THEME N°2 : LE SON **Correction Devoir n°4**

Exercice n°1 : Guitare et physique

1. On détermine la valeur de la période T en prenant le maximum de périodes présentes sur l'oscillogramme, ici 2.

$2\,T = 7 \times 2{,}0 = 14$ ms donc $T = 7{,}0$ ms.

On en déduit la valeur de la fréquence du signal : $f = 1/T$.

A.N. : $f = 1/(7{,}0 \times 10^{-3}) = 142$ Hz.

La fréquence la plus proche est celle du *ré* de la **corde 3**.

2. a. *Spectre* a. On n'observe qu'une fréquence dans le spectre. Il s'agit donc d'un son pur. L'émetteur est le **diapason**.

Spectre b. On observe plusieurs fréquences dans le spectre. Il s'agit donc d'un son complexe. Le fondamental a pour fréquence 110 Hz. L'émetteur est la **corde 2** (corde de *la*).

Spectre c. On observe plusieurs fréquences dans le spectre. Il s'agit donc d'un son complexe. Le fondamental a pour fréquence 440 Hz. L'émetteur est la **corde 6** quand on appuie sur la 5ᵉ case.

b. Un son se différencie d'un autre par sa **hauteur**, caractérisée par sa fréquence fondamentale, et son **timbre**, caractérisé par les harmoniques. Ces deux grandeurs sont ici **différentes** pour les deux notes.

c. f(corde 6) = 440 Hz et f(corde 2) = 110 Hz, d'où :
f(corde 6) $= 4 \cdot f$(corde 2).

Quand une note a une fréquence 4 fois supérieure à celle d'une autre note, elles sont séparées par deux octaves.

On peut en déduire que **si une note a une fréquence double de celle d'une autre**, elles sont séparées par **une octave**.

Exercice n°2 : La quête du grave (sujet de rattrapage 2013 en métropole)

Questions préalables :

1. $v = \frac{\lambda}{T} = \lambda.f$ or pour le mode fondamental : $\lambda = 2.L$ soit : $v = 2.L.f$ et donc : $f = \frac{v}{2.L}$

En utilisant l'expression de la vitesse donnée dans le document 1 : $f = \frac{1}{2.L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

2. Le son le plus grave de la contrebasse jouant à vide est un mi_0 : $f(mi_0) = \frac{1}{2.L_0}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$

Avec une corde de même tension T et de même masse linéique µ, l'octobasse doit pouvoir jouer la note do_{-1} :

$$f(do_{-1}) = \frac{1}{2.L_{-1}}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

ainsi : $\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \underbrace{2.L_{-1}.f(do_{-1}) = 2.L_0.f(mi_0)}$

$\Rightarrow$ $\boxed{L_{-1} = L_0 \frac{f(mi_0)}{f(do_{-1})}} = 1{,}05\frac{41{,}2}{16{,}3} = \underline{2{,}65m} > 2{,}18m$ (longueur des cordes du cahier des charges du document 3)

Cette longueur est trop importante par rapport aux spécifications du cahier des charges.

<u>RPS</u> : En s'affranchissant de l'hypothèse précédente, quelle(s) solution(s) technique(s) le luthier peut-il proposer pour que, en respectant le cahier des charges, une <u>même</u> corde de l'octobasse puisse émettre un do_{-1} (corde à vide) et aussi un $ré_{-1}$ (position du doigt métallique permettant d'obtenir cette note à déterminer) ?

La réponse à la question 2 précédente montre que si l'on utilise la même tension T et la même masse linéique µ que la corde de la contrebasse, on aboutit à une corde trop longue par rapport aux spécifications. En s'affranchissant de cette hypothèse, on peut alors jouer sur ces deux paramètres pour obtenir un son plus grave (do_{-1}) pour une corde jouant à vide :

$$f = \frac{1}{2.L}\sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

Pour diminuer la fréquence, le luthier pourra donc :

- diminuer la tension T de la corde,
- et/ou augmenter la masse linéique de celle-ci.

On remarque en effet sur la photo du document 3 que les cordes de l'octobasse ont un diamètre important et donc probablement des masses linéiques plus importantes que celles d'une contrebasse.

Une fois ces paramètres fixés pour que la corde puisse jouer à vide la note do_{-1}, il reste à calculer la position du doigt métallique raccourcissant la corde permettant de jouer la note $ré_{-1}$ plus grave. Appelons L' la longueur de la corde quand ce doigt est activé.

$$f(do_{-1}) = \frac{1}{2.L'_0}\sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{et : } f(ré_{-1}) = \frac{1}{2.L'}\sqrt{\frac{T}{\mu}} \quad \text{avec T et } \mu \text{ identiques car il s'agit d'une même corde.}$$

$$\sqrt{\frac{T}{\mu}} = \underbrace{2.L'.f(ré_{-1}) = 2.L'_0.f(do_{-1})} \Rightarrow \boxed{L' = L'_0\frac{f(do_{-1})}{f(ré_{-1})}} = 2{,}18\frac{16{,}3}{18{,}3} = \underline{1{,}94m}$$

Le doigt métallique permettant de jouer le $ré_{-1}$ devra donc se trouver à 2,18 – 1,94 = 0,24m = 24cm du sillet de tête.

<u>L'ordre de grandeur semble correct</u> : les premières frettes sont espacées de quelques cm sur une guitare donc quelques dizaines de cm sur un instrument beaucoup plus grand est une valeur réaliste.