





## EXERCICE 1 GAMME TEMPÉRÉE ET GUITARE CLASSIQUE

Après avoir rappelé quelques généralités sur la gamme tempérée, cet exercice s'intéresse à l'espacement des frettes d'une guitare classique.

### Partie A. Gamme tempérée

Il y a eu dans l'histoire de nombreuses méthodes de construction de gammes pour ordonner les notes à l'intérieur d'une octave.

On peut diviser l'octave en douze intervalles à l'aide de treize notes de base (Do, Do<sup>#</sup>, Ré, Mi<sup>b</sup>, Mi, Fa, Fa<sup>#</sup>, Sol, Sol<sup>#</sup>, La, Si<sup>b</sup>, Si, Do). La gamme fréquemment utilisée de nos jours est la gamme au tempérament égal (ou gamme tempérée), dans laquelle le rapport de fréquences entre deux notes consécutives est constant.

- 1- Rappeler la valeur du rapport des fréquences de deux notes situées aux extrémités d'une octave.
- 2- Expliquer pourquoi la valeur exacte du rapport des fréquences entre deux notes consécutives de la gamme tempérée est  $^{12}\sqrt{2}$ .
- 3- Le tableau suivant indique les fréquences (en Hertz), arrondies au dixième, de quelques notes de la gamme tempérée.

Note	Mi <sub>3</sub>	Fa <sub>3</sub>	Fa <sub>3</sub> <sup>#</sup>	Sol <sub>3</sub>	Sol <sub>3</sub> <sup>#</sup>	La <sub>3</sub>	Si <sub>3</sub> <sup>b</sup>	Si <sub>3</sub>	Do <sub>4</sub>
Fréquence (Hz)	329,6	349,2	370,0	392,0		440,0	466,2	493,9	523,3

Calculer la valeur, arrondie au dixième, de la fréquence qui manque dans le tableau ci-dessus.

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :

N° d'inscription :



Né(e) le :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

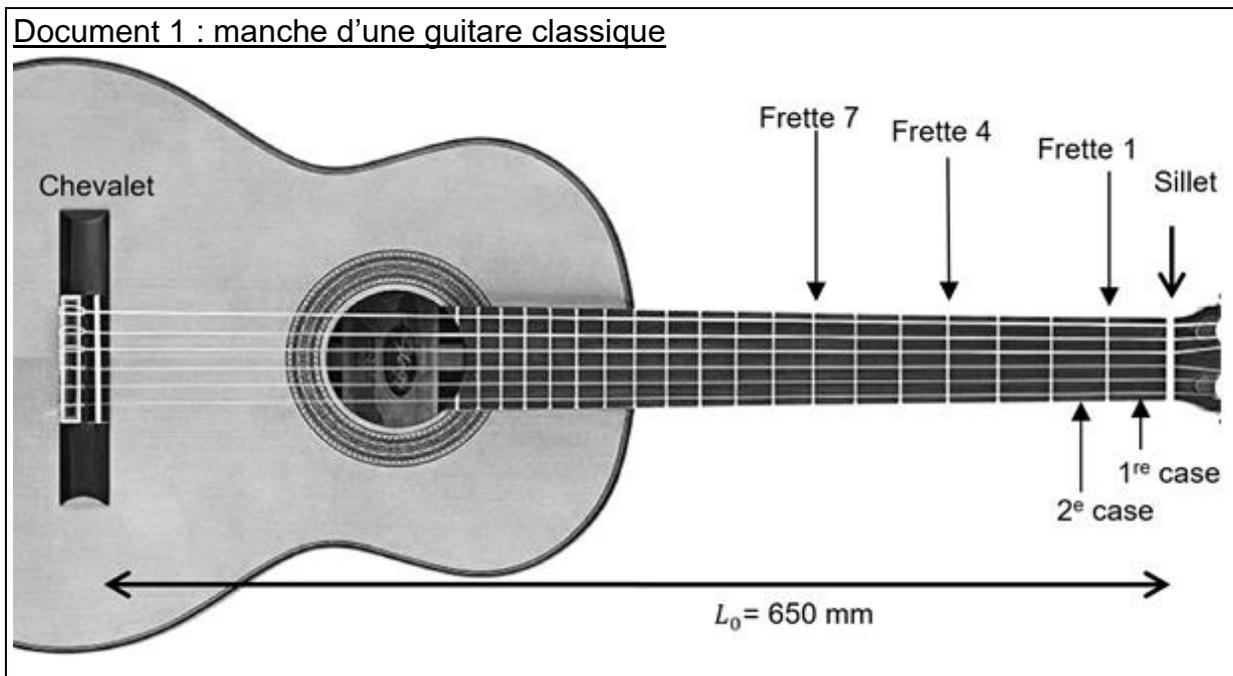
1.1

## Partie B. Application aux frettes de la guitare classique

En observant le manche d'une guitare classique, on remarque que les barrettes métalliques, appelées frettes, situées sur les cordes, ne sont pas espacées régulièrement : plus on s'approche du chevalet, plus elles sont resserrées.

Cette partie se propose d'expliquer pourquoi.

### Document 1 : manche d'une guitare classique



Une guitare classique est constituée de 6 cordes. La longueur située entre le chevalet et le sillet est la plus grande longueur de corde pouvant vibrer. On la note  $L_0$ . On suppose ici que  $L_0 = 650$  mm. Le manche de la guitare est divisé en plusieurs cases délimitées par les frettes. Ces frettes permettent au joueur de guitare de modifier la longueur de la corde pouvant vibrer, et par conséquent de faire varier la fréquence du son issu de cette vibration.

On se place dans le cas simple où le joueur utilise une seule corde.

S'il joue à vide, c'est-à-dire sans pincer la corde au niveau d'une case, la corde qui vibre, de longueur  $L_0$ , produit un son d'une fréquence  $f_0$ . Lorsqu'il pince la corde au niveau de la case  $n$ , située juste au-dessus de la  $n$ -ième frette, la corde qui vibre, de longueur  $L_n$ , émet un son de fréquence  $f_n$ .

Ces grandeurs sont reliées entre elles par la relation :

$$L_n \times f_n = L_0 \times f_0$$



où :

- $n$  est le numéro de la frette, compté à partir du haut du manche ( $n = 0$  pour une corde jouée « à vide »).
- $L_n$  est la longueur de la corde entre le chevalet et la  $n$ -ième frette.
- $f_n$  est la fréquence de la note jouée lorsque l'on pince la corde au niveau de la case  $n$ .

**4-** Lorsqu'on joue à vide la corde la plus fine de la guitare, le son émis est le  $Mi_3$ .

Pour obtenir un  $Mi_4$  le joueur pince cette même corde au niveau de la 12<sup>e</sup> case (située juste au-dessus de la 12<sup>e</sup> frette), ce qui produit un son de fréquence  $f_{12} = 2 \times f_0$ .

**4-a-** Le  $Mi_4$  est-il plus aigu ou plus grave que le  $Mi_3$  ?

**4-b-** Parmi les réponses suivantes, indiquer celle qui correspond à la longueur  $L_{12}$  correspondant à la fréquence  $f_{12}$ . Justifier la réponse.

1)  $L_{12} = 2 \times L_0$

2)  $L_{12} = \frac{L_0}{2}$

3)  $L_{12} = \frac{2}{L_0}$

**5-** Longueur de la 1<sup>re</sup> case.

On rappelle que la fréquence du  $Fa_3$  est égale à  $f_1 = \sqrt[12]{2} f_0$ . Pour obtenir un  $Fa_3$ , on pince la corde au niveau de la première case, la longueur de la corde vibrante étant alors égale à  $L_1$ .

Sachant que  $L_1 = \frac{L_0}{\sqrt[12]{2}}$ , donner l'expression de la longueur de la première case en fonction de  $L_0$ .





Partie 1 : Des données expérimentales à un modèle mathématique possible.

Document 1. Montage expérimental permettant de mesurer la puissance lumineuse reçue par un récepteur en fonction de la distance à la source lumineuse.

On dispose d'une lampe et d'un capteur, le luxmètre\*, permettant de mesurer l'éclairement lumineux reçu. L'expérimentateur réalise une série de mesures en éloignant progressivement le luxmètre de la lampe. On présente ces mesures dans le tableau ci-dessous.

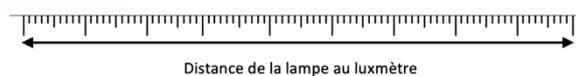


Tableau des mesures réalisées :

Distance par rapport à la lampe (en mètres)	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7	0,8	0,9	1
Éclairement lumineux reçu (en lux**)	10 800	5 300	3 100	1 800	1 000	700	500	400

D'après : <https://www.pierron.fr/news/fiches-tp-svt-2nd.html>

\* Luxmètre : Appareil de mesure de l'éclairement lumineux comportant une cellule photosensible.

\*\* Lux : unité de mesure de l'éclairement lumineux (puissance lumineuse reçue par unité de surface).

**1-** Le graphique de l'annexe 1 (à rendre avec la copie) permet de représenter les variations de l'éclairement lumineux reçu par le capteur en fonction de la distance à la source d'énergie, Reporter sur ce graphique les points expérimentaux obtenus dans le document 1.

**2-** À partir de l'allure du nuage de points obtenu à la question 1, un tableur permet de proposer une modélisation mathématique par une fonction. Cette fonction, notée  $f$ , est définie par :

$$f(d) = \frac{432}{d^2}$$

où  $d$  représente la distance à la lampe (en mètre) et  $f(d)$  l'éclairement lumineux reçu (en lux).

Modèle CCYC : ©DNE

Nom de famille (naissance) :

(Suivi s'il y a lieu, du nom d'usage)

Prénom(s) :

N° candidat :  N° d'inscription :

(Les numéros figurent sur la convocation.)

Né(e) le :  /  /



1.1

**2-a-** En utilisant cette modélisation mathématique, compléter le tableau de valeurs donné en annexe 2 à rendre avec la copie. On arrondira les résultats à l'unité.

**2-b-** Représenter la fonction  $f$  dans le repère donné en annexe 1.

**2-c-** Cette modélisation mathématique semble-t-elle pertinente pour caractériser la relation entre l'éclairement lumineux reçu par le capteur et la distance à la source lumineuse ? Justifier.

**3-** On admet que la loi illustrée expérimentalement dans le document 1 est générale : « La puissance lumineuse par unité de surface reçue par un objet est inversement proportionnelle au carré de la distance qui le sépare de la source lumineuse ».

En s'appuyant sur le document de référence, choisir, parmi les affirmations suivantes, celle qui est correcte au regard de ce modèle. L'écrire sur la copie et justifier la réponse donnée.

La puissance lumineuse par unité de surface, provenant du Soleil et reçue sur Venus est environ :

- a) deux fois plus grand que celui reçu sur Mercure.
- b) quatre fois plus grand que celui reçu sur Terre.
- c) deux fois plus petit que celui reçu sur Terre.
- d) quatre fois plus petit que celui reçu sur Mercure.

### Partie 2 : Confrontation du modèle mathématique à la réalité.

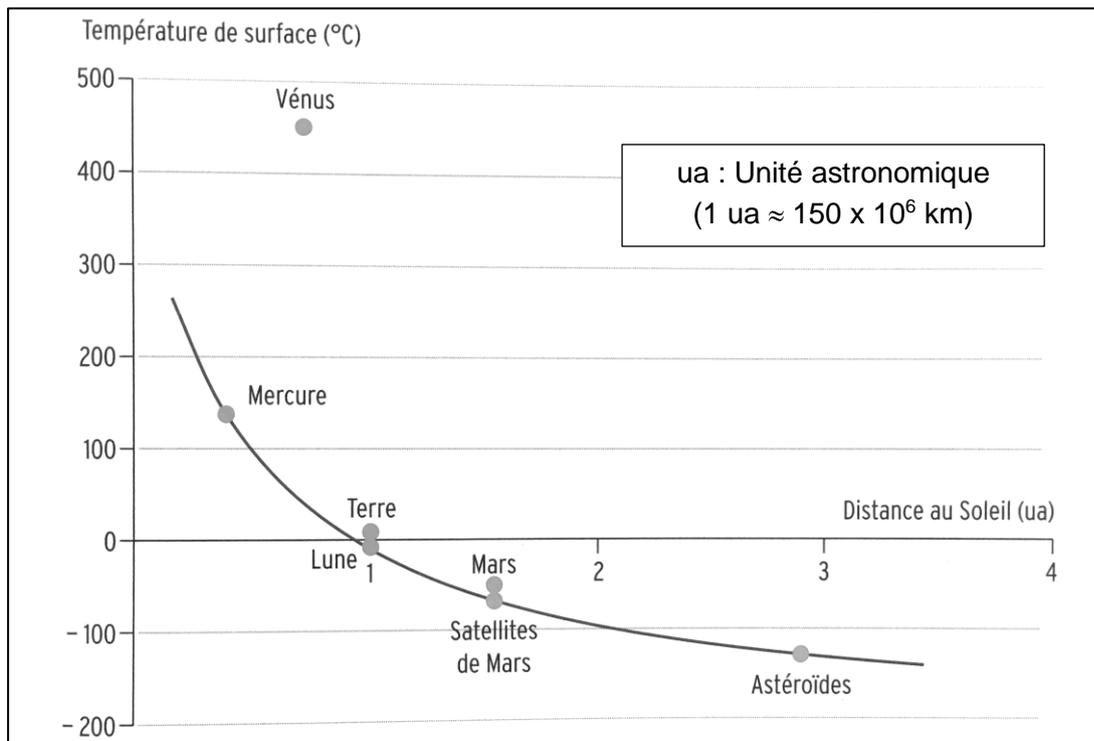
Dans cette partie, on admet que la puissance reçue par unité de surface par les objets du système solaire est inversement proportionnelle au carré de leur distance au soleil, d'une façon analogue à l'étude menée en partie 1. Moyennant certaines hypothèses, on peut en déduire une « loi de variation de la température moyenne des planètes en fonction de leur distance au soleil » (voir le document 2).



## Document 2. Températures de surface de quelques objets proches du Soleil.

Le graphique ci-dessous précise :

- Les températures moyennes effectivement mesurées à la surface de différentes planètes en fonction de leur distance au soleil (points gris).
- L'évolution de la température moyenne d'un objet en fonction de la distance au soleil modélisée par la « loi de variation de la température moyenne des planètes en fonction de leur distance au soleil » (courbe continue).



D'après : Collection in vivo, SVT 2<sup>de</sup> 2004, Magnard

**4-** Quels sont les objets considérés dans le document 2 pour lesquels la loi modélisant l'évolution de la température des planètes en fonction de leur distance au Soleil est bien vérifiée ? Quelles propriétés ces objets ont-ils en commun ?

**5-** A partir de vos connaissances, expliquer qualitativement l'influence de l'albedo et de l'effet de serre sur la température terrestre moyenne.

**6-** Proposer une explication du fait que la température de Vénus est « anormalement » élevée par rapport aux autres objets considérés.

