CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P63 n°12

a. Il s'agit d'un son complexe car le spectre sonore comporte plusieurs segments qui correspondent aux différents harmoniques composant le son complexe.

b. Un son a toujours la même fréquence que celle de son fondamental, représenté sur le spectre sonore par le segment de plus faible fréquence. Or, sur le spectre, on relève une fréquence de $220\ \mathrm{Hz}$ pour le fondamental donc le son a une fréquence de $220\ \mathrm{Hz}$. D'après le tableau, il s'agit de la note La_2.

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P65 n°16

a. Le son 1 est émis par un diapason. Il s'agit donc d'un son pur et par conséquent, son spectre sonore ne comporte qu'un seul bâton. Le spectre du haut est le seul ne présentant qu'un seul bâton, il correspond donc au son 1.

Le son 2 correspond à une onde sonore de fréquence $110\ \mathrm{Hz}$ d'après le tableau. Le fondamental de ce son doit donc se trouver à une fréquence de $110\ \mathrm{Hz}$ puisque le son et son fondamental ont tous deux la même fréquence. Seul le spectre du milieu présente un fondamental (bâton de plus basse fréquence) à $110\ \mathrm{Hz}$. Par conséquent, le son 2 correspond au spectre du milieu.

En appuyant sur la corde 6 et en réduisant ainsi sa longueur, le musicien produit un son plus aigu (de fréquence plus élevée) que le son produit par la corde 6 à vide. Le son produit a donc une fréquence supérieure à $330\ \mathrm{Hz}$ de même que le fondamental (bâton de plus basse fréquence) correspondant à ce son. Cette situation correspond bien au spectre du bas dont le fondamental est situé à une fréquence de $440\ \mathrm{Hz}$ et qui présente plusieurs bâtons (son complexe).

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P65 n°16 (suite)

b. Les sons 1 et 3 diffèrent par leur timbre (la composition en harmoniques est différente) alors qu'ils ont la même hauteur (même fréquence du fondamental donc même fréquence donc notes identiques).

   Les sons 2 et 3 diffèrent d'une part par leur hauteur (le son 2 a une fréquence de $110\ \mathrm{Hz}$ tandis que le son 3 qui a une fréquence de $440\ \mathrm{Hz}$) et par leur timbre (la composition en harmoniques est différente comme le montrent les spectres sonores qui comportent des bâtons différents tant par leur amplitude que par leur fréquence). Il s'agit toutefois de deux La mais joués sur des octaves différentes.

c. Le son 2 a une fréquence de $110\ \mathrm{Hz}$ inférieure à celle du son 3 qui a une fréquence de $440\ \mathrm{Hz}$. Le son 2 est donc plus grave que le son 3.

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P66 n°19

a. Si les sons correspondent à la même note (jouée à la même octave, c'est sous-entendu), alors leur **hauteur** est identique. La grandeur physique associée est la **fréquence** de l'onde sonore.

b. Comme les deux sons ont même fréquence, ils ont aussi même période. Seuls les figures a et c présentent une période identique, elles représentent donc ces deux sons.

   La forme de la période de ces deux sons est différente, ces deux sons n'ont donc pas le même **timbre**. En outre, l'amplitude de ces deux sons est différente, ils s'agit donc de sons d'**intensité** différente.

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P66 n°19 (suite)

c. Sur la figure (b), on mesure $7,5 \text{ ms}$ pour deux périodes. Le son correspondant a donc une période de $3,75 \text{ ms}$ soit une fréquence telle que :

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{3,75 \cdot 10^{-3}} = 2,7 \cdot 10^{2} \text{ Hz} = 270 \text{ Hz}$$

On en déduit que, sur le spectre sonore, le fondamental (qui a même fréquence que le son) serait présent à une fréquence $f = 270 \text{ Hz}$ et les quatre harmoniques suivants à des fréquences telles que :

$$f_2 = 2 \cdot f = 540 \text{ Hz} - f_3 = 3 \cdot f = 810 \text{ Hz}$$

$$f_4 = 4 \cdot f = 1080 \text{ Hz} - f_5 = 5 \cdot f = 1350 \text{ Hz}$$

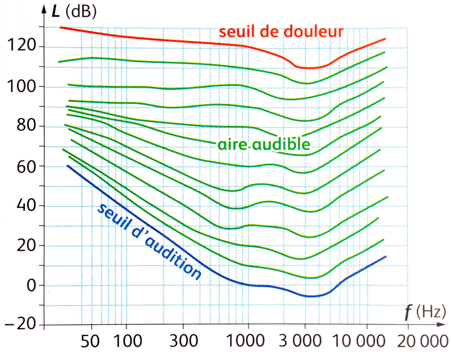
CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P66 n°19 (suite)

d. Si le son était de même hauteur, le spectre sonore présenterait des bâtons aux mêmes fréquences que celles calculées précédemment mais dont les amplitudes seraient différentes par rapport au son précédent puisque, en changeant d'instrument, on a changé le timbre du son, lié à la composition en harmoniques.

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21



CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21 (suite)

a. À 1000 Hz, le seuil d'audition correspond à un niveau sonore de 0 dB donc
$L_{min} = 10 \cdot \log\left(\dfrac{I_{min}}{I_0}\right) = 0$ soit $\dfrac{I_{min}}{I_0} = 10^0 = 1$

donc $I_{min} = I_0 = 1,0 \cdot 10^{-12}\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$

À 1000 Hz, le seuil de douleur correspond à un niveau sonore de 120 dB donc
$L_{max} = 10 \cdot \log\left(\dfrac{I_{max}}{I_0}\right) = 120$ soit $\dfrac{I_{max}}{I_0} = 10^{120/10} = 10^{12}$

donc $I_{max} = I_0 \cdot 10^{12} = 1,0 \cdot 10^{-12} \times 10^{12} = 1,0\ \mathrm{W \cdot m^{-2}}$

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21 (suite)

b. À 100 Hz, le seuil d'audition correspond à un niveau sonore de 38 dB environ donc un son de niveau sonore égal à 30 dB à une fréquence de 100 Hz n'est pas audible ($L_1 < L_{min}$).

À 500 Hz, le seuil d'audition correspond à un niveau sonore de 8 dB environ donc un son de niveau sonore égal à 30 dB à une fréquence de 500 Hz est parfaitement audible ($L_2 > L_{min}$).

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21 (suite)

c. En imaginant, par interpolation, la courbe d'égale sensation auditive passant par le point de coordonnées $(500\text{ Hz}; 40\text{ dB})$, on trouve qu'un son à la fréquence $100\ \mathrm{Hz}$ devra avoir un niveau sonore de $60\ \mathrm{dB}$ environ pour produire la même sensation auditive.

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21 (suite)

d. À $500\ \mathrm{Hz}$, le seuil de douleur correspond à un niveau sonore $L_{max} = 122\ \mathrm{dB}$ environ. L'intensité sonore du son produit par une seule machine est telle que : $I_1 = I_0 \cdot 10^{L_1/10}$ où L_1 est le niveau sonore d'une seule machine. Soit n le nombre de machines nécessaires pour atteindre le seuil de douleur et produisant un son d'intensité sonore $I_{max} = n \cdot I_1$ telle que $I_{max} = I_0 \cdot 10^{L_{max}/10}$.

On a alors $n \cdot I_1 = I_{max}$ soit $n \cdot \cancel{I_0} \cdot 10^{L_1/10} = \cancel{I_0} \cdot 10^{L_{max}/10}$ d'où

$$n = \frac{10^{L_{max}/10}}{10^{L_1/10}} = 10^{(L_{max} - L_1)/10} = 10^{(122 - 40)/10} = 1,6 \cdot 10^8 \text{ machines}$$

Il faudrait donc environ 160 millions de ces machines !

CORRECTION DES EXERCICES

Exercice P67 n°21 (suite)

e. Le diagramme de Fletcher montre que, pour des fréquences inférieures à $1000\ \mathrm{Hz}$, l'oreille humaine est plus sensible aux sons aigus qu'aux sons graves puisque, pour un même niveau sonore du son écouté, la sensation auditive augmente avec la fréquence. Par exemple, un son de fréquence $300\ \mathrm{Hz}$ à un niveau sonore de $40\ \mathrm{dB}$ produit une sensation auditive plus faible qu'un son de fréquence $1000\ \mathrm{Hz}$ et de même niveau sonore. Ainsi, en utilisant des sons globalement plus aigus, les publicités peuvent paraître plus sonores alors que le niveau sonore des sons produits par le téléviseur reste globalement identique.