Spécialité : Clarinettiste voyageur

Bac S 2013 Inde (Pondichéry) (ancien programme) · Exercice 4 **5 points** **Durée conseillée 50 min**

1.1 Parmi les enregistrements a et b, lequel correspond à la clarinette de Florent ? Justifier.

L'enregistrement a est une sinusoïde : c'est un son pur.
L'enregistrement b est périodique mais non sinusoïdal : c'est un son complexe.

D'après le document 3, un instrument de musique produit un son complexe.

L'enregistrement **b** est celui de la clarinette.

COMPRENDRE
Sujet de l'ancien programme : son pur et son complexe, harmoniques, hauteur et timbre ne figurent plus au programme actuel de spécialité. La mesure d'une période et le calcul d'une fréquence restent en revanche exigibles.

1.2 La clarinette de Florent est-elle bien accordée pour jouer dans un orchestre français ?

Données utiles enregistrement b ; « la » d'accord en France : 442 Hz (document 2)

Sur l'enregistrement b, on mesure la durée de 10 périodes, entre le premier et le onzième maximum : $10\,T = 22{,}2\ \text{ms}$.

$$T = \frac{22{,}2}{10} = 2{,}22\ \text{ms} = 2{,}22 \times 10^{-3}\ \text{s}$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{2{,}22 \times 10^{-3}} = 450\ \text{Hz}$$

La fréquence mesurée, 450 Hz, est supérieure à la fréquence d'accord de 442 Hz.

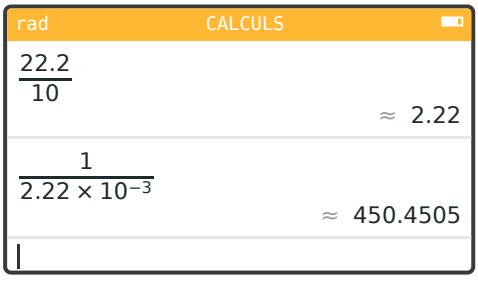
$f = 450\ \text{Hz} \neq 442\ \text{Hz}$: la clarinette n'est pas bien accordée (elle joue trop haut).

PIÈGE
Laisser T en millisecondes : $1 \div 2{,}22$ ne donne pas des hertz. Convertir en secondes avant de calculer la fréquence.

COMPRENDRE
Trois chiffres significatifs, comme la durée lue (22,2 ms). L'écart de 8 Hz dépasse nettement l'incertitude de lecture : la conclusion est sûre.

MÉTHODE
Mesurer le plus grand nombre possible de périodes, puis diviser : l'erreur de lecture est répartie sur dix périodes. Ici, 0,1 ms d'écart sur $10\,T$ ne change f que de 2 Hz.

À LA CALCULATRICE



2 Quelle est la longueur L de la colonne d'air mise en mouvement lorsque la clarinette est accordée pour la France ?

Données utiles $f = (2n-1)\,\dfrac{v}{4L}$; $v = 340\ \text{m} \cdot \text{s}^{-1}$; $f = 442$ Hz

La fréquence de la note jouée est celle du fondamental, obtenue pour $n = 1$: $f = \dfrac{v}{4L}$, d'où $L = \dfrac{v}{4f}$.

$$L = \frac{340}{4 \times 442} = 0{,}192\ \text{m}$$

$L = 0{,}192$ m, soit 19,2 cm.

COMPRENDRE
Cette longueur est celle de la colonne d'air du modèle pour cette note, pas celle de l'instrument entier : les trous ouverts raccourcissent la colonne d'air qui vibre.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{340}{4 \times 442} \approx 0.1923077$$

3 Florent joue aux États-Unis. Expliquer pourquoi et comment il doit modifier la géométrie de sa clarinette.

Données utiles « la » d'accord aux États-Unis : 440 Hz ; $L = 0{,}192$ m (Q2)

Pourquoi : aux États-Unis l'accord se fait à 440 Hz et non à 442 Hz. Florent doit donc abaisser légèrement la fréquence du son émis.

Comment : pour le fondamental, $f = \frac{v}{4L}$. La célérité v étant fixée, f diminue si L augmente. Il faut allonger la colonne d'air, en emboîtant moins profondément les éléments de la clarinette.

Nouvelle longueur : $L' = \frac{340}{4 \times 440} = 0{,}193\ \text{m}$, soit un allongement d'environ 1 mm.

Il faut allonger la clarinette d'environ 1 mm pour passer de 442 Hz à 440 Hz.

COMPRENDRE

f et L sont inversement proportionnelles : une variation de fréquence de 0,5 % demande une variation de longueur de 0,5 %, soit un peu moins de 1 mm sur 19,2 cm.

À LA CALCULATRICE

rad CALCULS

$$\frac{340}{4 \times 440} \approx 0.1931818$$

$$\left(\frac{340}{4 \times 440} - \frac{340}{4 \times 442}\right) \times 1000 \approx 0.8741259$$

4 Montrer que le modèle du tuyau sonore est en accord avec l'affirmation « La clarinette ne fournit que les harmoniques impairs ».

Pour $n = 1$, la fréquence du fondamental est $f_1 = \frac{v}{4L}$.

La relation du document 4 s'écrit alors $f = (2n - 1)\, f_1$:

- $n = 2$: $f = 3\, f_1$;
- $n = 3$: $f = 5\, f_1$;
- $n = 4$: $f = 7\, f_1$.

Quel que soit l'entier n, le nombre $2n - 1$ est impair. Les fréquences propres sont donc f_1, $3f_1$, $5f_1$, $7f_1$… Les multiples pairs ($2f_1$, $4f_1$…) n'apparaissent jamais.

$f = (2n - 1)\, f_1$ avec $2n - 1$ impair : le modèle ne prévoit que les harmoniques impairs.

PIÈGE

S'arrêter à deux exemples numériques. C'est l'argument général « $2n - 1$ est toujours impair » qui démontre l'affirmation.

5 À l'aide des documents 5 à 9, rédiger une synthèse d'environ 15 lignes des arguments scientifiques (ou technologiques) et sociétaux en faveur de la clarinette en matériau composite.

Un matériau composite associe plusieurs matériaux non miscibles pour obtenir des propriétés qu'aucun ne possède seul. Quels avantages présente une clarinette en ébène reconstitué par rapport à une clarinette en ébène massif ?

Arguments scientifiques et technologiques. Le composite contient 95 % de poudre d'ébène, liée par 5 % de fibres de carbone et de résine époxy. Il conserve 100 % des propriétés acoustiques de l'ébène : le musicien garde le même son. L'instrument est plus fiable et dure plus longtemps, car il ne peut pas se fendre lors d'un choc climatique. Il est aussi plus dur : sa dureté Brinell vaut 35,6 contre 22,6 pour l'ébène, il résiste donc mieux aux chocs et au poinçonnement.

Arguments sociétaux. L'ébène est un bois tropical rare, dont la forte consommation rend l'exploitation problématique : il faut le chercher dans des zones de plus en plus reculées, et en 2005, 96 % du bois exporté du sud-est de la Tanzanie était abattu illégalement. Le reboisement est difficile, puisqu'un arbre doit avoir plus de cent ans pour servir à la lutherie. Or environ 25 % d'un lot d'ébène finit en déchets. Le composite est fabriqué avec le bois recyclé de la production traditionnelle : il valorise ces pertes et réduit la pression sur les forêts. La fabrication est de plus réalisée en France.

La clarinette en composite offre le même son, une solidité et une longévité supérieures, tout en préservant une ressource rare et menacée.

PIÈGE
Recopier les documents un par un, ou oublier les valeurs chiffrées. Chaque argument doit s'appuyer sur une donnée précise (95 %, 35,6 contre 22,6, 96 %, cent ans).

MÉTHODE
Lire la question pour repérer les deux familles d'arguments demandées, relever au brouillon une ou deux informations par document, puis rédiger : une phrase d'introduction, un paragraphe par famille, une conclusion.