

BT MÉTIERS DE LA MUSIQUE

SCIENCES PHYSIQUES – A. 3

SESSION 2007

Durée : 3 heures
Coefficient : 6

Matériel autorisé :

- Calculatrice conformément à la circulaire N°99-186 du 16/11/1999

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il est complet.
Le sujet comporte 6 pages, numérotées de 1/6 à 6/6.

BT MÉTIERS DE LA MUSIQUE	Session 2007
Sciences physiques – A. 3	Page : 1/6

Q.C.M.

Recopier sur votre copie la (ou les) bonne (s) réponse (s) :

1. La vitesse de propagation du son dans l'eau est :
a. 340 m.s^{-1} b. 1500 m.s^{-1} c. 240 m.s^{-1} .
2. Le son émis par un instrument de musique est un son :
a. pur b. complexe.
3. Une convention internationale fixe la fréquence du la₃ à :
a. 440 Hz b. 400 Hz c. 1000 Hz.
4. La fonction mathématique représentant l'onde sonore associée à un son pur est une fonction :
a. sinusoïdale b. en créneaux c. triangulaire.
5. La hauteur d'un son est liée :
a. à son intensité b. au nombre d'harmoniques c. à la fréquence du son fondamental.
6. On différencie deux instruments de musique grâce à :
a. leur timbre b. la hauteur des notes c. l'intensité acoustique.
7. Un son audible a une fréquence comprise entre :
a. 2 Hz et 2 kHz b. 20 Hz et 20 kHz c. 20 kHz et 200 kHz d. 20 MHz et 200 MHz.
8. Indiquer les domaines de fréquences des infrasons et ultrasons.

Son émis par une corde de violoncelle

Les instruments de musique sont de formes et de dimensions très variées ; ils sont aussi constitués de matériaux très divers. Cependant, tous fonctionnent sur le même principe : les sons qu'ils produisent sont le résultat d'une vibration qui se transmet jusqu'à l'oreille. On peut les classer en trois familles qui sont les cordes, les vents et les percussions. Dans le cas des instruments à cordes, il existe deux techniques de production du son : corde frottée et corde pincée.

Dans cet exercice, on étudie le son produit par une corde vibrante, puis on compare les sons produits par l'une des cordes d'un violoncelle, la corde appelée "corde de sol", selon qu'elle est frottée ou pincée en utilisant un archet. Cette corde de longueur utile $L = 69,0 \text{ cm}$ est fixée à ses deux extrémités sur l'instrument.

Aucune connaissance musicale préalable n'est nécessaire pour résoudre cet exercice.

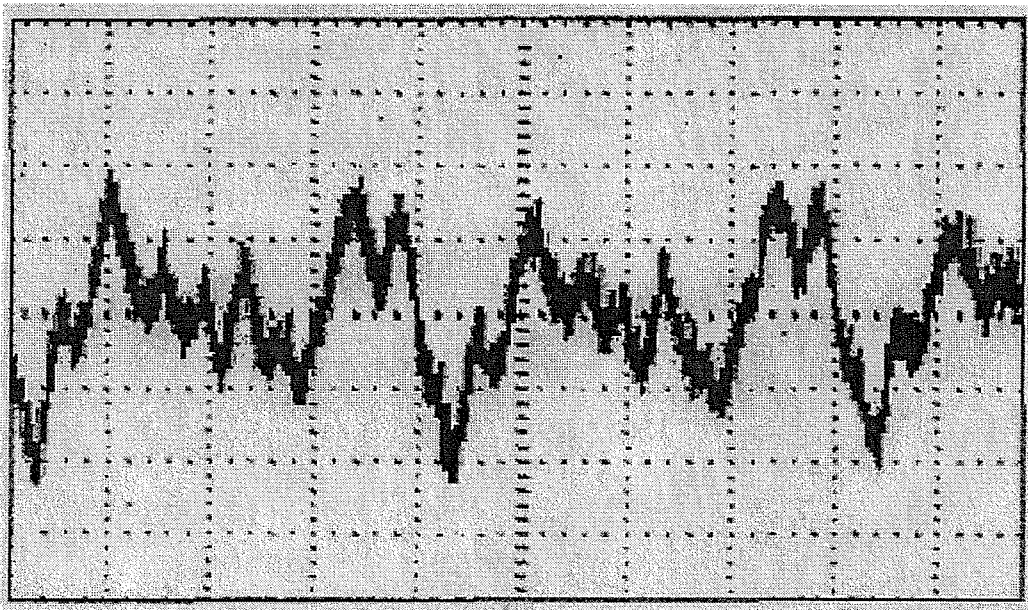
BT MÉTIERS DE LA MUSIQUE	Session 2007
Sciences physiques – A. 3	Page : 2/6

A) Le son produit par la corde frottée

Le violoncelliste frotte la corde avec son archet pour la mettre en vibration. Ainsi excitée, la corde peut vibrer selon plusieurs modes.

1. Comment appelle-t-on les modes de vibration de la corde de longueur L (pour $n = 1$ et $n > 1$ avec n entier naturel) ?
2. Décrire l'aspect de la corde vibrant dans son mode fondamental, quand on l'observe à la lumière du jour et l'illustrer par un schéma sans souci d'échelle, en indiquant les nœuds et les ventres de vibration.
3. Donner la relation reliant la longueur d'onde λ , la longueur de la corde L et le rang n de l'harmonique.
4. Calculer la longueur d'onde λ correspondante au mode fondamental ($n = 1$).
Le son produit par la corde est étudié à l'aide d'un microphone branché à un oscilloscope numérique. L'oscillogramme correspondant est donné à la **figure 7** ci-dessous.

FIGURE 7
Base de temps : $2,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$



5. Exploiter cet oscillogramme pour déterminer la période T et la fréquence f_1 du mode fondamental.
6. À quelle qualité physiologique du son est associée cette fréquence ?
7. Décrire la méthode qui permet de retrouver la fréquence du mode fondamental en utilisant un stroboscope.

8. Donner la relation liant la longueur d'onde λ , la célérité v et la fréquence f_1 .
9. Calculer la célérité v de la vibration le long de cette corde.

On réalise une analyse spectrale du son produit par cette corde vibrant sur toute sa longueur.

Le spectre de fréquences est représenté à la **figure 8** ci-dessous.

Sur ce spectre sont repérés cinq pics notés (a), (b), (c), (d), et (e).

On note f_2 et f_3 les fréquences des deux harmoniques immédiatement supérieures à la fréquence fondamentale f_1 .

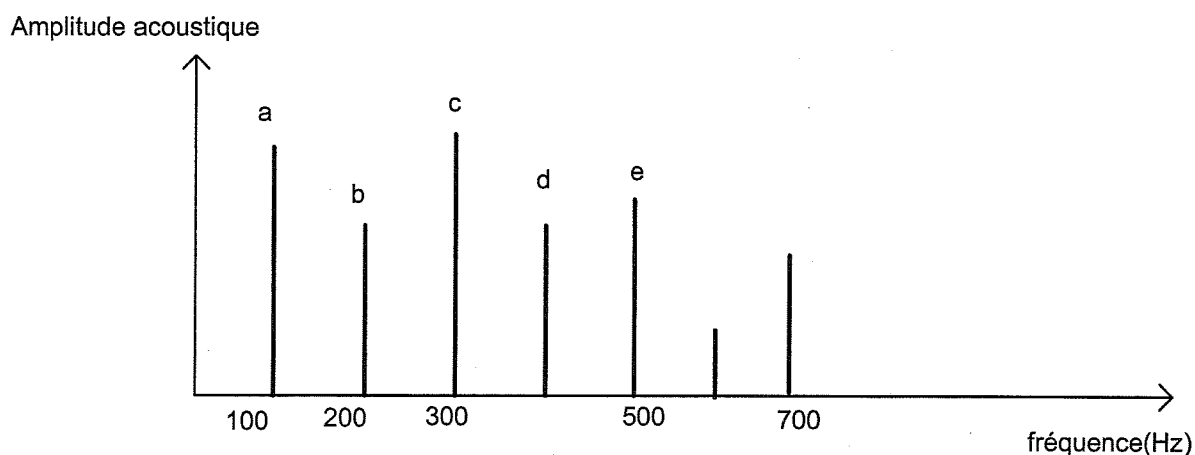


FIGURE 8

10. Écrire la relation existant entre f_2 et f_1 d'une part ; entre f_3 et f_1 d'autre part.
11. Retrouver, parmi ces cinq pics, celui qui correspond au mode fondamental de fréquence f_1 et préciser ceux qui correspondent à f_2 et f_3 .

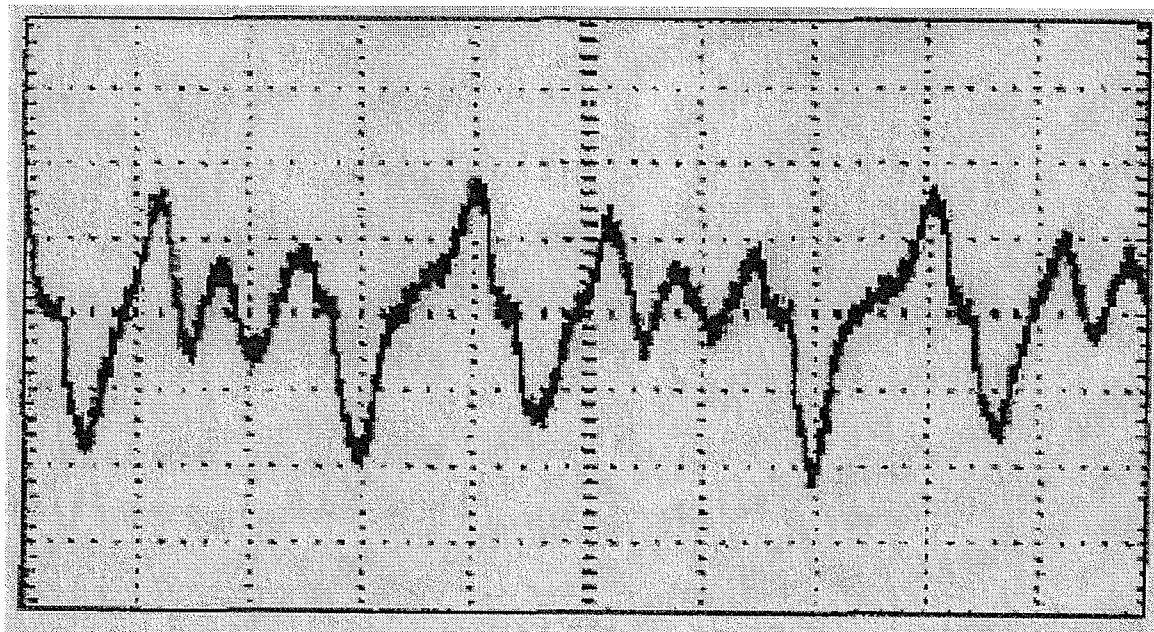
Pour jouer la note à l'octave supérieure, le violoncelliste excite la corde avec l'archet tout en appuyant en son milieu, ce qui revient à diviser la longueur L de la corde par deux. On rappelle que la fréquence du son produit est inversement proportionnelle à la longueur de la corde.

12. Donner, en fonction de f_1 , l'expression de la fréquence f' du fondamental du son produit lorsque le violoncelliste joue la note à l'octave supérieure.

B) Le son produit par la corde pincée

Par une autre technique appelée "pizzicato", le violoncelliste pince maintenant la corde de sol pour la mettre en vibration. L'oscillogramme correspondant au son émis par la corde en appliquant la technique "pizzicato" est donné à la **figure 9** ci-dessous.

FIGURE 9
Base de temps : $2,5 \text{ ms} \cdot \text{div}^{-1}$



1. Exploiter la **figure 9** pour déterminer la période T et la fréquence f du son.
2. Indiquer si la hauteur du son est modifiée par rapport à celle du son étudié à la question A.
3. En comparant les figures 7 et 9 ci dessus :
 - a. indiquer la caractéristique physiologique du son qui a ainsi été modifiée ; justifier la réponse ;
 - b. le son produit par la corde vibrante est-il pur ou complexe ? Justifier.

Mouvement sinusoïdal

L'extrémité A d'une corde élastique est animée d'un mouvement sinusoïdal entretenu, dont l'élongation est donnée en fonction du temps par l'équation :

$$Y(t) = 20 \sin(10 \pi t + \pi/2) \quad ; \quad \text{avec } Y \text{ en cm et } t \text{ en s.}$$

1. Déterminer l'amplitude du mouvement de A.

2. Déterminer la pulsation du mouvement de A.
3. Déterminer la période et la fréquence du mouvement de A.
4. Déterminer la phase à l'origine du mouvement de A.
5. Représenter sur votre copie l'élongation de l'extrémité pendant 400 ms.

(Échelle : en ordonnée, 1 cm correspond à 5 cm ; et en abscisse, 1 cm correspond à 50 ms).

Circuit RLC

Un conducteur ohmique de 2000Ω est branché aux bornes d'un générateur imposant à ses bornes une tension sinusoïdale $u(t)$ d'amplitude $U_{\max} = 311 \text{ V}$ et de fréquence 50 Hz.

1. Calculer la valeur efficace U_{eff} de la tension $u(t)$.
2. En déduire l'intensité efficace du courant dans le circuit.
3. Quelle est la capacité du condensateur qui, branché aux bornes du générateur précédent, possède la même impédance que celle du conducteur ohmique ?
4. On associe, en série, les trois dipôles précédents : générateur, conducteur ohmique et condensateur.
Calculer :
 - a. l'impédance du circuit
 - b. l'intensité efficace du courant.