

ACCORDER UNE GUITARE AU LYCÉE

ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

Ce sujet comporte 4 feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses
Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen

Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve.
En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.
L'utilisation de la calculatrice est autorisée.

CONTEXTE DU SUJET

Les guitaristes emploient plusieurs méthodes pour accorder leur guitare. La plus simple consiste à utiliser un accordeur électronique dont le principe de fonctionnement s'apparente à un microphone relié à un fréquencesmètre par l'intermédiaire d'un amplificateur. Mais on ne dispose pas toujours de ce type d'appareil. Vous avez devant vous une guitare désaccordée sur deux cordes.

Le but de cette épreuve est d'identifier l'une des cordes désaccordées et accorder la guitare par un autre moyen que l'accordeur électronique.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

Document 1 : Anatomie d'une guitare

Une guitare classique comporte six cordes tendues parallèlement le long du manche entre le chevalet et le silet. C'est un instrument à cordes pincées : le doigt ou un médiator (plectre) peuvent exciter la corde qui entre en résonance. La caisse de résonance de la guitare amplifie le son produit par la corde.

- Les **clés** permettent de tendre/détendre les cordes en acier afin d'obtenir des notes de hauteurs différentes ;
- La **table d'harmonie** percée d'une **rosace** joue le rôle de **caisse de résonance** : elle amplifie le son et permet de le rendre audible car une corde pincée et qui vibre n'est pas capable de mettre l'air en vibration ;
- En appuyant sur les **frettes** du manche de la guitare, le musicien modifie la longueur de vibration des cordes et peut ainsi jouer des notes de hauteurs différentes.

Document 2 : Notes produites par les cordes d'une guitare lorsqu'on les joue « à vide »

Chaque corde dite « à vide » vibre entre le sillet et le chevalet, distants d'une longueur L . La corde est pincée puis accordée indépendamment des autres en tournant la clef correspondante située en haut du manche (voir document 1), ce qui ajuste sa tension. Lorsque la guitare est accordée, chaque corde à vide produit, lorsqu'elle est pincée, une note correspondant à son nom. On parle alors de **corde de Mi grave**, **corde de La**, **corde de Sol**, etc. (voir ci-dessous).

Jouer une corde à vide consiste à pincer la corde de la guitare sans appuyer sur une case du manche. L'opération s'effectue au niveau de la rosace avec la main droite (ou la main gauche pour les gauchers).

sillet / case 1 / case 2 / case 3 / case 4

Le tableau ci-dessous précise la correspondance entre la note produite par chaque corde et la fréquence de la tension périodique mesurée par le fréquencesmètre. Les différentes cordes n'ont pas toutes la même masse linéique et on peut considérer qu'elles sont toutes tendues de la même façon.

| | | | | | | | |
|----------------|-------------------|----------------|-------|-------|-------|---------|--|
| | | Corde 6 | | | | | |
| | (la plus épaisse) | 5 | 4 | 3 | 2 | 1 | |
| | | (la plus fine) | | | | | |
| Note | Mi grave | La | Ré | Sol | Si | Mi aigu | |
| Fréquence (Hz) | 82,4 | 110,0 | 146,8 | 196,0 | 246,9 | 329,6 | |

Document 3 : Longueurs de vibration d'une corde lorsqu'on appuie sur une case n du manche

On peut jouer la même note sur une corde à vide et sur une corde voisine en appuyant sur la case appropriée. Les cordes d'une guitare peuvent donc être accordées les unes par rapport aux autres : en appuyant sur la case n d'une corde donnée, on doit retrouver la même note que celle émise par la corde à vide voisine. Si ce n'est pas le cas, il faut ajuster la tension de la corde.

À vide, les cordes vibrent sur la longueur $L_0 = 65,0$ cm. Appuyée contre la case n , une corde vibre sur la longueur L_n inférieure, telle que le rapport des longueurs est l'inverse du rapport des fréquences, soit :

$$= \text{ ou encore } L_n = L_0 \times f_0 / f_n \text{ avec :}$$

- f_0 la fréquence du fondamental du son émis par une corde jouée à vide ;
- f_n la fréquence du fondamental du son émis par la même corde jouée en appuyant sur la case n .

| | | | | | | | | | | | | |
|---------|------|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|
| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| | | | | | | L_n | | | | | | |
| (en cm) | 61,3 | 57,9 | 54,7 | 51,6 | 48,7 | 46,0 | 43,4 | 40,9 | 38,6 | 36,5 | 34,4 | 32,5 |

1.Proposition d'un protocole expérimental (15 minutes conseillées)

Deux cordes sont désaccordées, dont la corde 4. A l'aide du document 2 et du matériel mis à disposition, proposer un protocole permettant d'identifier la deuxième corde désaccordée.

.....

.....

.....

.....

.....

| | |
|---|---|
| APPEL N°1  | Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté |
|---|---|

2.Réalisation du protocole expérimental proposé (10 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole proposé et identifier la deuxième corde désaccordée :

.....

| | |
|--|---|
| APPEL FACULTATIF  | Appeler le professeur en cas de difficulté |
|--|---|

3.Proposition d'un second protocole expérimental (15 minutes conseillées)

En vous aidant des documents, élaborer un protocole permettant d'accorder la corde 4 à partir de la corde 5.
Justifier par un calcul

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

| | |
|---|---|
| APPEL N°2  | Appeler le professeur pour lui présenter le protocole expérimental ou en cas de difficulté |
|---|---|

4.Réalisation du protocole expérimental proposé (10 minutes conseillées)

Mettre en œuvre le protocole.

**APPEL
FACULTATIF**



Appeler le professeur en cas de difficulté

5.Communication sur le travail réalisé et sur les résultats obtenus (10 minutes conseillées)

Afin permettre à un non guitariste de pouvoir accorder une guitare sans accordeur, réaliser un document écrit, qui ne doit pas dépasser une demi-page, pour expliquer comment il doit procéder :

- pour identifier une corde désaccordée et,
- pour accorder la corde 4 à partir de la corde 5 de la guitare désaccordée que vous avez utilisé.

Pour cela, utiliser un vocabulaire scientifique adapté.

APPEL N°3



Appeler le professeur pour lui présenter votre document ou en cas de difficulté.

Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.

LISTE DU MATÉRIEL

Pour chaque poste :

- Une guitare (on pourra éventuellement utiliser un jouet d'enfant, cependant les cordes en nylon d'une guitare-jouet tiennent la note moins longtemps que les cordes métalliques d'une vraie guitare, ce qui ne facilite pas l'acquisition ou l'enregistrement par une personne manipulant seule).
- Un microphone (éventuellement associé à un amplificateur) capable de donner un **signal d'amplitude suffisante et de bonne qualité à partir d'un son**.
- Un support + pince pour tenir le microphone au niveau de la rosace de la guitare.
- Un accordeur électronique de guitare.
- Un ordinateur muni du logiciel **Winoscillo** (ou tout autre logiciel équivalent permettant d'observer si possible « en direct » le spectre en fréquence d'un son complexe et d'en faire son analyse) **ou un oscilloscope numérique**.
- Une fiche d'aide pour l'utilisation du logiciel.
- Un ensemble micro-casque audio pouvant être branché sur l'entrée microphone et la sortie audio de la carte son de l'ordinateur.
- Le logiciel Audacity (pour l'enregistrement du fichier audio)
- La fiche d'utilisation du logiciel Audacity.

Les évaluateurs devront, lors de la préparation du sujet, s'assurer que le logiciel donne des valeurs de fréquences avec suffisamment de précision (écart de 2 à 3 Hz).
Ils devront également rédiger les solutions partielles et totales parfaitement adaptées à la situation locale.

Particularités :

- La corde 2 (246,9 Hz => Si) et la corde 4 (146,8 Hz => Ré) sont les deux cordes désaccordées.
- Le logiciel peut permettre au candidat d'avoir recours à différentes techniques pour déterminer les fréquences des sons produits par la guitare. On souhaite que le candidat détermine directement la fréquence par affichage du spectre car cette méthode est à la fois la plus rapide et la plus précise. Si le candidat rencontre des difficultés dans l'utilisation du logiciel, on fournira l'aide nécessaire sans que cela entraîne de pénalisation.

- L'énoncé est présenté avec une guitare dont les cordes mesurent 62,0 cm.

L'aide suivante permettra d'adapter l'énoncé en fonction de la longueur des cordes de la guitare utilisée :

- f_0 = fréquence du fondamental pour la corde à vide
- f_n = fréquence du fondamental associé à la case n.
- Les longueurs L_n sont calculées pour que le rapport $f_n/f_{n-1} = r = 2^{1/12} = 1,0595$
- $\lambda_n = v/f_n$ et $L_n = \lambda_n / 2 = v/(2f_n) \Rightarrow L_n/L_0 = f_0/f_n$
- $f_n = r f_{n-1} = r^2 f_{n-2} = \dots = r^n \cdot f_0 \Rightarrow L_n = L_0 / r^n$

A.N. : avec une corde de longueur $L_0 = 65,0$ cm

$$L_n = 65,0 / (1,0595)^n$$

- Tableau de valeurs à placer dans le document 3 lorsque $L_0 = 65,0$ cm :

| n | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|-------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| L_n en cm | 61,3 | 57,9 | 54,7 | 51,6 | 48,7 | 46,0 | 43,4 | 40,9 | 38,6 | 36,5 | 34,4 | 32,5 |

CORRECTION

(ECE n °4 – Accorder une guitare)

1. Proposition d'un protocole expérimental

Protocole : (3 pts)

- Faire l'acquisition de chaque note à vide sur chaque corde à l'aide d'un système d'acquisition (console SYSAM + LatisPro) ;
- Analyser le spectre en fréquence (transformé de Fourier) de la note jouée et comparer la valeur du fondamental (ou 1^{er} harmonique) avec la fréquence de la note donnée dans le tableau du document n°2).

→ Si les deux fréquences ne correspondent pas alors la corde est désaccordée.

2. Réalisation du protocole expérimental proposé

Réglages de LatisPro (on suppose que l'acquisition se fait sur l'entrée EA0 de la console) :

EA0 : -1/+1

Points : 20000

Total (durée) : 1s

Source : EA0

Sens : Montant

Seuil : 10 mV

Pré-Trig : 0%

→ On constate que la **corde 2** (en plus de la corde 4, indiquée dans l'énoncé) est désaccordée. (1 pt)

3. Proposition d'un second protocole expérimental (15 minutes conseillées)

Il faut utiliser le document 3 afin de déterminer la case sur laquelle il faut appuyer pour obtenir la même note sur les deux cordes.

Le calcul est le suivant : (1 pt)

$$L_n = 65,0 \times \frac{110,0}{146} = 48,7 \text{ cm.}$$

→ Il s'agit donc de la case 5, d'après le tableau du document 3.

Donc, pour obtenir la note de la corde à vide n°4 sur la corde n°5, il faut appuyer sur la case n°5 de la corde n°5.

Protocole : (2 pts)

On appuie sur la case n°5 de la corde n°5 et on essaie de reproduire la même note sur la corde n°4 à vide en agissant sur la tension de la corde n°4 à l'aide de la clé correspondante.

5. Communication sur le travail réalisé et sur les résultats obtenus

→ À vous de le faire ! (3 pts)