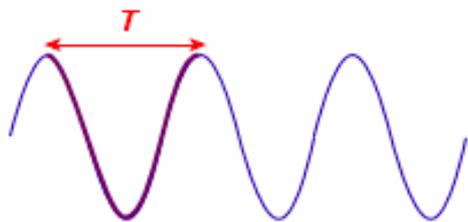
Dans le cas d'un son pur, le motif élémentaire est de forme sinusoïdale.

Dans le cas d'un son composé, le motif élémentaire est différent. Il dépend de l'instrument utilisé.

#### 3 L'analyse spectrale

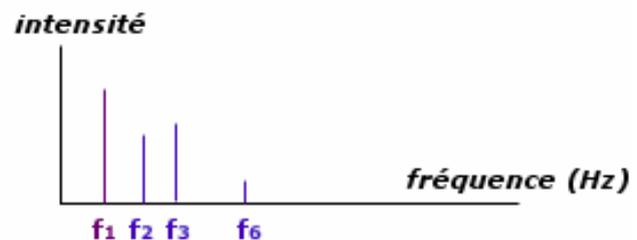
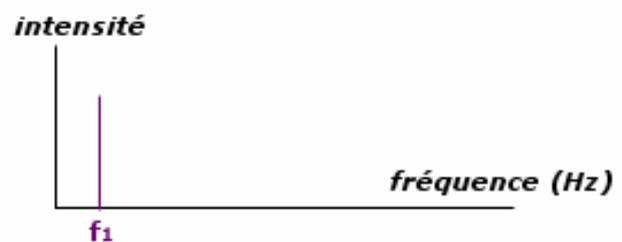
L'analyse spectrale consiste à décomposer un signal périodique en une somme de signaux sinusoïdaux.

##### OSCILLOGRAMMES



amplitude  
↑  
→ temps

##### SPECTROGRAMMES



Un signal périodique de fréquence  $f$  est donc une superposition de signaux sinusoïdaux :

- un signal sinusoïdal à la fréquence  $f$  nommée **fondamental** ou première harmonique,
- un signal sinusoïdal à la fréquence  $2f$ , la «deuxième harmonique»,
- un signal sinusoïdal à la fréquence  $3f$ , la «troisième harmonique», etc.

La représentation de l'amplitude des harmoniques en fonction de la fréquence constitue le **spectre** du signal.

Les **harmoniques** sont des signaux sinusoïdaux de fréquences  $f_n = n \times f$ . Le nombre  $n$  est un entier positif appelé rang de l'harmonique.

Le spectre d'un son pur ne comporte qu'un seul pic.

#### 4 Niveau d'intensité sonore

Pour caractériser une onde sonore, on peut définir deux grandeurs :

- L'intensité sonore ( $I$ ) : c'est la puissance sonore reçue par unité de surface. Son unité est donc le  $\text{W.m}^{-2}$ .
- Le niveau d'intensité sonore ( $L$ ) : l'oreille humaine ne perçoit pas l'intensité sonore de façon linéaire, mais logarithmique. Le niveau sonore est calculé à partir de l'intensité minimale  $I_0$  que l'oreille humaine peut percevoir :

The diagram shows a yellow rounded rectangle containing the formula  $L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ . Three arrows point from labels to parts of the formula: 'Niveau d'intensité sonore (dB)' points to the left side of the equation, 'Intensité sonore ( $\text{W.m}^{-2}$ )' points to the variable  $I$ , and ' $I_0 = 10^{-12}$  ( $\text{W.m}^{-2}$ )' points to the variable  $I_0$ .

## II Les notes produites par les instruments

### 1 La vibration d'une corde

Lorsque l'on pince une corde d'une guitare ou que l'on frappe la corde d'un piano, elle se met à vibrer. Cette vibration engendre un son composé.

#### Propriété

La fréquence du son composé produit par une corde dépend de plusieurs paramètres :

- la longueur  $L$  de la corde : plus elle est importante, plus le son est grave
- la tension  $T$  de la corde : plus elle est intense, plus le son est aigu
- la masse linéique  $\mu$  : plus elle est grande, plus le son est grave

The diagram shows a yellow rounded rectangle containing the formula  $f = \frac{1}{2L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ . Three arrows point from labels to parts of the formula: 'Fréquence (Hz)' points to the variable  $f$ , 'Tension de la corde (N)' points to the variable  $T$ , and 'Masse linéique  $\text{kg.m}^{-1}$ ' points to the variable  $\mu$ .

La vibration de la corde peut se décomposer en une somme de vibrations plus simples appelés modes de vibration. Les fréquences de ces modes correspondent aux harmoniques du signal sonore. Le premier mode de vibration est la fréquence fondamentale.

## 2 Cas des instruments à vent

Un phénomène analogue est observé dans les instrument à vent.

### Propriété

Pour un instrument à vent, le son est produit par la vibration de l'air dans un tuyau.

La longueur de la colonne d'air qui vibre dans un instrument à vent est inversement proportionnelle à la fréquence fondamentale du son émis.

The diagram features a central yellow rounded rectangle containing the formula  $f = \frac{c}{2L}$  in red. Three arrows point from external text labels to the variables in the formula: one from 'Fréquence (Hz)' to 'f', one from 'Célérité du son dans l'air (m.s<sup>-1</sup>)' to 'c', and one from 'Longueur du tube (m)' to 'L'.

$$f = \frac{c}{2L}$$

Fréquence (Hz)

Célérité du son dans l'air (m.s<sup>-1</sup>)

Longueur du tube (m)