TS - Physique-Chimie - Spécialité
Devoir n°5 - Durée : 1h
Proposition de correction

Concert en sous-sol (calculatrice autorisée)

1. Accord des instruments

1.1. La fréquence f de vibration du son émis par le diapason peut-être déterminée à partir du **document 2** sur lequel 10 ms sont représentés par 10,5 cm. Or 3 périodes y sont représentées par 7,2 cm. On a donc :

$$3 \cdot T = \frac{3}{f} = \frac{7,2 \times 10 \cdot 10^{-3}}{10,5} \text{ d'où } f = \frac{3 \times 10,5}{10 \cdot 10^{-3} \times 7,2} = 440 \text{ Hz}$$

1.2. On peut de même déterminer les fréquences des sons joués par les trois autres instruments :

Pour le piano, l'échelle est de 15 ms pour 10,2 cm et 5 périodes sont représentées par 7,7 cm d'où $f_{\text{piano}} = \dfrac{5 \times 10,2}{15 \cdot 10^{-3} \times 7,7} = 440$ Hz

Pour la flûte, l'échelle est de 12 ms pour 9,9 cm et 8 périodes sont représentées par 9,0 cm d'où $f_{\text{flûte}} = \dfrac{8 \times 9,9}{12 \cdot 10^{-3} \times 9,0} = 730$ Hz

Pour la guitare, l'échelle est de 15 ms pour 7,4 cm et 8 périodes sont représentées par 9,0 cm d'où $f_{\text{guitare}} = \dfrac{8 \times 7,4}{15 \cdot 10^{-3} \times 9,0} = 440$ Hz

Conclusion : la hauteur d'un son étant lié à sa fréquence, on voit que seule la flûte joue une note de hauteur différente des autres instruments.

2. La pièce en sous-sol est-elle une bonne salle de concert ?

2.1. Voici quatre phénomènes qui interviennent au cours de la propagation d'un son dans une salle :

Réflexion : le son est renvoyé par un obstacle dans une direction bien précise.

Diffusion : le son est renvoyé par l'obstacle dans toutes les directions.

Absorption : une partie de l'énergie acoustique arrivant sur un obstacle est retenue par le matériau et n'est pas réfléchie.

Amortissement : au fur et à mesure de sa propagation, l'onde sonore voit son amplitude diminuer, notamment en raison des frottements des molécules d'air au cours de leurs vibrations.

2.2. Soit k le coefficient de valeur 0,16 dans la formule de Sabine. Le temps de réverbération est une durée d'où $[T_R] = T$. En outre, $[V] = L^3$ et $[A] = L^2$. D'après la formule de Sabine, on a : $k = \dfrac{T_R \cdot A}{V}$ d'où $[k] = \dfrac{T \cdot L^2}{L^3} = T \cdot L^{-1}$. Dans les unités du système international, ce coefficient s'exprime donc en $\text{s} \cdot \text{m}^{-1}$.

2.3. En l'absence de spectateurs, la durée de réverbération de la salle n'est due qu'aux matériaux constituant les parois de la salle. La surface totale des murs, du sol et du plafond de la salle est $S_{tot} = 2 \times L \cdot \ell + 2 \times L \cdot h + 2 \times \ell \cdot h = 2 \times 10,0 \times 5,0 + 2 \times 10,0 \times 3,0 + 2 \times 5,0 \times 3,0 = 190 \text{ m}^2$.

La surface de bois pour cette salle est celle de la porte, à savoir $S_{\text{bois}} = 3,0 \text{ m}^2$ et la surface de béton est donc de $S_{\text{béton}} = 190 - 3 = 187 \text{ m}^2$. On en déduit la surface acoustique équivalente : $A = \alpha_{\text{béton}} \cdot S_{\text{béton}} + \alpha_{\text{bois}} \cdot S_{\text{bois}} = 0,010 \times 187 + 3,0 \times 0,15 = 2,3 \text{ m}^2$. Le volume de la salle est $V = L \cdot \ell \cdot h = 10,0 \times 5,0 \times 3,0 = 150 \text{ m}^3$. On en déduit le temps de réverbération de cette salle : $T_R = \dfrac{0,16 \times V}{A} = \dfrac{0,16 \times 150}{2,3} = 10 \text{ s}$.

Or une bonne salle de musique possède, d'après le **document 6** une réverbération comprise entre 1,0 s et 2,0 s. Cette salle n'est donc pas une bonne salle de concert en l'état.

2.4. La nouvelle surface acoustique équivalente est donnée par la relation suivante :

$A' = \alpha_{\text{béton}} \cdot (S_{\text{béton}} - S_{\text{panneaux}}) + \alpha_{\text{bois}} \cdot S_{\text{bois}} + \alpha_{\text{panneaux}} \cdot S_{\text{panneaux}}$.

On en déduit que $A' = S_{\text{panneaux}} \cdot (\alpha_{\text{panneaux}} - \alpha_{\text{béton}}) + A$ d'où $S_{\text{panneaux}} = \dfrac{A' - A}{\alpha_{\text{panneaux}} - \alpha_{\text{béton}}}$.

Or la nouvelle surface acoustique équivalente est aussi donnée par la formule de Sabine :

$A' = \dfrac{0,16 \times V}{T'_R} = \dfrac{0,16 \times 150}{2,0} = 12 \text{ m}^2$ d'où la surface de panneaux à utiliser :

$S_{\text{panneaux}} = \dfrac{A' - A}{\alpha_{\text{panneaux}} - \alpha_{\text{béton}}} = \dfrac{12 - 2,3}{0,50 - 0,010} = 20 \text{ m}^2$