

**CLASSE** : Terminale

**VOIE** :  Générale

**DURÉE DE L'EXERCICE** : 0h53

**EXERCICE 1** : 5 points

**ENSEIGNEMENT DE SPÉCIALITÉ** : PHYSIQUE-CHIMIE

**CALCULATRICE AUTORISÉE** :  Oui

**Sujet original, non modifié. Ancien programme.**  
**L'intégralité de cette annale est conforme au nouveau programme.**

**EXERCICE 3 L'effet Doppler peut-il perturber un danseur ?**

**1. Détermination de la vitesse de Kilian**

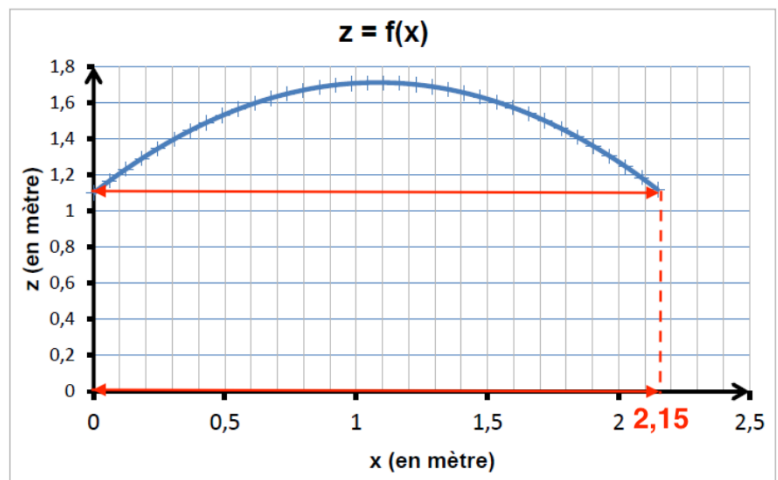
**1.1.**

Déterminons la distance horizontale parcourue par Kilian lors de son grand jeté.

Méthode 1 : La distance horizontale correspond à la distance parcourue sur l'axe x :

$d = 2,15 \text{ m}$

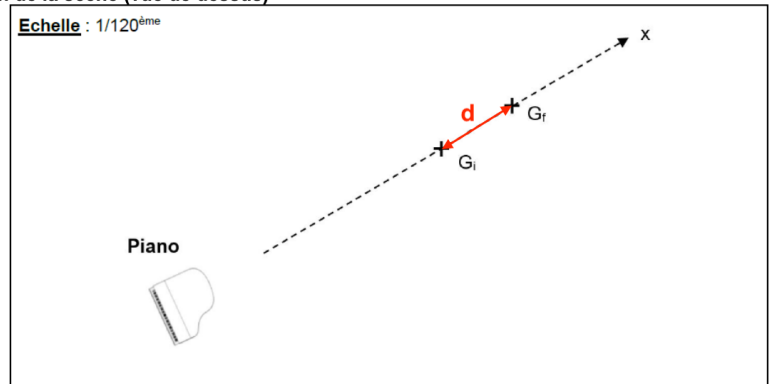
**Trajectoire du centre de gravité G de Kilian lors de son grand jeté**



Méthode 2 : on utilise le plan de la scène (vue de dessus)

Sur le schéma on mesure une distance de 1,8 cm. Or l'échelle est 1/120<sup>ème</sup> :  
 $d = G_i G_f = 1,8 \times 10^{-2} \times 120 = 2,2 \text{ m}$

**Plan de la scène (vue de dessus)**



**1.2.**

$$v = \frac{d}{\Delta t}$$

$$v_{\text{horizontale}} = \frac{2,15}{0,710}$$

$$v_{\text{horizontale}} = 3,03 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

## 2. Fréquence du son perçu par Kilian

### 2.1.

#### Tableau du déroulement chronologique de la fin du premier acte

|          |          |     |     |     |     |                             |     |     |     |     |
|----------|----------|-----|-----|-----|-----|-----------------------------|-----|-----|-----|-----|
| Pianiste | Mi3      | Si3 | Ré3 | La3 | La3 | La3                         | La3 | La3 | La3 | La3 |
| Danseur  | Immobile |     |     |     |     | Course d'élan et grand jeté |     |     |     |     |

La3 = La de l'octave 3

Pendant le grand jeté de Kilian, la note jouée est un La3

#### Fréquence (en hertz) de quelques notes de la gamme tempérée

| Note     | Do  | Ré  | Mi  | Fa  | Sol | La  | Si  |
|----------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Octave 1 | 65  | 73  | 82  | 87  | 98  | 110 | 123 |
| Octave 2 | 131 | 147 | 165 | 175 | 196 | 220 | 247 |
| Octave 3 | 262 | 294 | 330 | 349 | 392 | 440 | 494 |

La fréquence des notes émises par le piano est donc  $f=440$  Hz.

### 2.2.

D'après le plan de scène, Kilian s'éloigne de la source (le piano).

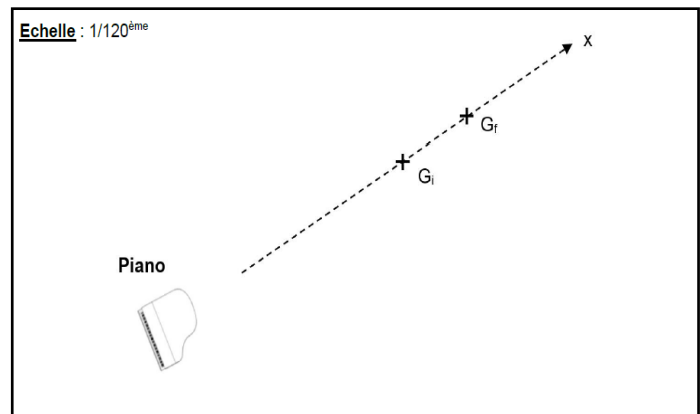
D'après l'énoncé, si le récepteur s'éloigne de l'émetteur, la fréquence perçue est :

$$f_R = f_E \times \left( \frac{V_{\text{son}}}{V_{\text{son}} + V_R} \right)$$

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

$$f_R = 436 \text{ Hz}$$

La fréquence des notes perçues par Kilian pendant son grand jeté est  $f_R = 436$  Hz.



### 2.3.

D'après la loi de Weber-Fechner, l'oreille humaine n'est capable de percevoir la différence de hauteur entre deux sons successifs que si la variation relative des fréquences entre ces deux sons, notée  $\frac{\Delta f}{f}$ , est supérieure ou égale à une certaine valeur appelée seuil différentiel relatif,  $S_{dr}$ .

Calculons  $\frac{\Delta f}{f}$  :

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{440 - 436}{440}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = 9,1 \times 10^{-3}$$

Kilian a une oreille entraînée par des années d'études musicales. D'après le sujet, pour une oreille entraînée :

$$S_{dr} = \left( \frac{\Delta f}{f} \right)_{\text{oreille entraînée}} = \frac{1}{1000}$$

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

$\frac{\Delta f}{f} > S_{dr}$  : ainsi Kilian peut percevoir cette différence de hauteur.

#### 2.4.

Pour un autre danseur n'ayant pas l'oreille entraînée, trouvons  $S_{dr}$ . Graphiquement, pour  $f_E = 440$  Hz,  $S_{dr} = 0,0035 = 3,5 \times 10^{-3}$

Or

$$\frac{\Delta f}{f} = \frac{440 - 436}{440}$$

$$\frac{\Delta f}{f} = 9,1 \times 10^{-3}$$

$\frac{\Delta f}{f} > S_{dr}$  : ainsi un autre danseur n'ayant pas l'oreille entraînée, aurait été capable de percevoir cette différence de fréquence.

#### 3. Discussion entre Alice et Kilian

Alice est immobile, elle a bien jouée la note La3 lors du grand jeté de Kilian.

Kilian est en mouvement, à cause de l'effet doppler, Killian perçoit une note de fréquence 436 Hz. Il entend donc une note de hauteur différente.

L'origine du désaccord entre Alice et Kilian est due à l'effet Doppler.

