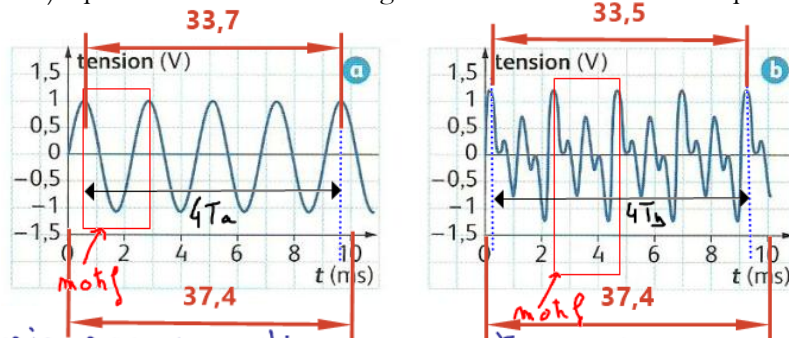


CORRECTION DS n°3

Thème « Le son un phénomène vibratoire »

Exercice : Pour accorder son instrument, le guitariste utilise un diapason. Un dispositif d'acquisition (microphone et ordinateur) a permis d'obtenir les enregistrements ci-dessous du diapason et de la guitare jouant seuls.



1. Le son émis par un diapason est un son pur. Le signal est donc sinusoïdal : enregistrement a.
Le son émis par une guitare est un son complexe : enregistrement b.

2. Les 2 signaux sont périodiques puisqu'on observe un motif qui se répète.
3. La période T est la plus petite durée pendant laquelle le motif élémentaire se produit.

Dans les 2 cas, je prends 4 périodes pour être plus précis.

Calcul de T_a

Echelle

$$\begin{cases} 10 \text{ ms} \leftrightarrow 3,7 \text{ cm} \\ 4T_a \leftrightarrow 3,4 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 4T_a = \frac{10 \times 3,4}{3,7}$$

$$\Rightarrow T_a = \frac{10 \times 3,4}{3,7 \times 4}$$

$$= 2,30 \text{ ms} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

$$T_a = T_b$$

Calcul de T_b

Echelle

$$\begin{cases} 10 \text{ ms} \leftrightarrow 3,7 \\ 4T_b \leftrightarrow 3,4 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 4T_b = \frac{10 \times 3,4}{3,7}$$

$$\Rightarrow T_b = \frac{10 \times 3,4}{3,7 \times 4}$$

$$= 2,30 \text{ ms} = 2,3 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

4. La fréquence est le nombre de fois que se répète le motif élémentaire en 1 seconde

Calcul de f_a

$$f_a = \frac{1}{T_a} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow f_a = 435 \text{ Hz}$$

Calcul de f

$$f_b = \frac{1}{T_b} = \frac{1}{2,3 \cdot 10^{-3}}$$

$$\Rightarrow f_b = 435 \text{ Hz}$$

5 - le diapason et la guitare jouent la même note :
la note jouée est un La à l'octave 3 d'après le tableau
($f = 440 \text{ Hz}$)

6 - Calcul de f_1

Echelle

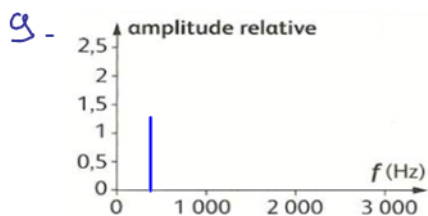
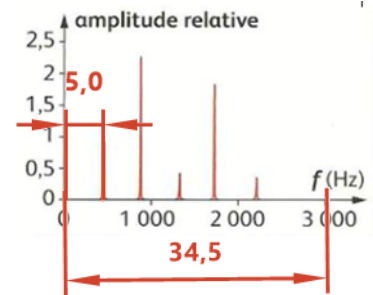
$$\begin{cases} 3000 \text{ Hz} \leftrightarrow 3,45 \text{ cm} \\ f_1 \leftrightarrow 0,50 \text{ cm} \end{cases} \Rightarrow f_1 = \frac{3000 \times 0,50}{3,45}$$

$$\Rightarrow f_1 = 434 \text{ Hz}$$

Cette fréquence f_1 correspond à la fréquence f_b du signal émis par la guitare : elle est appelée le fondamental.

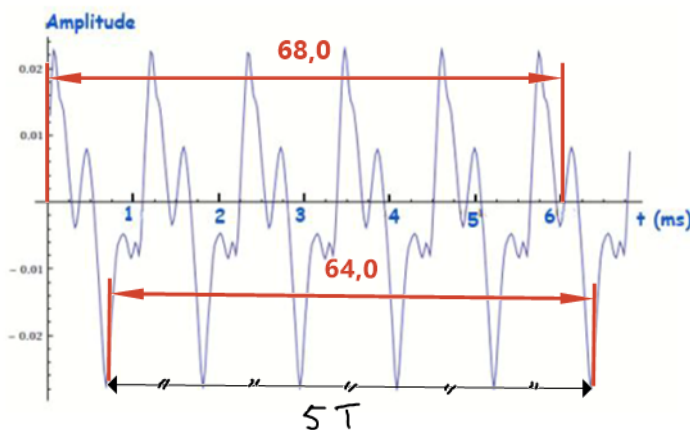
7 - On note que $f_2 = 2 \times f_1$; $f_3 = 3 \times f_1$; $f_4 = 4 \times f_1$ et $f_5 = 5 \times f_1$

8 - Les fréquences $f_2 ; \dots ; f_5$ correspondent aux harmoniques.
Les intensités des harmoniques sont caractéristiques du son émis par cette guitare : cela correspond à son timbre



L'analyse spectrale du son émis par le diapason n'est composée que d'un seul pic puisque le signal est sinusoïdal

10 -



Calcul de la période T

Echelle

$$\begin{cases} 6 \text{ ms} \leftrightarrow 6,80 \text{ cm} \\ 5T \leftrightarrow 6,40 \text{ cm} \end{cases}$$

$$\Rightarrow 5T = \frac{6 \times 6,40}{6,80}$$

$$\Rightarrow T = \frac{6 \times 6,40}{6,8 \times 5}$$

$$\Rightarrow T = 1,13 \text{ ms} = 1,13 \cdot 10^{-3} \text{ s}$$

Calcul de la fréquence f

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{1,13 \cdot 10^{-3}} = 884 \text{ Hz}$$

la note jouée, d'après le tableau, est un La à l'octave 4

11 - On a $f = 2 \times f_1$
Lorsque l'on change d'octave, la fréquence est multipliée par 2

Exercice 2

1) Calcul de L

$$\begin{aligned} L &= 10 \log\left(\frac{I}{I_0}\right) \\ &= 10 \log\left(\frac{1,00 \cdot 10^{-3}}{1,00 \cdot 10^{-12}}\right) \\ &= 90 \text{ dB} \end{aligned}$$

2) Calcul de I'

$$L' = 10 \log\left(\frac{I'}{I_0}\right)$$

$$\Rightarrow \log\left(\frac{I'}{I_0}\right) = L'/10$$

$$\Rightarrow \frac{I'}{I_0} = 10^{L'/10}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow I' &= I_0 \times 10^{L'/10} \\ &= 1,00 \cdot 10^{-12} \times 10^{60/10} \\ &= 1,00 \cdot 10^{-6} \text{ W/m}^2 \end{aligned}$$

3) Si 4 saxophones jouent en même temps alors les intensités s'ajoutent $I_{\text{tot}} = 4 \times I'$

$$\text{donc } L_{\text{tot}} = 10 \log\left(\frac{I_{\text{tot}}}{I_0}\right)$$

$$= 10 \log\left(\frac{4I'}{I_0}\right) = 10 \log\left(4 \times \frac{I'}{I_0}\right)$$

$$= 10 \log 4 + 10 \log\left(\frac{I'}{I_0}\right) \rightarrow L'$$

$$= L' + 10 \log 4$$

$$= 60 + 6 = 66 \text{ dB}$$