Correction du contrôle n°2 – 2014

Exercice 1 : Décomposition d'un son

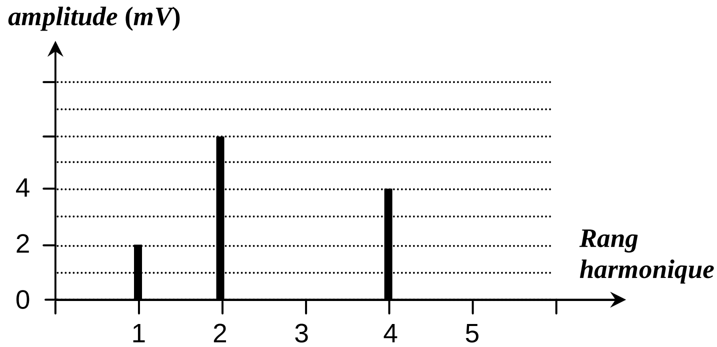
1.a. La décomposition de Fourier indique que ce son possède 3 harmoniques.
Les trois sinusoïdes ont pour fréquence :

$$f = \frac{1}{1{,}0 \cdot 10^{-3}} = 1{,}0 \cdot 10^{3}\ Hz \qquad f = \frac{1}{2{,}0 \cdot 10^{-3}} = 5{,}0 \cdot 10^{2}\ Hz \qquad f = \frac{1}{4{,}0 \cdot 10^{-3}} = 2{,}5 \cdot 10^{2}\ Hz$$

Ainsi, comme le fondamental à la fréquence la plus faible : f_1 = 250 Hz
Son amplitude vaut : 2,0 mV

Les harmoniques suivants sont :
- f_2 = 500 Hz (= 2 × f_1) d'amplitude 6,0 mV
- f_4 = 1000 Hz (= 4 × f_1) d'amplitude 4,0 mV

Ainsi, le spectre de cette note est :



b. On a : $$I = \frac{P}{S} = \frac{P}{4\pi R^2}$$

Donc : $$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{\frac{P}{4\pi R^2}}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{P}{4\pi R^2 \times I_0}\right)$$

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{15 \cdot 10^{-3}}{4\pi \times 15^2 \times 1{,}0 \cdot 10^{-12}}\right) = 67\ dB$$

2.a. Les relations 1 et 2 conduisent à $\lambda' < \lambda_0$, ce qui est contraire à l'énoncé de la question.
La relation 3 est incohérente au niveau des dimensions.

En effet : $\lambda' = \lambda_0 (c - v)$ conduit à $[\lambda'] = m \times \left(\frac{m}{s}\right) = m^2 \cdot s^{-1}$ or $[\lambda'] = m$

Donc seule la relation 4 est correcte.

b. D'après l'hypothèse de la question :

$$\lambda' > \lambda_0$$

$$\Leftrightarrow \quad \frac{1}{\lambda'} < \frac{1}{\lambda_0} \quad \Leftrightarrow \quad \frac{c}{\lambda'} < \frac{c}{\lambda_0}$$

$$\Leftrightarrow \quad f' < f_0 \quad \text{car} \quad f = \frac{c}{\lambda}.$$

Ainsi, la fréquence perçue f' est inférieure à la fréquence réelle f_0. Le son perçu est donc plus grave.

3. Déterminons les intensités sonores respectives :

$$I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1/10}$$

$$I_2 = I_0 \cdot 10^{L_2/10}$$

Ainsi, le niveau sonore L correspondant à la somme de ces deux intensités est :

$$L = 10 \cdot \log\left(\frac{I_1 + I_2}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(\frac{I_0 \cdot 10^{L_1/10} + I_0 \cdot 10^{L_2/10}}{I_0}\right) = 10 \cdot \log\left(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10}\right)$$

$$\Leftrightarrow \quad L = 10 \cdot \log\left(10^{75/10} + 10^{70/10}\right) = 76\ dB$$

<u>Exercice 2 :</u> **Diffraction**

1. D'après la figure 1 on obtient :

$$\tan\theta = \frac{L/2}{D}$$

Ce qui donne, avec la simplification suggérée par l'énoncé :

$$\theta = \frac{L}{2D}$$

2. D'après le cours, on sait que $\theta = \dfrac{\lambda}{a}$

   avec θ en radian (sans dimension) et λ et a en mètre.

3. On sait que : $\theta = \dfrac{\lambda}{a} \Leftrightarrow \theta = \lambda \times \dfrac{1}{a} \Leftrightarrow \theta = cste \times \dfrac{1}{a}$

   Donc, d'après cette expression, θ et $1/a$ sont deux grandeurs proportionnelles.

   Or le graphe obtenu expérimentalement indique bien que la fonction $\theta = f\left(\dfrac{1}{a}\right)$ est une droite passant par l'origine et donc que ces deux grandeurs sont proportionnelles.

4. D'après la question précédente, on note que la longueur d'onde correspond à la pente de la droite moyenne du graphe.

   Ainsi : $$\lambda = \frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{(2{,}3 - 0) \cdot 10^{-2}}{(4{,}0 - 0) \cdot 10^{4}} = 5{,}8 \cdot 10^{-7}\ m$$

<u>Exercice 3 :</u> **Interférences**

a. Deux sources sont dites cohérentes si elles émettent des ondes sinusoïdales de même fréquence et de déphasage constant.

b. Déterminons la différence de marche :

$$\delta = |PS_1 - PS_2| = |1{,}54 - 2{,}11| = 0{,}570\ cm = 5{,}70\ mm$$

En divisant cette différence de marche par la longueur d'onde on obtient :

$$\frac{\delta}{\lambda} = \frac{5{,}70}{0{,}60} = 9{,}5$$

Ainsi, la différence de marche peut s'écrire : $\delta = \left(k + \dfrac{1}{2}\right)\lambda$ avec k un entier naturel.

L'interférence est donc destructive au point P.

c. $\lambda = 0{,}60\ mm = 6{,}0 \cdot 10^{5}\ nm$

Or une onde électromagnétique n'est visible que si sa longueur d'onde est comprise entre 400 et 800 *nm*. Donc, ici, la figure d'interférence n'est pas visible.