Spécialité : L'enregistrement en studio d'un groupe de musique

Bac S 2011 Polynésie rattrapage (ancien programme) · Exercice 1 **4 points** **Durée conseillée 52 min**

1.1.1 Le son joué par la guitare (document 1) comporte-t-il des harmoniques ? Justifier.

La tension du document 1 est périodique, mais sa courbe n'est pas une sinusoïde : le motif qui se répète présente plusieurs maximums de hauteurs différentes.

Un son pur donnerait une sinusoïde. Le son de la guitare est donc un son complexe.

Oui, ce son comporte des harmoniques, car le signal est périodique sans être sinusoïdal.

COMPRENDRE
Sujet de l'ancien programme : harmoniques, hauteur et timbre ne figurent plus au programme actuel de spécialité de Terminale. Les lectures de période, de fréquence et le niveau sonore en décibels restent exigibles.

1.1.2 À partir du document 1, déterminer la période de la note jouée par la guitare, puis en déduire sa fréquence.

Données utiles document 1 : deux grands maximums successifs à $t \approx 4{,}0$ ms et $t \approx 9{,}0$ ms

On repère deux points identiques du motif, par exemple les deux plus grands maximums :

$T = 9{,}0 - 4{,}0 = 5{,}0 \text{ ms} = 5{,}0 \times 10^{-3} \text{ s}$

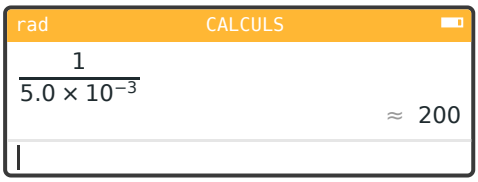
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1}{5{,}0 \times 10^{-3}}$$

$T = 5{,}0$ ms et $f = 2{,}0 \times 10^{2}$ Hz

PIÈGE
Mesurer l'écart entre deux maximums voisins de hauteurs différentes : ce n'est pas une période. Il faut retrouver le motif entier. Convertir aussi les millisecondes en secondes avant de calculer f.

COMPRENDRE
La lecture graphique donne deux chiffres significatifs : on écrit $2{,}0 \times 10^{2}$ Hz, pas 200 Hz. Le préambule du sujet tolère d'ailleurs un écart de quelques hertz.

À LA CALCULATRICE



1.2.1 Le son émis par la guitare (document 1) et celui émis par la basse (document 2) ont-ils approximativement la même hauteur ? Justifier.

Données utiles $T = 5{,}0$ ms pour la guitare (1.1.2) ; document 2 : grands maximums à $t \approx 0{,}4$ ms et $t \approx 5{,}4$ ms

Sur le document 2, le motif se répète au bout de $T' \approx 5{,}4 - 0{,}4 = 5{,}0$ ms, comme pour la guitare.

Les deux sons ont la même période, donc la même fréquence fondamentale, environ $2{,}0 \times 10^{2}$ Hz.

Oui : même fréquence fondamentale, donc approximativement la même hauteur.

COMPRENDRE
La hauteur d'un son est fixée par la fréquence de son fondamental, c'est-à-dire par la période du signal, et non par son amplitude ni par sa forme.

1.2.2 À quoi reconnaît-on sur les documents que ces deux instruments n'ont pas le même timbre ?

Les deux signaux ont la même période, mais leurs motifs n'ont pas la même forme.

Des courbes de formes différentes pour une même fréquence : les deux sons n'ont pas le même timbre.

COMPRENDRE
Le timbre dépend du nombre d'harmoniques et de leurs amplitudes relatives. C'est lui qui permet de distinguer deux instruments jouant la même note.

1.3 La note émise par le violon (document 3) est-elle plus ou moins aiguë que celle émise par la guitare ? Justifier.

Données utiles $T = 5{,}0$ ms pour la guitare (1.1.2) ; document 3 : environ quatre motifs en 9,6 ms

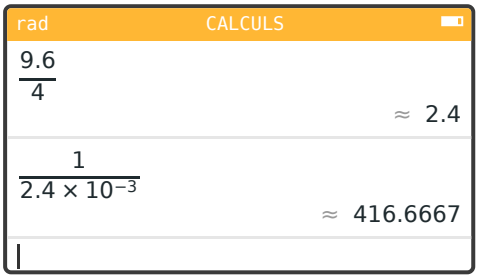
Sur le document 3, on compte environ quatre motifs en 9,6 ms : la période du violon est $T_V \approx 2{,}4$ ms.

$T_V < T$, donc $f_V > f$ puisque $f = \dfrac{1}{T}$ (ici $f_V \approx 4{,}2 \times 10^2$ Hz).

La note du violon est plus aiguë que celle de la guitare, car sa fréquence est plus élevée.

MÉTHODE
Pour une période courte, mesurer la durée de plusieurs motifs puis diviser par leur nombre : l'erreur de lecture est répartie sur l'ensemble.

À LA CALCULATRICE



2.1 La fréquence d'une note émise par le violon est $f_1 = 220$ Hz. Parmi 110 Hz, 330 Hz, 440 Hz et 660 Hz, indiquer les fréquences qui correspondent à des harmoniques de cette note.

Les harmoniques ont des fréquences multiples entières de celle du fondamental : $f_n = n\,f_1$ avec n entier.

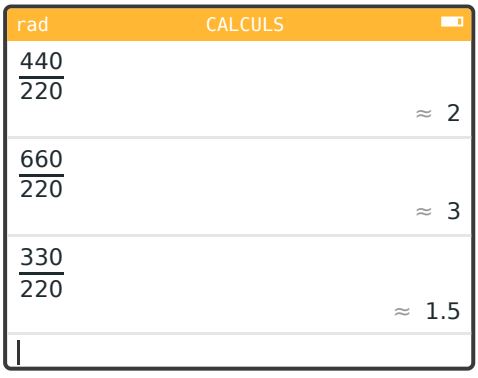
$440 = 2 \times 220$ et $660 = 3 \times 220$.

En revanche $110 = 0{,}5 \times 220$ et $330 = 1{,}5 \times 220$: ce ne sont pas des multiples entiers.

Les harmoniques sont 440 Hz (rang 2) et 660 Hz (rang 3).

PIÈGE
Retenir 110 Hz parce que 220 en est le double : un harmonique a toujours une fréquence supérieure à celle du fondamental.

À LA CALCULATRICE



2.2.1 Sur le spectre du document 4, quelle est la fréquence du fondamental ?

Le fondamental correspond au pic de plus basse fréquence du spectre.

$f_1 = 500$ Hz

PIÈGE
Choisir le pic le plus haut (1000 Hz). Le fondamental est le pic de plus petite fréquence, même si son amplitude n'est pas la plus grande.

2.2.2 Quelles sont les fréquences des harmoniques présentes dans ce spectre ?

Données utiles $f_1 = 500$ Hz (2.2.1)

Les autres pics du spectre sont situés à des multiples de 500 Hz : rangs 2, 3, 5 et 6.

Harmoniques présents : 1000 Hz, 1500 Hz, 2500 Hz et 3000 Hz.

COMPRENDRE
Il n'y a pas de pic à 2000 Hz ni à 3500 Hz : les harmoniques de rangs 4 et 7 sont absents. Un spectre ne contient pas forcément tous les multiples du fondamental.

2.3.1 Un son est synthétisé à partir de la tension $u(t) = 3\sin(2\pi \times 200\,t) + 1{,}5\sin(2\pi \times 400\,t) + 0{,}3\sin(2\pi \times 800\,t)$. Quelle est la fréquence du son généré ?

Chaque terme est de la forme $U_m \sin(2\pi f t)$: les trois composantes ont pour fréquences 200 Hz, 400 Hz et 800 Hz.

La fréquence d'un son complexe est celle de son fondamental, la plus petite des trois.

La fréquence du son généré est $f = 200$ Hz.

PIÈGE
Additionner les trois fréquences ou retenir la plus grande. La période de la somme est celle de la composante la plus lente, les deux autres étant ses multiples.

2.3.2 Tous les harmoniques de fréquence strictement inférieure à 1000 Hz sont-ils présents ?

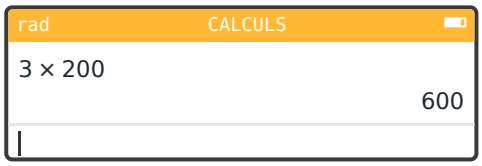
Données utiles $f = 200$ Hz (2.3.1)

Les multiples de 200 Hz strictement inférieurs à 1000 Hz sont 400 Hz, 600 Hz et 800 Hz.

L'expression de $u(t)$ contient des termes à 400 Hz et à 800 Hz, mais aucun à 600 Hz.

Non : l'harmonique de rang 3, de fréquence 600 Hz, est absent.

À LA CALCULATRICE



3.1 Dans la relation $L = 10\log\left(\dfrac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 10^{-12}$ W · m^{-2}, à quoi correspond l'intensité I_0 ?

I_0 est l'intensité sonore de référence : le seuil d'audibilité, plus petite intensité perçue par une oreille humaine normale.

COMPRENDRE
Pour $I = I_0$, on obtient $L = 10\log(1) = 0$ dB : le niveau 0 dB correspond au seuil d'audibilité, pas à l'absence de son.

3.2 Chaque guitare, jouant seule, donne un niveau sonore $L_G = 60$ dBA. Quel niveau sonore L_{2G} mesure-t-on lorsque les deux guitares jouent simultanément ?

Données utiles $L_G = 60$ dBA ; les intensités sonores s'ajoutent

Pour une guitare : $L_G = 10\log\left(\dfrac{I_G}{I_0}\right)$.

Les intensités s'ajoutent : $I_{2G} = I_G + I_G = 2\,I_G$.

$$L_{2G} = 10\log\left(\frac{2\,I_G}{I_0}\right) = 10\log(2) + 10\log\left(\frac{I_G}{I_0}\right) = L_G + 10\log(2)$$

$L_{2G} = 60 + 3{,}0$

$L_{2G} = 63$ dBA

PIÈGE
Additionner les niveaux et annoncer 120 dBA. Ce sont les intensités qui s'ajoutent, jamais les niveaux en décibels.

MÉTHODE
Doubler l'intensité sonore ajoute toujours $10\log(2) \approx 3$ dB au niveau, quelle que soit la valeur de départ. La multiplier par 10 ajoute 10 dB.

À LA CALCULATRICE

