

# Techniques du son

www.techniquesduson.com

Didier Pietquin

## Timbre et fréquence : fondamentale et harmoniques

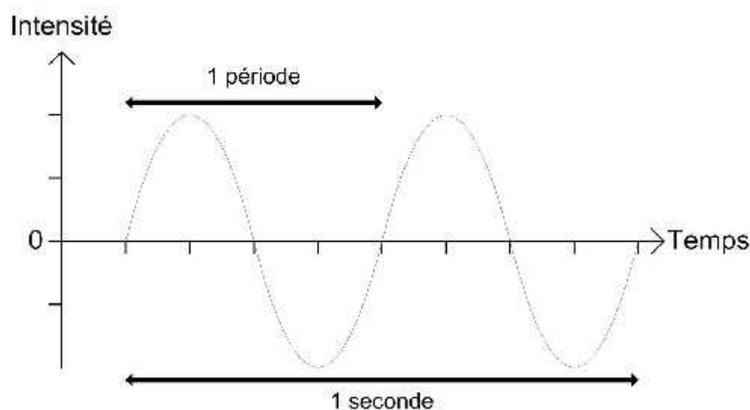
Que sont les notions de fréquence fondamentale et d'harmoniques ? C'est ce que nous allons voir dans cet article.

### 1. Fréquence

Avant d'entamer les notions de fréquence fondamentale et d'harmoniques, il est important de bien comprendre la notion de fréquence.

La fréquence est le nombre d'oscillations périodiques par seconde. Elle s'exprime en Hertz (Hz). On parlera également de hauteur d'un son.

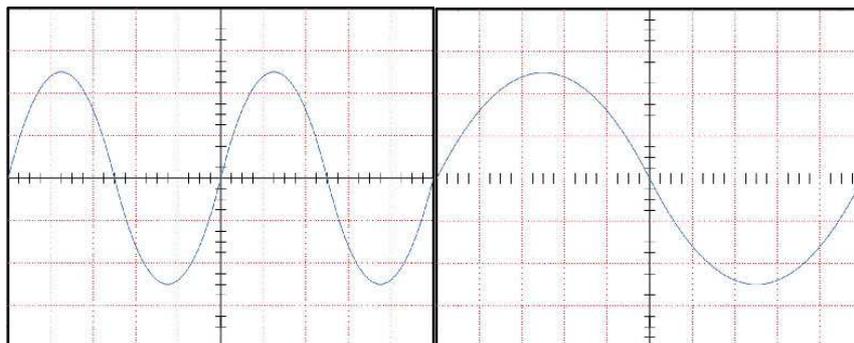
Une fréquence de 100 Hz correspondra donc à 100 oscillations par seconde.



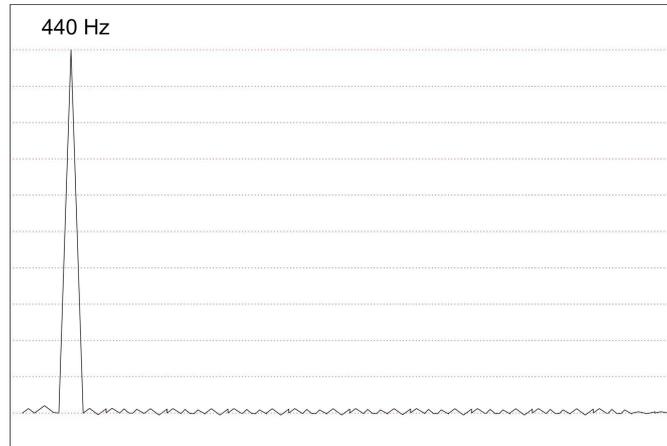
### Son pur :

*Un son est dit pur lorsque l'onde est parfaitement sinusoïdale. Il s'agit du son le plus simple qui puisse exister.*

*Dans la nature, un tel son n'existe pas. Seul un appareil électronique peut générer ce type de son.*

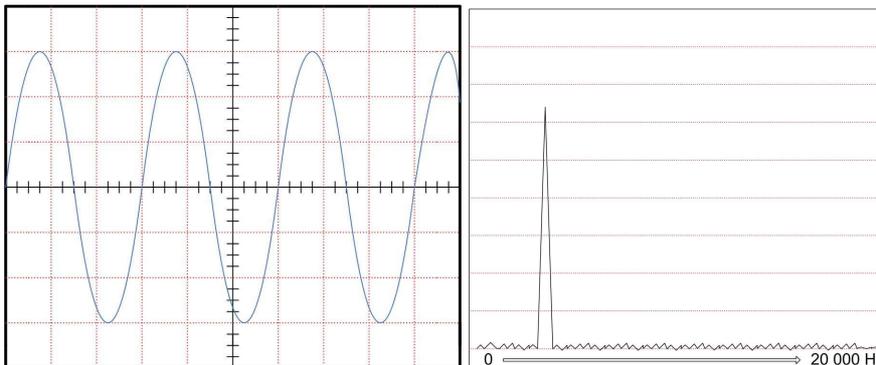
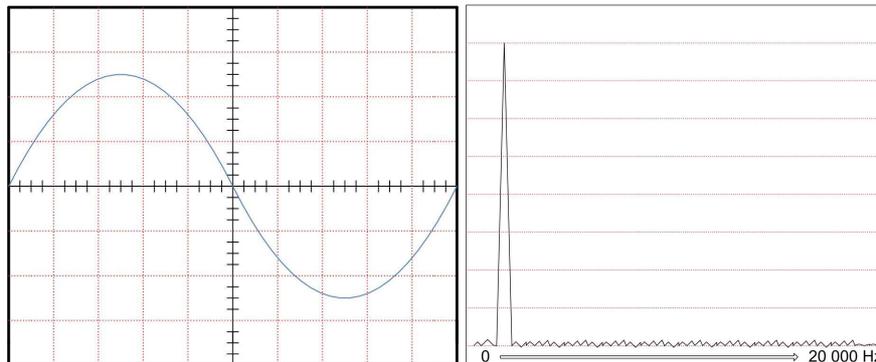


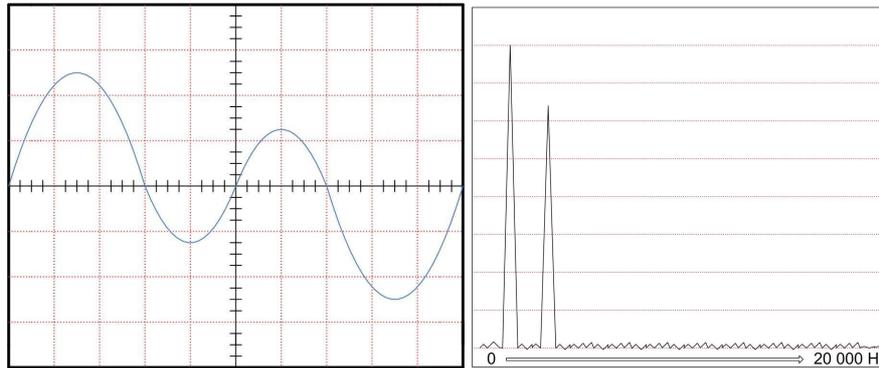
Visualisation de deux sons purs sur l'écran d'un oscilloscope.  
 L'axe des abscisses (horizontal) représente le temps.  
 L'axe des ordonnées (vertical) représente l'amplitude du signal.



Visualisation d'une fréquence de 440 Hz sur un analyseur de spectre.  
 L'axe des abscisses représente les fréquences.  
 L'axe des ordonnées représente l'amplitude de chaque fréquence.

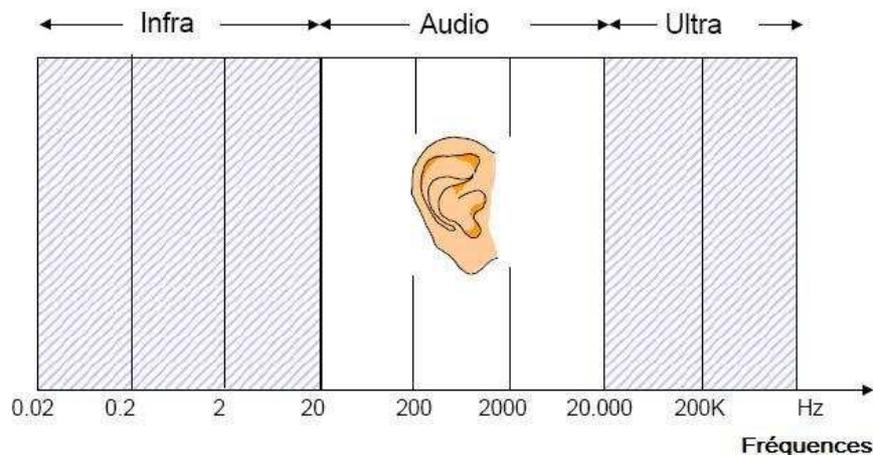
Correspondances entre l'écran d'un oscilloscope et un analyseur de spectre :





Plus un son sera aigu et plus sa fréquence sera haute. A l'inverse, plus un son sera grave, plus sa fréquence sera basse.

Les fréquences audibles par l'être humain s'étendent de 20 à 20 000 (20 K) Hz. Ces chiffres peuvent varier suivant l'âge et les personnes. En dessous de 20 Hz, il s'agit d'**infrasons** et d'**ultrasons** au dessus de 20 KHz. Ceux-ci ne donnent pas lieu à une sensation sonore.



## 2. Hauteur d'un son

Le timbre d'un instrument, d'une voix,... correspond à son identité musicale. Si la même note est jouée sur deux instruments différents, il nous est facile de différencier le type d'instrument et de l'identifier.

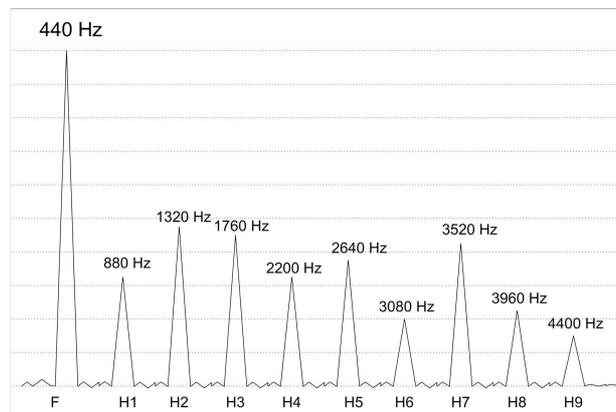
Lorsqu'un musicien lit une partition, il exécute la ou les notes de musique sur son instrument. On parlera de note «fondamentale ».

## 3. Transformée de Fourier

Lorsqu'on utilise un analyseur de spectre et qu'on analyse une note produite par un instrument, on se rend compte que le son résultant n'est pas composé d'un son pur mais d'une multitude de fréquences.

C'est le physicien Joseph Fourier qui a découvert qu'un **son complexe** et donc non sinusoïdal (tel qu'une note jouée par un instrument) pouvait être décomposé

en une succession de sons purs, appelées harmoniques. Voici le graphique d'une analyse spectrale d'un LA3 (440 Hz) joué sur un instrument.



*Exemple d'une note (LA3) jouée par un instrument*

L'analyse graphique nous révèle effectivement la présence de la note jouée (440 Hz), appelée note **fondamentale**.

On trouve également la présence de fréquences **harmoniques**, multiples de la fréquence fondamentale.

En effet, l'harmonique 1 correspond à 2x la fréquence fondamentale soit 880 Hz.

L'harmonique 2 correspond à 3x la fréquence fondamentale soit 1320 Hz.

Et ainsi de suite...

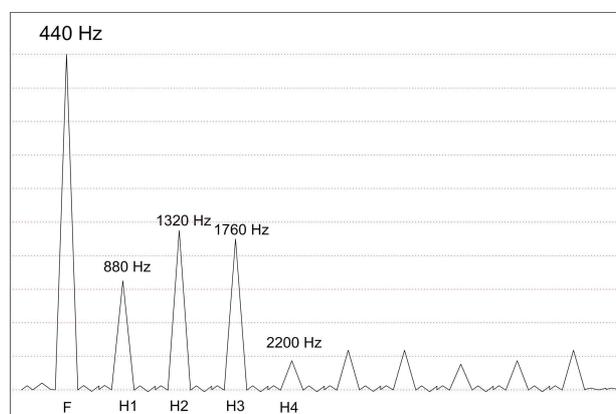
La production de ces fréquences harmoniques est bien sûr simultanée à la fréquence fondamentale.

L'ensemble de ces fréquences formera le son global produit par l'instrument.

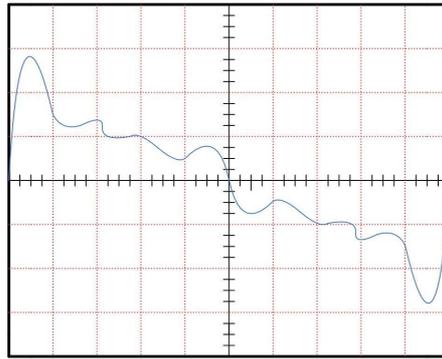
Le timbre d'un instrument ou d'une voix est donc défini par le nombre de fréquences harmoniques ainsi que par leurs intensités respectives.

C'est ce qui fait qu'une même note jouée par deux instruments différents ne produira pas le même son.

Le graphique suivant illustre le son produit par un autre instrument. Il s'agit d'un son complexe.



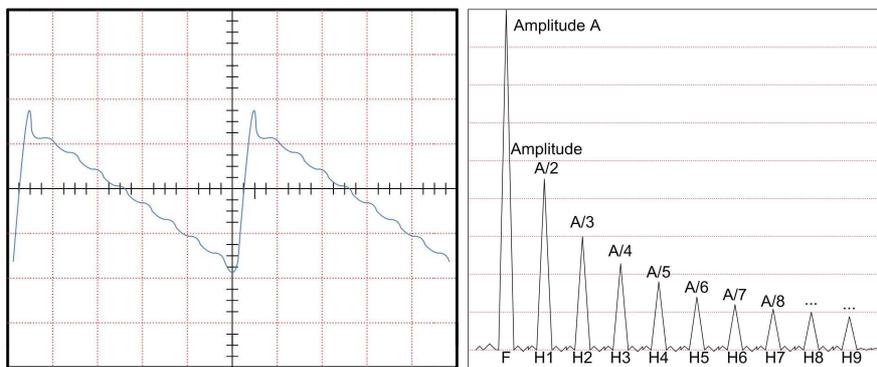
Voici maintenant le même son mais visualisé sur un oscilloscope. Le fait qu'il s'agit d'un son complexe est bien visible.



#### 4. Signaux particuliers

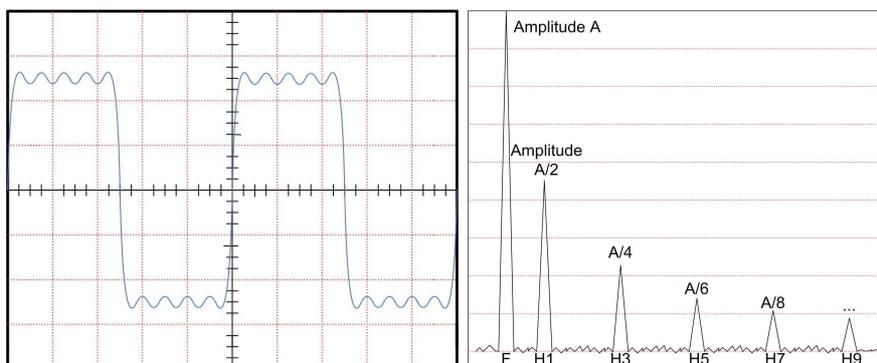
##### Signal en dents de scie

Le signal en dents de scie est un signal constitué d'une note fondamentale accompagnée d'une multitude de fréquences harmoniques dont l'amplitude est décroissante.



##### Signal carré

Le signal carré est un signal constitué d'une note fondamentale accompagnée d'une multitude de fréquences harmoniques impaires.



Didier Pietquin 2008©

Sources:

Article inspiré des publications de la revue Stéréo & Image  
 Images personnelles et issues des articles de la firme [Bruël & Kjaer](#)