

Exercice 4 :

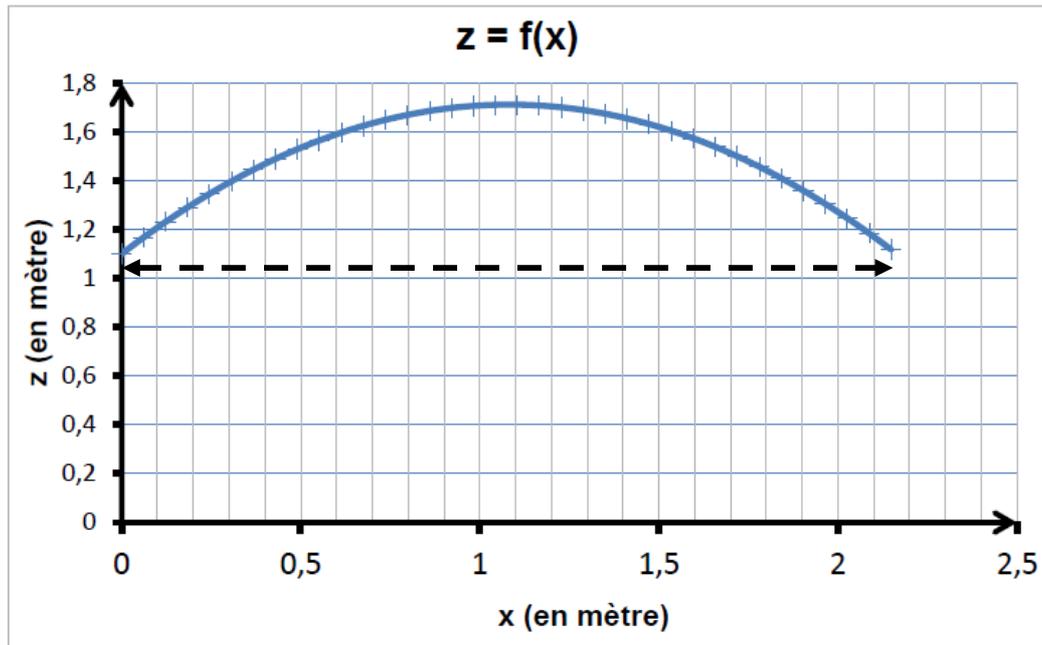
1. Détermination de la vitesse de Kilian

1.1. (0,5) **Méthode 1** : on utilise le plan de la scène (vue de dessus) à l'échelle 1 / 120^{ème}.

La distance parcourue G_iG_f mesure 1,8 cm sur le document, soit en réalité $1,8 \times 120 = 216 \text{ cm} = 2,2 \text{ m}$ (2 CS en toute rigueur).

Remarque : en fonction des paramétrages de l'imprimante ou de la photocopieuse, la distance G_iG_f mesurée sur le papier peut varier.

Méthode 2 : on exploite la trajectoire du centre de gravité G de Kilian lors de son grand jeté



On trouve $G_iG_f = 2,15 \text{ m}$ (cohérent avec la valeur de la méthode 1).

1.2. (0,75) La vitesse moyenne horizontale est- : $v_x = \frac{G_iG_f}{\Delta t}$.

La distance horizontale a été parcourue en $\Delta t = 0,710 \text{ s}$ donc $v_x = \frac{2,15}{0,710} = 3,03 \text{ m.s}^{-1}$

2. Fréquence du son perçu par Kilian

2.1. (0,25) La seule note émise par le piano pendant le grand jeté est un La3 dont le tableau nous donne la de fréquence 440 Hz.

2.2. (1,25) Comme Kilian s'éloigne du piano (voir plan), il faut utiliser la relation $f_R = f_E \times \left(\frac{V_{\text{son}}}{V_{\text{son}} + V_R} \right)$

en prenant $v_R = v_x = \text{constante}$ d'après l'énoncé.

$$f_R = 440 \times \left(\frac{340}{340 + 3,03} \right) = 436 \text{ Hz}$$

2.3. (1,25) Calculons tout d'abord la variation relative de fréquence $\frac{\Delta f}{f}$.

Avant le saut, Killian est considéré immobile et la hauteur reçue est la même que celle jouée par le piano donc $f_1 = f_{La3} = 440$ Hz. À cause de l'effet Doppler, $f_2 = f_R = 436$ Hz (cf 2.2.).

$$\frac{\Delta f}{f} = \left(\frac{440 - 436}{440} \right) = 9 \times 10^{-3} \quad (1 \text{ CS car il n'y a qu'un seul CS sur la différence } 440 - 436 = 4)$$

Vu que Killian a une oreille entraînée par des années d'études musicales, le seuil différentiel relatif

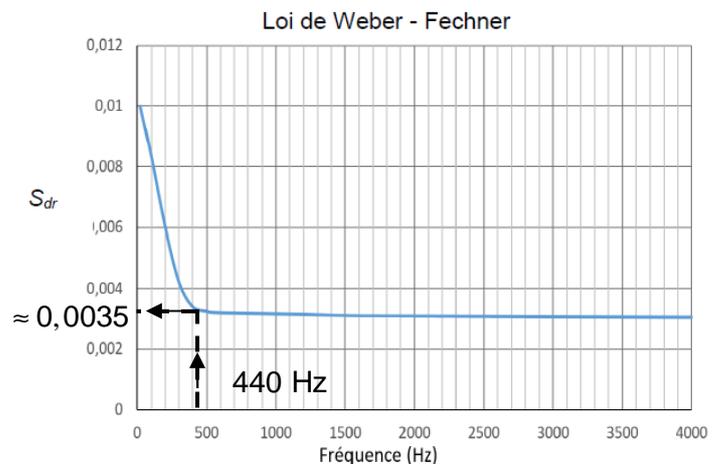
$$S_{dr} \text{ est donné par la relation } \left(\frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{oreille entraînée}} = \frac{1}{1000} = 1 \times 10^{-3}$$

Conclusion, pour Killian, le seuil différentiel est largement dépassé ($9 \times 10^{-3} > 1 \times 10^{-3}$) et Killian est capable de percevoir cette différence de hauteur.

2.4. (0,5) Pour un autre danseur n'ayant pas l'oreille entraînée, il faut utiliser la courbe fournie :

Pour une note de fréquence 440 Hz, le seuil différentiel relatif vaut environ 0,0035.

La variation relative de fréquence est supérieure au seuil différentiel relatif ($0,009 > 0,0035$) donc le danseur pourra également percevoir la différence de hauteur.



3. Discussion entre Alice et Killian

(0,5) L'effet Doppler permet d'expliquer le fait que la hauteur du son perçu par Killian lors de son grand jeté est différente de celle de la note perçue lorsqu'il est immobile.

La courbe de Weber permet d'expliquer que cette différence de hauteur est perceptible pour toute oreille humaine.

Alice a raison : elle a bien joué une série de La3.

Kilian a lui aussi raison, il entend bien une différence de hauteur.

Le désaccord est lié à l'effet Doppler.

Compétences exigibles ou attendues :

En noir : officiel (Au B.O.)

En bleu : officieux (au regard des sujets de bac depuis 2013)

- Extraire et exploiter des documents.
- Maîtriser la notion de hauteur d'un son.*
- Exploiter des graphiques de type $x(t)$, $y(t)$, $v_x(t)$, $v_y(t)$, $v(t)$, $a_x(t)$, $a_y(t)$, $a(t)$ pour répondre à un problème donné.*
- Exploiter l'expression du décalage Doppler de la fréquence dans le cas des faibles vitesses.