

Produire des sons, écouter

Chap. 1 - Les ondes stationnaires

Chap. 2 - Produire un son par un instrument de musique

Chap. 3 - Acoustique musicale et physiques des sons

Livre p. 90 à 97

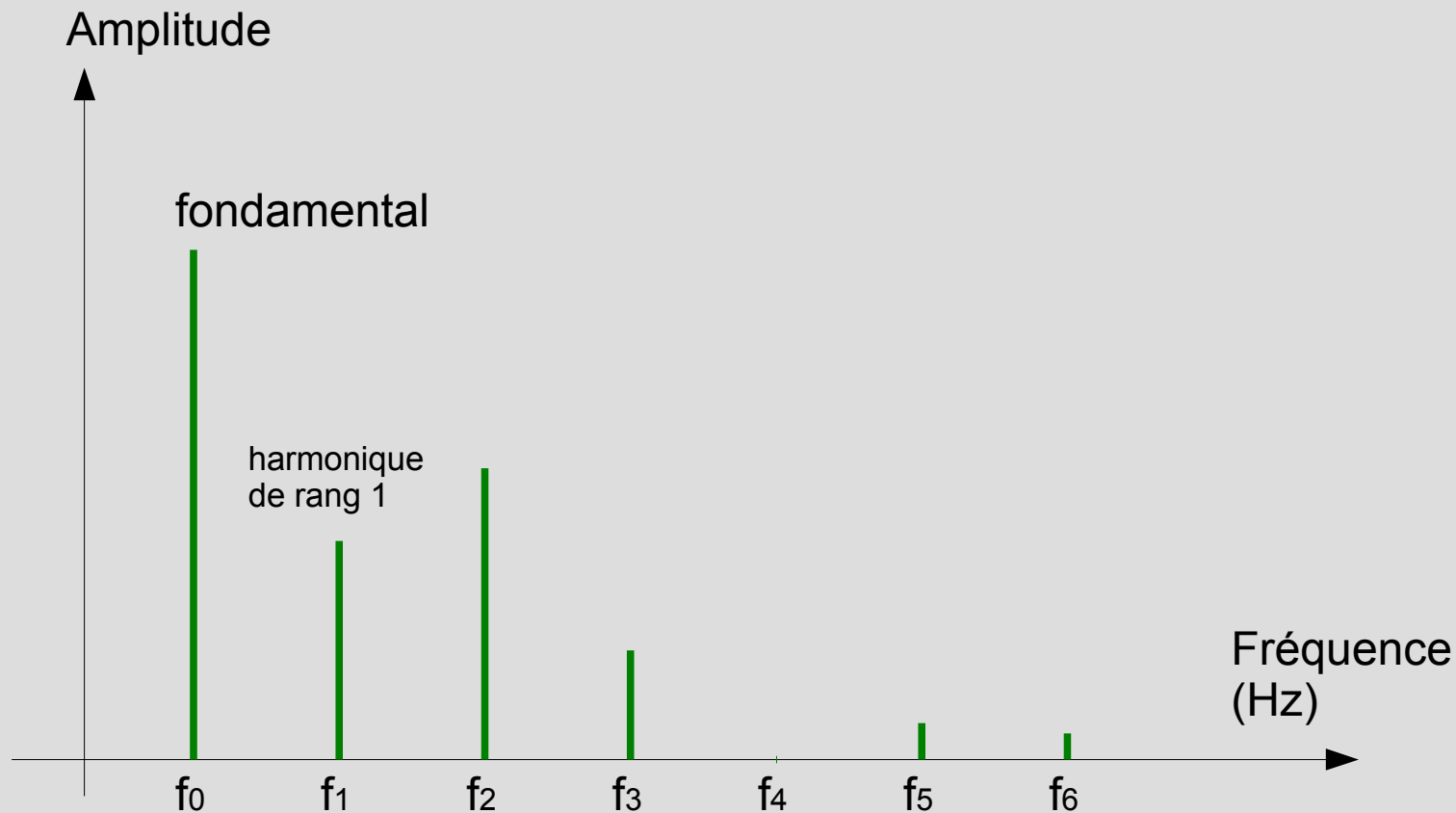
chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

1. Analyse spectrale d'un son

- Un signal périodique (donc un son) peut-être décomposé en une somme d'ondes sinusoïdales : le fondamentale et les harmoniques. C'est la décomposition en série de Fourier.
- Chaque sinusoïde possède une fréquence et une amplitude que l'on peut présenter sur un graphique nommé le spectre du signal.

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

1. Analyse spectrale d'un son



chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

2. La hauteur d'un son

- La hauteur d'un son désigne la sensation « grave » ou « aiguë » d'un son.
- La hauteur du son est donnée par la fréquence du fondamentale f_0
- L'oreille est sensible aux fréquences s'étendant de 20Hz (très grave) à 20 kHz (très aigu).

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

3. L'intensité d'un son

- L'intensité d'un son définit sa « force ». Elle est liée à l'amplitude.
- L'intensité sonore est la puissance de l'onde par unité de surface

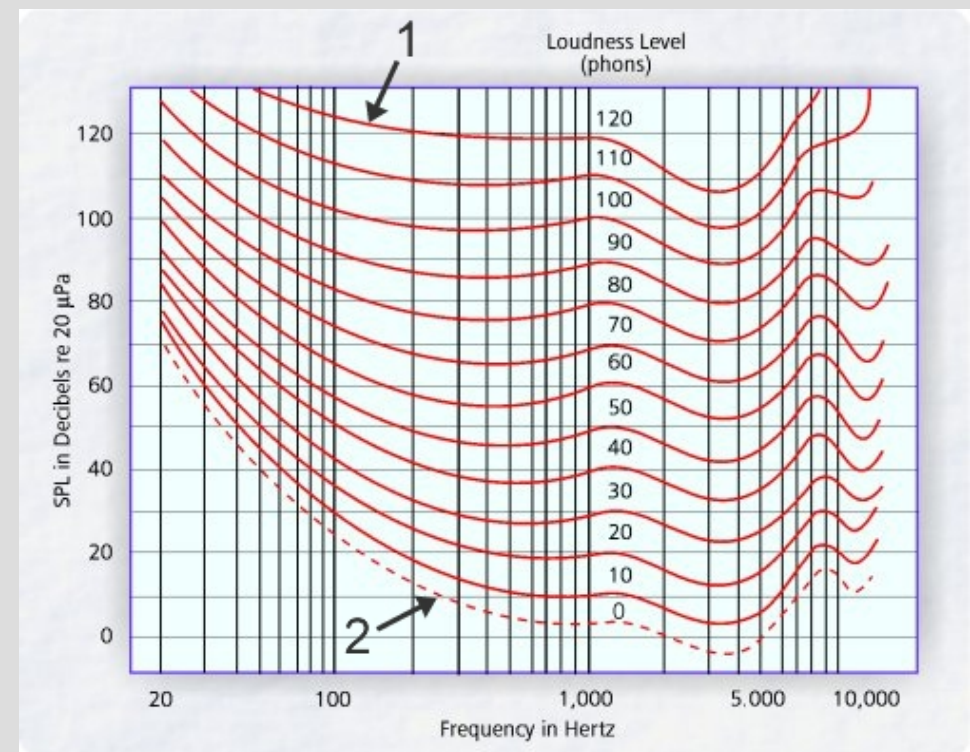
$$I = \frac{P}{S}$$

I en W/m² ; P en W et S en m²

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

3. L'intensité d'un son

- La sensation auditive de l'intensité sonore va dépendre de l'oreille. Cette sensation dépend de la fréquence du son et va varier avec l'âge du sujet.



1 : seuil de douleur ; 2 : seuil d'audition

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

3. L'intensité d'un son

- Un son deux fois plus intense ne produit pas une sensation deux fois plus forte à l'oreille.
- C'est pourquoi la sensation auditive s'accorde mieux à une échelle logarithmique de l'intensité.

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

3. L'intensité d'un son

- On définit le niveau sonore L (*Level*) comme :

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

- Où I_0 est l'intensité de référence correspondant au seuil audible de l'oreille à 1000Hz

$$I_0 = 10^{-12} \text{ W.m}^{-2}$$

- L s'exprime en décibels (dB)

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

3. L'intensité d'un son

- Si l'intensité double : *soit* $I_2 = 2I_1$
Exprimez L_2 en fonction de L_1
- Si l'intensité double, le niveau sonore augmente de 3 dB
- Si l'intensité est divisée par deux, le niveau sonore baisse de 3dB.

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

4. Le timbre d'un instrument de musique

- Deux instruments jouant la même note (la même hauteur) n'auront pas le même timbre.
- Le timbre caractérise l'instrument de musique.
- Le spectre permet de distinguer les caractéristiques d'un timbre.

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

4. Le timbre d'un instrument de musique

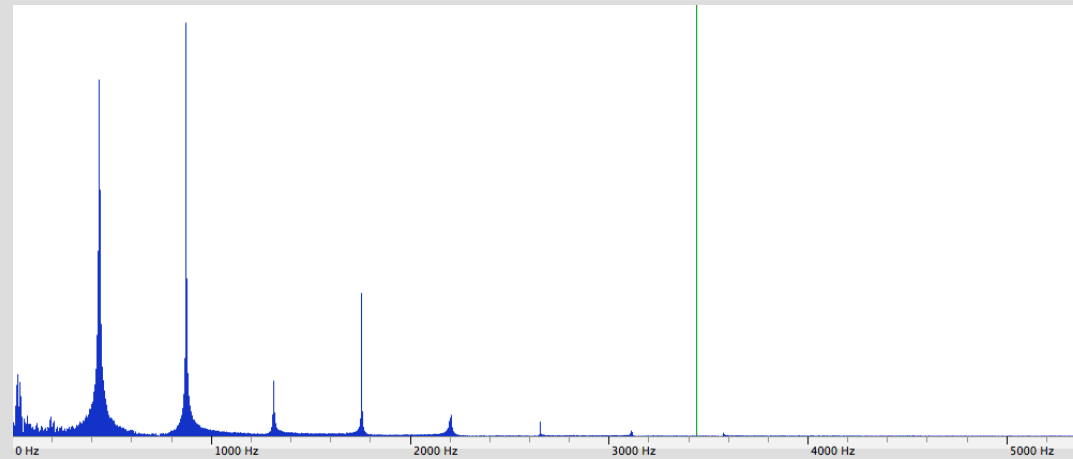
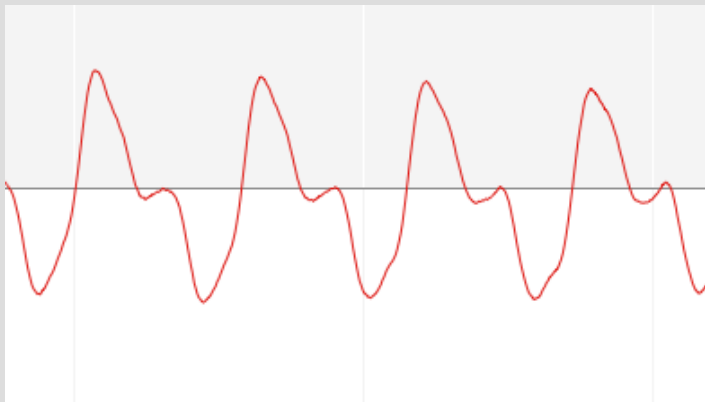
- Le timbre dépend encore d'autres caractéristiques telles que l'attaque et l'extinction.



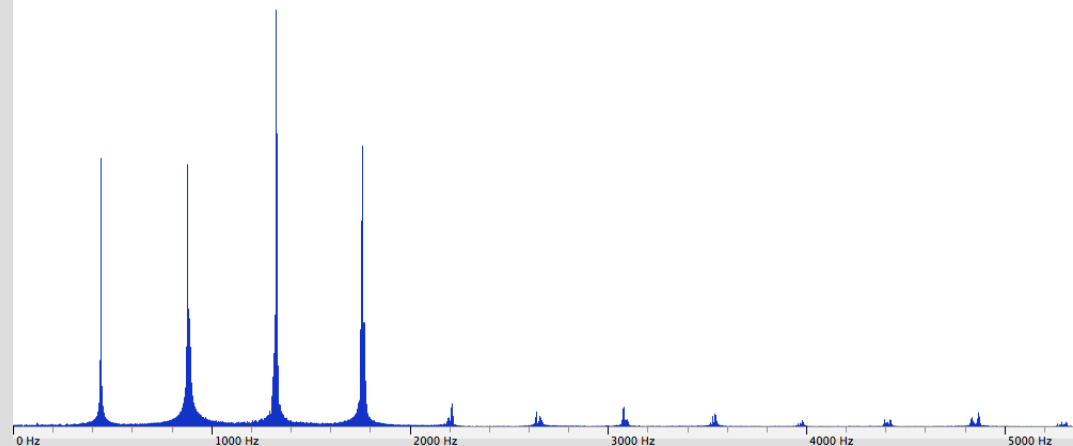
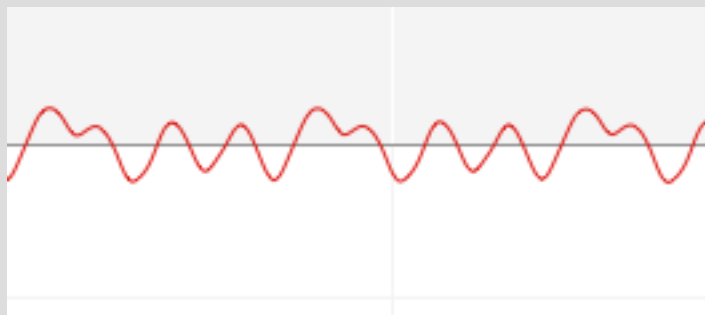
chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

4. Timbre d'un instrument de musique

La₃ (440Hz) sur un piano



La₃ (440Hz) avec un hautbois



chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

5. L'octave

- L'octave représente un intervalle de fréquences.
- Mathématiquement, les fréquences des sons situés à chaque extrémité d'une octave valent le double l'une de l'autre*
- Exemple le domaine de fréquence entre le La_2 (220 Hz) et La_3 (440 Hz) représente un octave.

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

6. La gamme tempérée

- La gamme représente le découpage de l'octave afin de définir des notes.
- Pour la gamme tempérée imaginée par Jean-Sébastien Bach, l'octave est découpé en 12 intervalles égaux.
- Comme l'octave n'est pas un intervalle de fréquence constant (il double à chaque

6. La gamme tempérée

- Pour passer du Do médium au Ré :

$$261,63 \times 2^{\frac{2}{12}} = 293,66 \text{ Hz}$$

- Pour passer du La 440 au Ré :

$$440,00 \times 2^{\frac{-7}{12}} = 293,66 \text{ Hz}$$

- Le diapason est la note de référence pour calculer toutes les autres. Il s'agit du $\text{La}_3 = 440 \text{ Hz}$

Note	Facteur / Do	Facteur / La	Fréquence (Hz)
Do	$2^{\frac{0}{12}} = 1$	$2^{\frac{-9}{12}}$	261,63
Do#	$2^{\frac{1}{12}}$	$2^{\frac{-8}{12}}$	277,18
Ré	$2^{\frac{2}{12}}$	$2^{\frac{-7}{12}}$	293,66
Mib	$2^{\frac{3}{12}}$	$2^{\frac{-6}{12}}$	311,13
Mi	$2^{\frac{4}{12}}$	$2^{\frac{-5}{12}}$	329,63
Fa	$2^{\frac{5}{12}}$	$2^{\frac{-4}{12}}$	349,23
Fa#	$2^{\frac{6}{12}}$	$2^{\frac{-3}{12}}$	369,99
Sol	$2^{\frac{7}{12}}$	$2^{\frac{-2}{12}}$	392,00
Sol#	$2^{\frac{8}{12}}$	$2^{\frac{-1}{12}}$	415,30
La	$2^{\frac{9}{12}}$	1	440,00
Sib	$2^{\frac{10}{12}}$	$2^{\frac{2}{12}}$	466,16
Si	$2^{\frac{11}{12}}$	$2^{\frac{3}{12}}$	493,88
Do	$2^{\frac{12}{12}} = 2$	$2^{\frac{4}{12}}$	523,25

chap. 3. Acoustique musicale et physique des sons

- Exercices
8, 10 et 12 page 103