

# BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2019

TECHNIQUES DE LA MUSIQUE ET DE LA DANSE

## SCIENCES PHYSIQUES

### ÉPREUVE DU MARDI 18 JUIN 2019

L'usage de tout modèle de calculatrice, avec ou sans mode examen, est autorisé.

La clarté des raisonnements et la qualité de la rédaction seront prises en compte dans l'appréciation des copies.

Le sujet comporte 7 pages numérotées de 1/7 à 7/7, dont un document réponse à rendre avec la copie.

GROUPEMENTS I-II-III-IV		BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	
Coef. : 3	Session : 2019	Durée : 2 heures	
SÉRIES TMD		Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	
Repère : 19PYMDME1	Ce sujet comporte : 7 pages		Page 1/7

L'**ocariflute** est un instrument de musique à vent, mélange entre une flûte et un ocarina, d'où son nom. Ses sonorités peuvent être proches de celles obtenues avec des diapasons. Il a été inventé vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle par le français Charles Matthieu qui a déposé le modèle.

L'ocariflute est de forme conique, fabriqué en métal coulé. Il est percé de 8 trous sur la partie supérieure et de 2 trous sur la partie inférieure. Chaque trou porte un numéro dont sa hauteur est annotée en anglais et en solfège.



### Exercice I : Étude du son émis à l'oscilloscope (7 points)

#### Données :

- La célérité du son dans l'air est proportionnelle à la racine carrée de la température absolue en kelvin.
- $T(K) = 273 + \theta$  (°C).
- Une oreille moyenne ne distingue pas en hauteur deux sons si leur intervalle est inférieur à  $5\sigma$ .
- Dans la gamme tempérée, l'intervalle numérique d'un demi-ton vaut  $2^{\frac{1}{12}}$  et l'intervalle en savarts vaut  $25\sigma$ .
- L'intervalle mesuré en savarts entre deux notes de fréquences  $f_1$  et  $f_2$  est donné par :

$$I = 1000 \times \log\left(\frac{f_2}{f_1}\right)$$

- La longueur d'onde  $\lambda$  est liée à la célérité  $c$  du son et à sa fréquence  $f$  par :

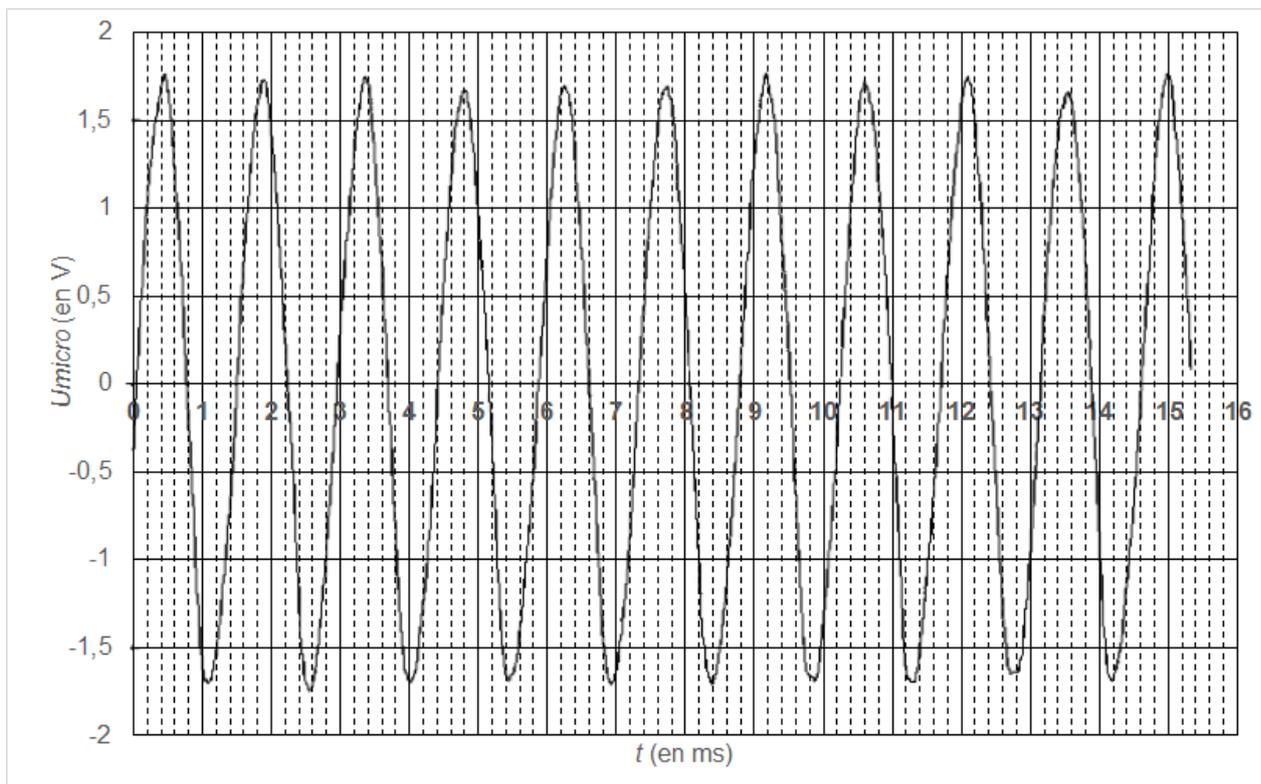
$$\lambda = \frac{c}{f}$$

On se propose, dans cette partie, d'étudier le son émis par l'ocariflute.

Au laboratoire, on enregistre le son produit par l'instrument et l'on obtient la représentation temporelle donnée en **document 1**.

<b>GROUPEMENTS I-II-III-IV</b>		<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>Coef. : 3</b>	<b>Session : 2019</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	
<b>SÉRIES TMD</b>		<b>Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES</b>	
<b>Repère : 19PYMDME1</b>	<b>Ce sujet comporte : 7 pages</b>	<b>Page 2/7</b>	

## Document 1



- 1.1. Indiquer en justifiant, si le son produit par l'instrument semble pur ou complexe.
- 1.2. Déterminer la fréquence  $f_a$  de la note jouée.
- 1.3. Sachant que la fréquence du  $la_3$  est  $f(la_3) = 440$  Hz, déterminer la note jouée dans la gamme tempérée.

L'enregistrement a été réalisé à la température  $\theta_a = 15^\circ\text{C}$ . Dans ces conditions, la célérité du son est égale à  $c_a = 340$  m·s<sup>-1</sup>.

Un musicien rejoue la même note que précédemment mais à une température  $\theta_b = 27^\circ\text{C}$ .

- 1.4. Montrer que la célérité du son  $c_b$  à cette température vaut 347 m·s<sup>-1</sup>.
- 1.5. En considérant que la longueur d'onde du son reste constante avec la température, déterminer la nouvelle fréquence  $f_b$  émise par l'instrument.
- 1.6. Indiquer en justifiant, si l'intervalle de fréquences entre  $f_a$  et  $f_b$  est audible par une oreille moyenne.

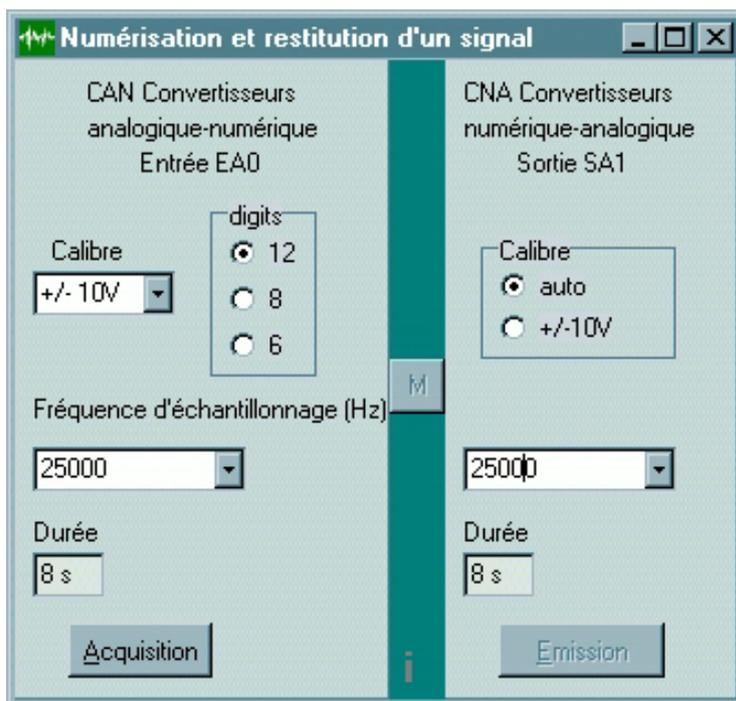
<b>GROUPEMENTS I-II-III-IV</b>		<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>Coef. : 3</b>	<b>Session : 2019</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	
<b>SÉRIES TMD</b>		<b>Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES</b>	
<b>Repère : 19PYMDME1</b>	<b>Ce sujet comporte : 7 pages</b>	<b>Page 3/7</b>	

## Exercice II : Numérisation du signal (6 points)

Le pas  $q$  d'un CAN, en fonction de la plage en tension  $U$  et du **nombre de bits  $n$  (ou digits)**, est donné par :  $q = \frac{U}{2^n}$ .

Afin d'affiner l'étude du son émis par l'ocariflute, on se propose de numériser ce son. Le signal délivré par un microphone est appliqué à l'entrée EA0 d'une carte d'acquisition reliée à un ordinateur. La fenêtre de paramétrage de l'acquisition est donnée au **document 2**.

Document 2



- 2.1. L'entrée de la carte d'acquisition est composée d'un circuit spécialisé appelé CAN. Expliquer le rôle de ce circuit.
- 2.2. À partir du **document 2**, déterminer la période d'échantillonnage  $T_e$  du convertisseur.

GROUPEMENTS I-II-III-IV		BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	
Coef. : 3	Session : 2019	Durée : 2 heures	
SÉRIES TMD		Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	
Repère : 19PYMDME1	Ce sujet comporte : 7 pages	Page 4/7	

- 2.3. Montrer que le nombre de points échantillonnés sur la durée de l'enregistrement est de 200 000.
- 2.4. Relever sur le **document 2** le nombre de bits et la plage en tension utilisée pour cette acquisition.
- 2.5. En déduire le pas  $q$  du convertisseur.

Pour réduire le volume du fichier enregistré, on paramètre maintenant le CAN sur 8 bits, sans changer la fréquence d'échantillonnage. Chaque point échantillonné est donc codé sur 8 bits, soit 1 octet.

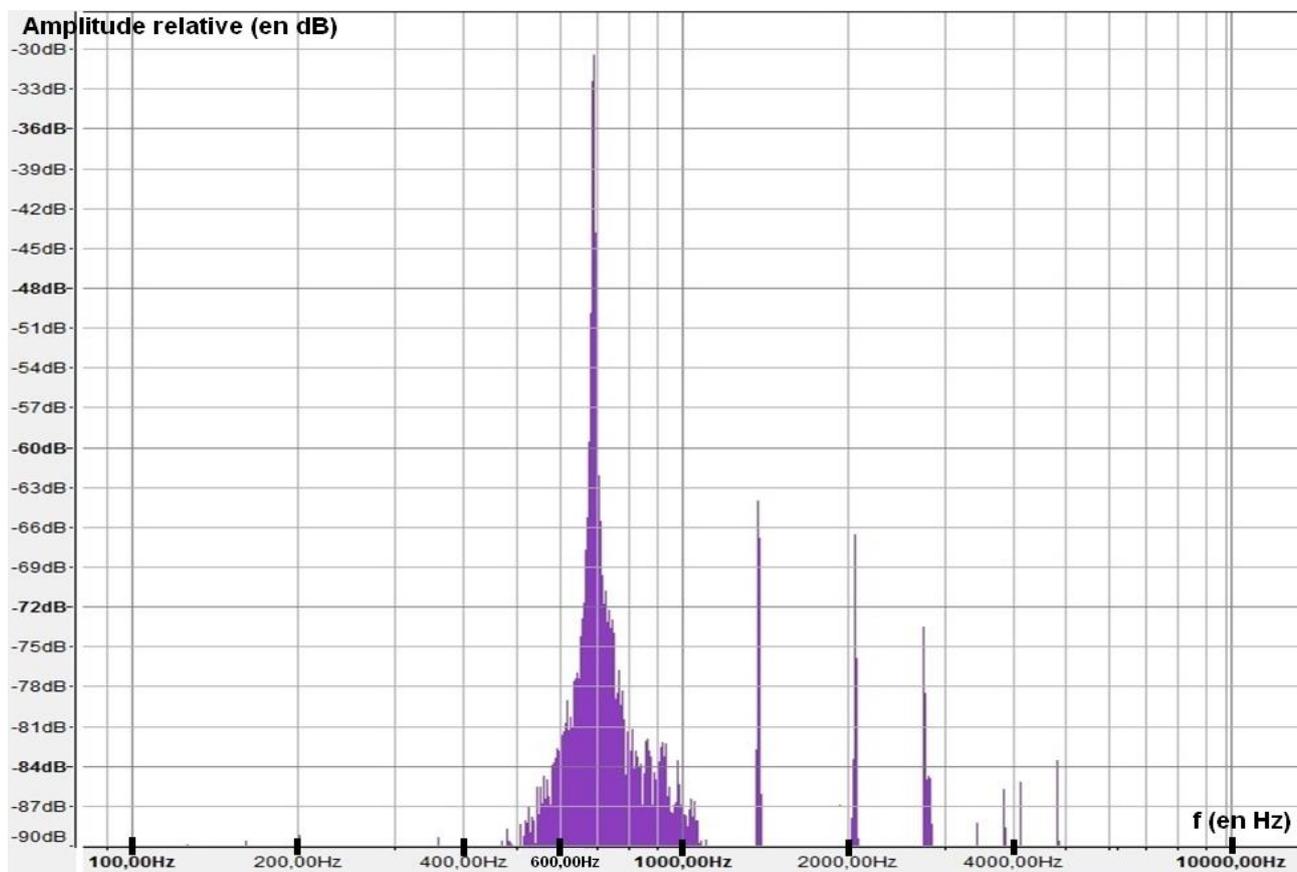
- 2.6. Dans ces conditions, déterminer le nombre d'octets  $N$  stockés en mémoire pour un signal qui dure 8 secondes.

<b>GROUPEMENTS I-II-III-IV</b>		<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>Coef. : 3</b>	<b>Session : 2019</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	
<b>SÉRIES TMD</b>		<b>Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES</b>	
<b>Repère : 19PYMDME1</b>	<b>Ce sujet comporte : 7 pages</b>	<b>Page 5/7</b>	

### Exercice III : Étude harmonique (7 points)

Le son de l'ocariflute étant numérisé, on procède à une analyse spectrale du signal et l'on obtient le **document 3**.

**Document 3**



- 3.1. Indiquer, en justifiant, si le son émis par l'ocariflute est un son pur ou complexe.
- 3.2. Déterminer la fréquence  $f_1$  du fondamental.
- 3.3. Citer la qualité physiologique du son correspondant à la fréquence  $f_1$ .
- 3.4. Déterminer, par le calcul, les fréquences des harmoniques de rang 2 et de rang 3.
- 3.5. À la lecture du spectre (**document 3**), dire si ces harmoniques sont présents.
- 3.6. Citer la qualité physiologique du son associée à l'ensemble des harmoniques.

On modélisera l'ocariflute comme un instrument à vent dont les deux extrémités sont ouvertes.

- 3.7. Sur l'**annexe 1**, à rendre avec la copie, représenter l'état vibratoire de la colonne d'air pour le mode fondamental (**figure a**) et pour l'harmonique de rang 2 (**figure b**), en précisant la position des ventres et des nœuds de vibration.

<b>GROUPEMENTS I-II-III-IV</b>		<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>Coef. : 3</b>	<b>Session : 2019</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	
<b>SÉRIES TMD</b>		<b>Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES</b>	
<b>Repère : 19PYMDME1</b>	<b>Ce sujet comporte : 7 pages</b>	<b>Page 6/7</b>	

<b>DOCUMENT RÉPONSE</b>
-------------------------

**ANNEXE 1 À RENDRE AVEC LA COPIE**

**Figure a.**



**Figure b.**



<b>GROUPEMENTS I-II-III-IV</b>		<b>BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE</b>	
<b>Coef. : 3</b>	<b>Session : 2019</b>	<b>Durée : 2 heures</b>	
<b>SÉRIES TMD</b>		<b>Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES</b>	
<b>Repère : 19PYMDME1</b>	<b>Ce sujet comporte : 7 pages</b>		<b>Page 7/7</b>