

1 Son pur, son composé

Le son

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

Son pur, son composé

L'enregistrement issu d'un son est un signal périodique.

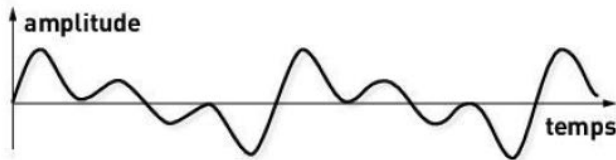
Dans le cas d'un **son pur**, le motif élémentaire est de forme sinusoïdale (Fig. 1).

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

Analyse spectrale

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

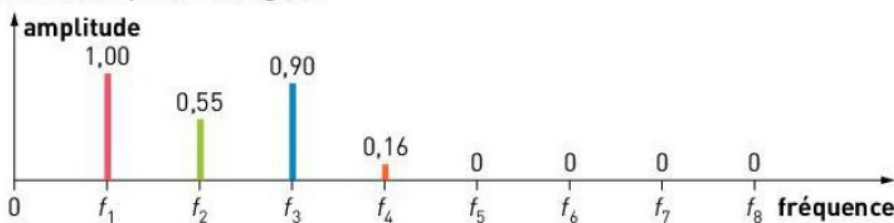
Exemple :



Décomposition du signal :



Spectre en fréquence du signal :



Le spectre d'un son composé présente plusieurs pics (Fig. 2). La fréquence du premier pic est appelée **fréquence fondamentale**. Elle correspond à la hauteur de la note jouée. Il s'agit du nombre de motifs élémentaires qui se répètent en une seconde.

Les autres fréquences qui apparaissent sont appelées **harmoniques** et sont des multiples entiers de la fréquence fondamentale.

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

2 Niveau d'intensité sonore

Intensité sonore

La puissance d'un son produit par une source s'exprime en watt (W). Cela représente l'énergie fournie au phénomène à chaque instant.

Le son se propage dans toutes les directions de l'espace. La puissance donnée à l'onde au départ se répartit donc sur une surface de plus en plus grande (Fig. 3).

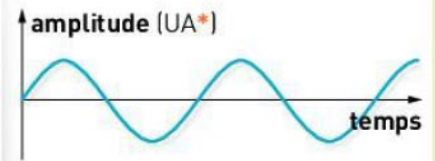


Fig. 1 : Représentation graphique d'une sinusoïde.

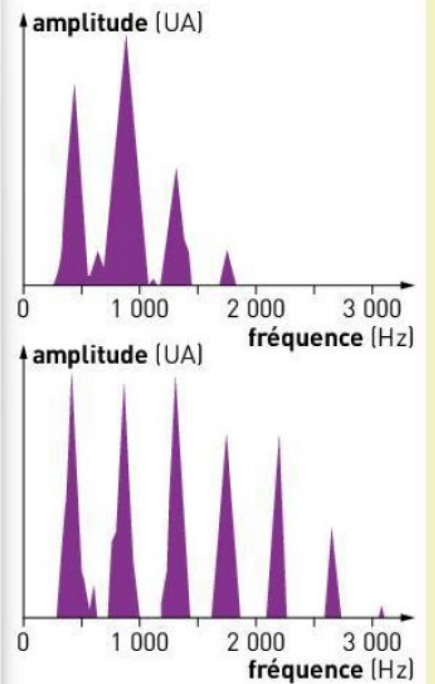


Fig. 2 : Spectres en fréquences de la même note jouée par deux instruments différents.

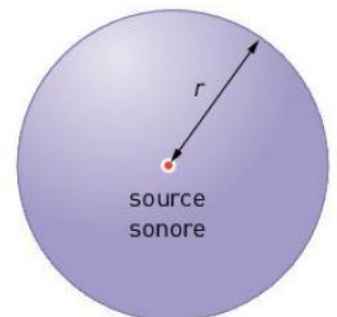


Fig. 3 : Dans un milieu homogène, la puissance du son produit par une source ponctuelle se répartit sur une sphère.

L'**intensité sonore** I est la puissance par unité de surface transportée par l'onde sonore. Elle s'exprime en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$. Plus on s'éloigne de la source, plus I diminue.

● Niveau d'intensité sonore

Les valeurs des intensités sonores s'étalent sur une grande échelle d'ordres de grandeur. Le **niveau d'intensité sonore** L permet d'utiliser une échelle plus petite et plus proche des sensations auditives.

$$\text{niveau d'intensité sonore (en dB)} \longrightarrow L = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

I ← intensité sonore (en $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)
 I_0 ← intensité sonore du seuil d'audibilité : $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

Le seuil d'audibilité correspond, pour une fréquence sonore donnée, à la plus petite intensité sonore perçue par une oreille humaine. Pour une fréquence de 1 000 Hz, ce seuil est de $1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$, ce qui correspond à un niveau d'intensité sonore de 0 dB.

3 Les notes produites par les instruments

● La vibration d'une corde

Lorsque l'on pince la 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.

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

- la longueur de la corde : plus elle est importante, plus le son est grave ;
- la tension de la corde : plus elle est intense, plus le son est aigu ;
- la masse linéique (masse d'un mètre de corde) : plus elle est grande, plus le son est grave.

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

● Cas des instruments à vent

Un phénomène analogue est observé dans les instruments à vent.

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

Repère

« $\log x$ » est une fonction mathématique qui correspond à la réciproque de la fonction 10^x .

Toutes les calculatrices scientifiques possèdent une touche qui permet de la calculer.

Pour visualiser



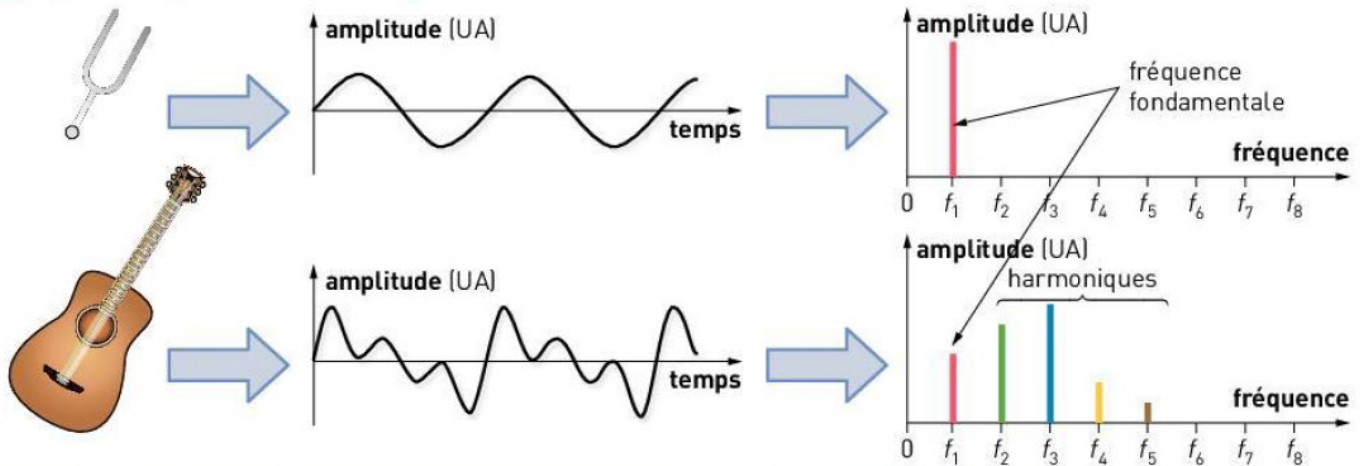
Harmoniques sur une corde de guitare

Une vidéo pour comprendre la décomposition du son d'une corde vibrante en harmoniques et le lien entre la hauteur du son et la longueur de la corde.

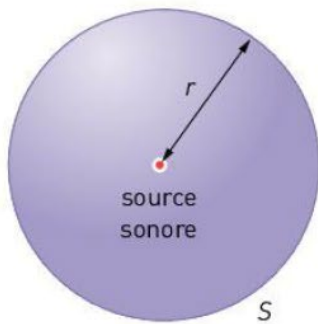
Le vocabulaire à retenir

- **Fréquence fondamentale** : fréquence définissant la hauteur d'un son. C'est le nombre de motifs élémentaires présents dans le signal en une seconde.
- **Harmoniques** : fréquences obtenues par décomposition d'un son composé joué par un instrument de musique. Elles représentent des fonctions sinusoïdales de fréquences multiples de la fréquence fondamentale. Il peut y avoir des harmoniques d'amplitude nulle.
- **Intensité sonore** : puissance sonore par unité de surface en un point de l'espace.
- **Niveau d'intensité sonore** : se calcule à partir de l'intensité sonore et produit une échelle plus proche des sensations auditives.
- **Son pur** : son constitué d'une seule harmonique. Le motif élémentaire est donc de forme sinusoïdale.
- **Son composé** : son constitué de plusieurs harmoniques.

1 Son pur, son composé



2 Niveau d'intensité sonore



intensité sonore
($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

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

puissance sonore délivrée
par la source (W)

surface
de la sphère (W)

niveau
sonore (dB)

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

intensité sonore
($\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

intensité sonore
du seuil d'audibilité :
 $I_0 = 1,0 \times 10^{-12} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}$

3 Les notes produites par les instruments

