

TSPEF PH-CH1 - Spécialité Physique-Chimie
Devoir en classe n°2 - Durée : 60 min
Proposition de correction

L'EFFET DOPPLER PEUT-IL PERTURBER UN DANSEUR ?

1. Détermination de la vitesse de Kilian

- 1.1. On peut utiliser le plan de la scène (vue de dessus) sur lequel on mesure que 3,0 m sont représentés par 2,5 cm. On mesure aussi que la distance $G_i G_f$ est représentée par 1,8 cm d'où l'on déduit que $G_i G_f = \frac{1,8 \times 3,0}{2,5} = 2,2$ m. La distance parcourue par Kilian est donc de 2,2 m.
- 1.2. La distance précédente est parcourue en une durée $\Delta t = 0,710$ s donc la vitesse horizontale moyenne de Kilian lors de son grand jeté vaut $v_x = \frac{G_i G_f}{\Delta t} = \frac{2,2}{0,710} = 3,1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$, valeur proche de celle recherchée (ce résultat dépend légèrement de la précision de la lecture graphique et de la méthode employée).

2. Fréquence du son perçu par Kilian

- 2.1. La seule note émise par le piano durant le grand jeté est un La₃ de fréquence 440 Hz d'après le tableau.
- 2.2. D'après le plan de la scène, Kilian s'éloigne du piano. Dans ces conditions, la fréquence perçue est donnée par $f_R = f_E \times \left(\frac{v_{\text{son}}}{v_{\text{son}} + v_R} \right)$. Comme on ne considère que le mouvement horizontal de Kilian, on a $v_R = v_x = 3,0 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ d'après l'énoncé. On a donc $f_R = 440 \times \left(\frac{340}{340 + 3,0} \right) = 436$ Hz.
- 2.3. Estimons la variation relative de fréquence : $\frac{\Delta f}{f} = \frac{440 - 436}{440} = 9 \cdot 10^{-3}$.

Kilian ayant une oreille entraînée, le seuil différentiel relatif le concernant est de $1/1000$, soit $1 \cdot 10^{-3}$.

Pour Kilian, le seuil différentiel relatif est largement dépassé car $9 \cdot 10^{-3} > 1 \cdot 10^{-3}$ donc Kilian est parfaitement en mesure de percevoir cette différence de hauteur.

- 2.4. Pour un autre danseur à l'oreille non entraînée, $S_{dr} = 0,0033 = 3,3 \cdot 10^{-3}$. En effet, sur la courbe de la loi de Weber-Fechner, on mesure 5,9 cm pour 0,012 unité et, à 440 Hz, on mesure 1,6 cm. On en déduit le seuil différentiel à 440 Hz par produit en croix : $S_{dr} = \frac{1,6 \times 0,012}{5,9} = 3,3 \cdot 10^{-3}$.

À nouveau, le seuil différentiel relatif est largement dépassé, même pour une oreille non entraînée donc la différence de hauteur serait aussi perceptible par cet autre danseur.

3. Discussion entre Alice et Kilian

L'effet Doppler permet d'expliquer le fait que la hauteur de la note perçue par Kilian lors du grand jeté est différente de la hauteur de la note perçue lorsqu'il est immobile. Alice, immobile au piano, a bien joué des La₃ qu'elle a perçus à 440 Hz. Kilian a raison lui aussi puisqu'il a bien perçu une différence de hauteur entre les notes jouées avant et pendant son grand jeté. Le désaccord entre le danseur et la pianiste provient donc de l'effet Doppler.