

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2017

TECHNIQUES DE LA MUSIQUE ET DE LA DANSE

## SCIENCES PHYSIQUES

### ÉPREUVE DU VENDREDI 16 JUIN 2017

L'usage des instruments de calcul et de dessin est autorisé selon les termes de la **circulaire 99-186 du 16 novembre 1999** :

*Le matériel autorisé comprend toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique à condition que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante.*

*Les échanges de machines entre candidats, la consultation des notices fournies par les constructeurs ainsi que les échanges d'informations par l'intermédiaire des fonctions de transmission des calculatrices sont interdits.*

**Le sujet comporte 6 pages numérotées de 1/6 à 6/6.**

GROUPEMENTS I-II-III-IV		BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	
Coef. : 3	Session : 2017	Durée : 2 heures	
SÉRIES TMD		Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	
Repère : 17PYMDME1		Ce sujet comporte : 6 pages	Page 1/6

# Un peu d'acoustique musicale

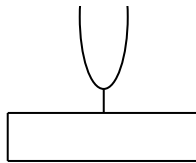
## Liste des données :

- Célérité du son dans l'air à 15°C :  $c = 340 \text{ m.s}^{-1}$
- Relation entre longueur d'onde  $\lambda$  et période d'une onde  $T$  :  $\lambda = c \times T$
- On précise que la fréquence du  $la_3$  est de 440 Hz.
- Pour exprimer un intervalle en savarts, on utilise la relation  $I = 1000 \times \log\left(\frac{f_1}{f_2}\right)$ .

## Exercice I : (8 points)

### Partie 1 : Étude d'un diapason

En musique, le diapason est un outil de musicien donnant la hauteur (fréquence en hertz) d'une note-repère conventionnelle, en général le **la<sub>3</sub>**, afin que celui-ci accorde son instrument. Par extension, le diapason désigne la hauteur absolue de la note de référence mondialement acceptée.



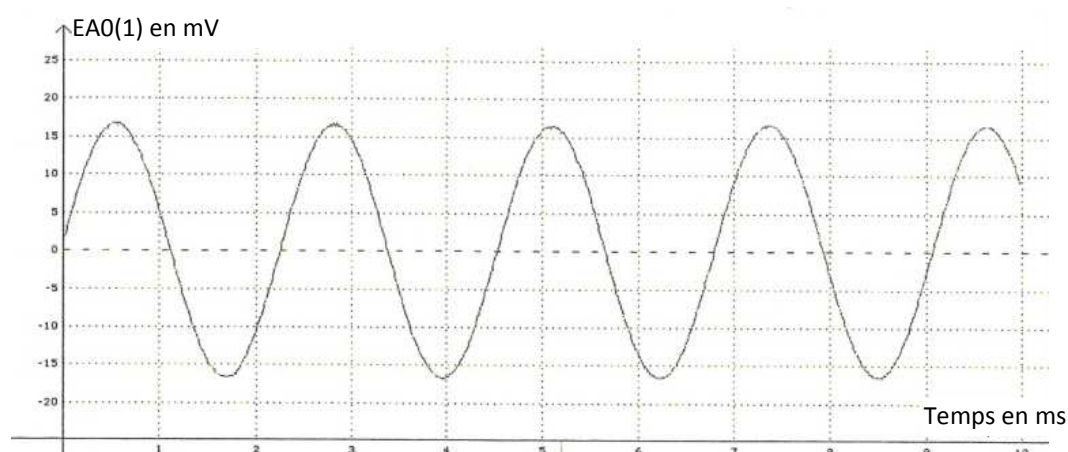
Le diapason est constitué de deux lames (branches) épaisses parallèles, soudées en forme de U et prolongées par une tige.

1. Expliquer le phénomène à l'origine de l'émission du son.
2. Proposer une expérience simple à réaliser afin de mettre en évidence les vibrations des branches du diapason.
3. Quelles sont les caractéristiques (qualités physiologiques) d'un son musical ?
4. À quelle grandeur ou phénomène physique se rapporte chacune de ces caractéristiques ?
5. Quel(s) renseignement(s) fournit l'analyse spectrale d'un son ?

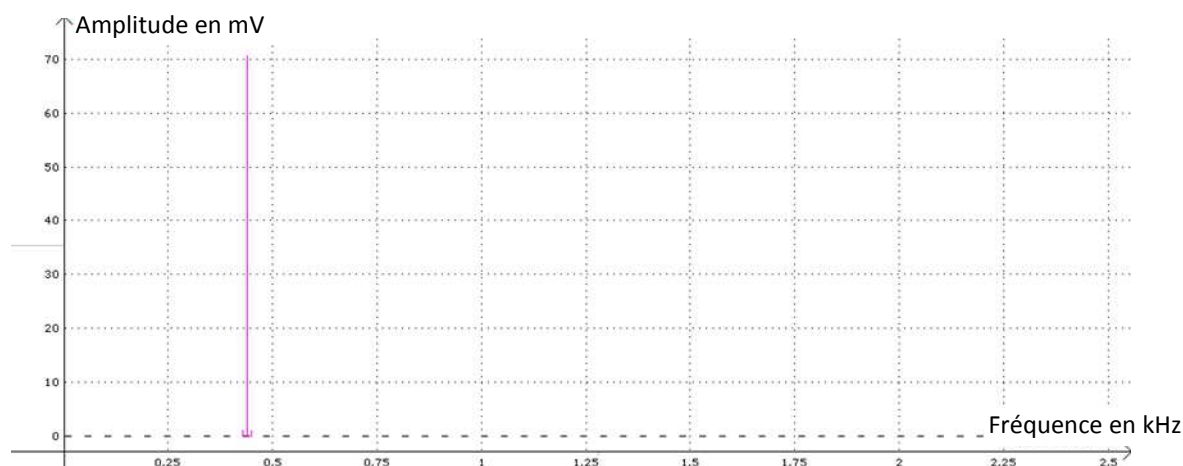
On frappe d'un coup sec l'une des deux branches du diapason posé sur son résonateur. Le son enregistré puis l'analyse spectrale sont fournis dans le **document 1** page 3/6.

## Document 1 : Enregistrement et analyse spectrale du son émis par le diapason $la_3$ .

### Enregistrement du son émis par le diapason $la_3$



### Analyse spectrale du son émis par le diapason $la_3$



6. Le diapason émet-il un son pur ? Justifier en s'appuyant sur le document 1.
7. Représenter schématiquement l'état vibratoire de l'air qui vibre dans la caisse de résonance dans son mode fondamental. Préciser les zones de nœud et de ventre de la surpression de l'air qui vibre dans la caisse de résonance dans son mode fondamental.
8. Montrer que cette modélisation du résonateur de longueur  $L$  conduit à la relation  $L = \frac{c}{4f}$  où  $f$  est la fréquence du son émis par le diapason.
9. Calculer  $L$ .

## Partie 2 : Fabrication d'un diapason

Des études en acoustique musicale montrent qu'il est possible d'établir une relation entre, d'une part, la fréquence fondamentale du diapason  $f$ , et d'autre part, ses dimensions et le matériau dont il est fait. La relation est la suivante :

$$f = k \times \frac{1}{l^2}$$

où

- $f$  est la fréquence fondamentale avec laquelle le diapason vibre, exprimée en hertz ;
- $k$  est une constante qui dépend du matériau (ses propriétés physiques et son épaisseur) ; on prendra  $k = 13,2 \text{ s}^{-1} \text{ m}^2$  pour cette partie ;
- $l$  est la longueur des branches, exprimée en mètre.

10. La fréquence fondamentale du diapason est-elle proportionnelle à la longueur des branches ? Justifier.
11. Quelle doit-être la longueur des deux branches du diapason pour qu'il émette la note  $\text{mi}_3$  de fréquence 330 Hz ?

On dispose de deux diapasons de longueurs  $l$  différentes, tous deux faits du même matériau (de l'acier) et de même épaisseur.

12. Comment reconnaître, sans même faire sonner les diapasons, celui qui sera le plus aigu ? Justifier.

## **Exercice II : Quelques notions autour de la consonance. (7 points)**

Un intervalle est dit consonant s'il donne une impression agréable à l'oreille. La consonance des accords est à la base de l'harmonie. L'effet de consonance de deux notes s'explique par le recouvrement plus ou moins important des harmoniques de chacune d'elles.

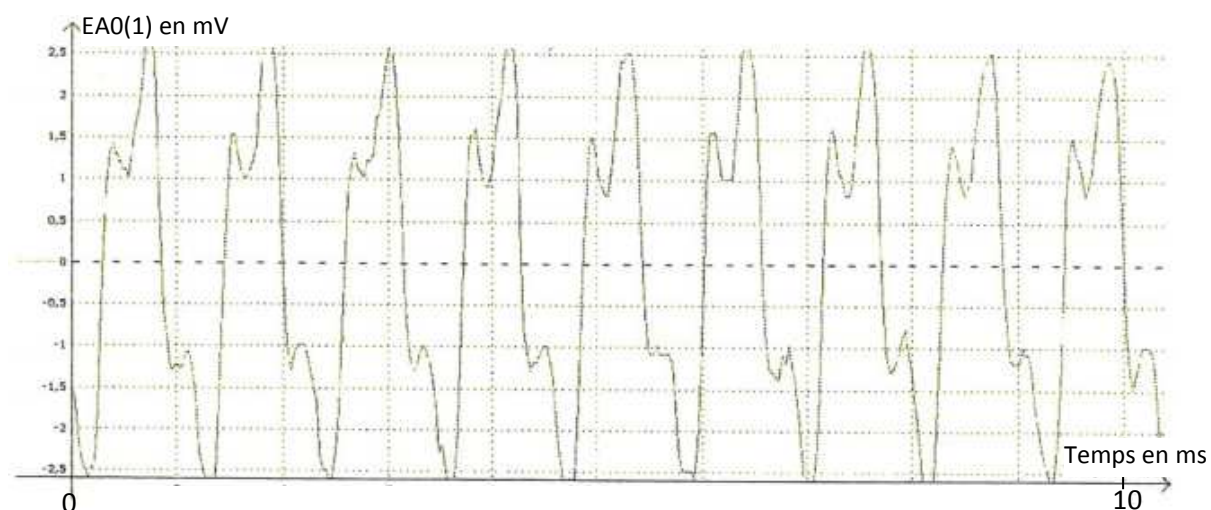
1. Quelle relation mathématique existe-t-il entre la fréquence des harmoniques et la fréquence fondamentale d'un son musical ?
2. Donner la définition d'une octave. Calculer l'intervalle d'une octave en savarts.
3. Expliquer pourquoi l'octave est un intervalle consonant en comparant les différentes harmoniques.

L'accord majeur « fondamentale – tierce majeure – quinte » est considéré comme le plus consonant de tous. On rappelle que :

- la tierce majeure est l'intervalle séparant deux notes dont les fréquences sont dans le rapport  $\frac{5}{4}$  ;
  - la quinte est l'intervalle séparant deux notes dont les fréquences sont dans le rapport  $\frac{3}{2}$ .
4. L'accord do-mi-sol est un accord majeur. Sachant que la fréquence du do<sub>3</sub> est 262 Hz, calculer la fréquence des notes mi<sub>3</sub> et sol<sub>3</sub>.

On s'intéresse au son émis par une flûte. Le **document 2** présente l'enregistrement d'un son joué par la flûte.

### **Document 2 : Enregistrement du son émis par la flûte**



5. Calculer la fréquence du son émis par la flûte.
6. Quelle est la note jouée par la flûte dans la gamme tempérée ?

### **Exercice III : Acquisition du son émis par un diapason. (5 points)**

Afin de numériser le signal sonore émis par un diapason à 440 Hz, on utilise un microphone relié à un convertisseur de résolution 8 bits. On utilise le calibre  $[- 1,0 \text{ V} ; + 1,0 \text{ V}]$ . La fréquence d'échantillonnage vaut  $f_e = 1,0 \text{ MHz}$ . On enregistre pendant une durée  $\Delta t = 100 \text{ ms}$ .

- On rappelle que  $1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$ .
- On considère que la quantification de la numérisation est satisfaisante si le pas est inférieur à  $0,01 \text{ V}$ .
- On considère que l'échantillonnage est correct à condition qu'au moins dix points de mesure soient effectués sur une période du signal à numériser.
- À chaque mesure, l'ordinateur enregistre un nombre binaire codé sur 8 bits, c'est-à-dire un octet.

1. Avec un convertisseur de résolution 8 bits, combien de valeurs peut-on coder ?
2. On rappelle que le pas est l'écart entre deux niveaux de quantification successifs.  
À l'aide du calibre choisi, déterminer le pas  $p$  associé à cette quantification de numérisation.
3. La quantification vous paraît-elle satisfaisante ? Justifier.
4. Quelle est la signification de la fréquence d'échantillonnage ?
5. Calculer le nombre de points de mesure par période du signal numérisé.
6. Le signal numérique sera-t-il correctement numérisé ? Justifier.
7. Déterminer le nombre d'octets qui seront enregistrés par l'ordinateur à la fin de l'enregistrement.
8. On souhaite alléger la taille du fichier enregistré ; sur quel(s) paramètre(s) peut-on jouer ?