

BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE

SESSION 2016

TECHNIQUES DE LA MUSIQUE ET DE LA DANSE

SCIENCES PHYSIQUES

ÉPREUVE DU MERCREDI 15 JUIN 2016

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 10 pages numérotées de 1/10 à 10/10 dont une annexe page 9/10 et 10/10 à rendre avec la copie.

GROUPEMENTS I-II-III-IV		BACCALAURÉAT TECHNOLOGIQUE	
Coef. : 3	Session : 2016	Durée : 2 heures	
SÉRIES TMD		Épreuve : SCIENCES PHYSIQUES	
Repère : 16PYMDME1	Ce sujet comporte : 10 pages	Page 1/10	

Données pour les trois exercices

– La fréquence du La₃ est 440 Hz

– L'intervalle I exprimé en savarts σ entre deux notes de fréquences N_1 et N_2 est :

$$I = 1000 \log \frac{N_2}{N_1}$$

– La variation de niveau sonore ΔL_{dB} entre 2 sons d'intensité I_1 et I_2 est :

$$\Delta L_{dB} = 10 \log \frac{I_2}{I_1}$$

– L'intervalle correspondant à $\frac{1}{2}$ ton est : $I = 25 \sigma$

– Pour un tube fermé à une extrémité et ouvert à l'autre, la fréquence N d'un son en Hz est donnée par la formule : $N = (2k + 1) \frac{c}{4L}$ avec

- k nombre entier,
- c célérité du son (340 m.s^{-1} dans l'air sec)
- L longueur du tube en m.

EXERCICE I : LE DIDGERIDOO (8 points)

Cet exercice est un questionnaire à réponses ouvertes courtes. À chaque question peuvent correspondre une ou plusieurs propositions exactes.

Inscrire en toutes lettres « VRAI » ou « FAUX » dans la case correspondante du tableau figurant dans **L'ANNEXE (page 9/10 et 10/10) À RENDRE AVEC LA COPIE.**

Donner **une justification** pour les questions 1, 6, 7, 8, 9 et 10.

Une absence de réponse sera évaluée de la même façon qu'une réponse fausse.

Le **didgeridoo** est un instrument de musique à vent de la famille des cuivres, bien qu'il soit en bois. On l'assimile à un instrument **fermé à une extrémité et ouvert à l'autre** comme la trompette, le trombone... À l'origine, cet instrument est joué par les Aborigènes du Nord de l'Australie, son usage semble très ancien et pourrait remonter à l'âge de la pierre (20 000 ans).

Le didgeridoo est principalement fabriqué à partir d'un tronc d'eucalyptus creusé naturellement dans toute sa longueur par des termites. Sa longueur varie de 1,00 à 1,80 m en moyenne, et son diamètre de 5 à 30 cm.

Wikipédia

Nous allons étudier un didgeridoo de 1,30 m de long qui émet une note de fréquence $N = 65$ Hz.

1. La note jouée est :
 - a. un do_2
 - b. un do_1
 - c. un mi_1
2. La fréquence $N = 65$ Hz est la fréquence :
 - a. de l'harmonique de rang 1
 - b. de l'harmonique de rang 2
 - c. du mode fondamental
3. Les harmoniques du didgeridoo sont :
 - a. pairs
 - b. impairs
 - c. pairs et impairs
4. À la fréquence $N = 65$ Hz, on observe :
 - a. un ventre et 2 nœuds
 - b. un nœud et 2 ventres
 - c. un ventre et un nœud



5. Pour cette fréquence, la longueur d'onde λ est donnée par l'expression :
- $\lambda = 4 \times L$
 - $\lambda = \frac{L}{4}$
 - $\lambda = 2 \times L$
6. La représentation suivante **N V N V N V** correspond à l'harmonique :
- de fréquence $N = 130$ Hz
 - de fréquence $N = 195$ Hz
 - de fréquence $N = 325$ Hz
7. Pour jouer la note à l'octave supérieure, la longueur d'un didgeridoo devrait être égale à :
- 0,65 m
 - 1,95 m
 - 2,60 m

Le musicien change de didgeridoo. On effectue l'enregistrement de la tension électrique $u(t)$ aux bornes d'un microphone placé à la sortie du didgeridoo à l'aide d'un dispositif d'acquisition informatisé. On obtient l'enregistrement (Figure 1) ci-dessous :

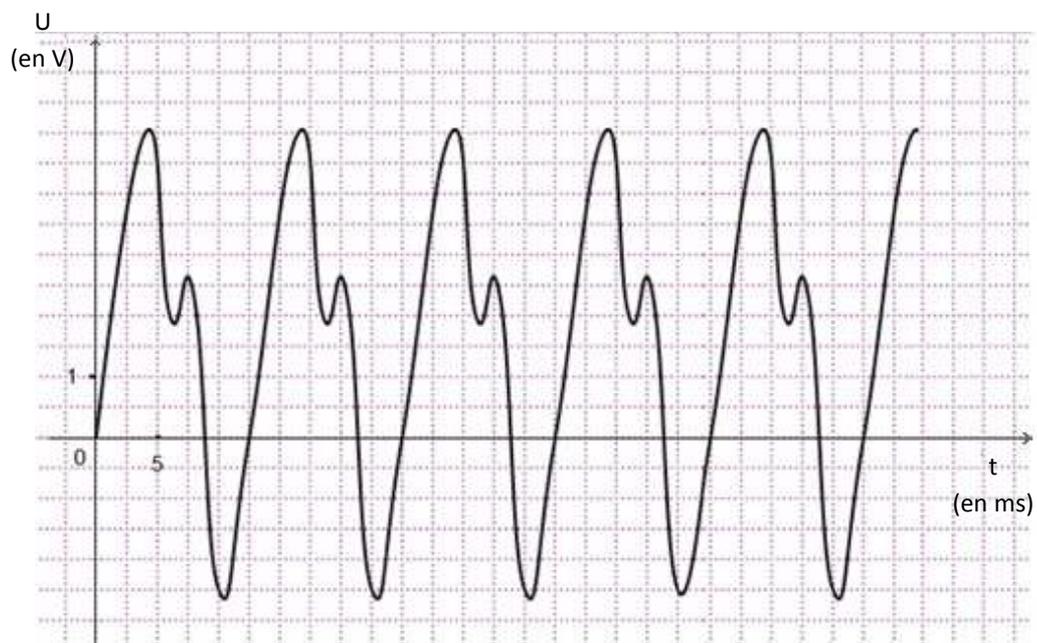


Figure 1

8. La fréquence du fondamental est :

- a. 20 Hz
- b. 80 Hz
- c. 800 Hz

Le spectre de fréquence correspondant au son émis précédemment par le didgeridoo est l'un des spectres proposés ci-dessous : (figures 2.a, 2.b, 2.c ou 2.d)

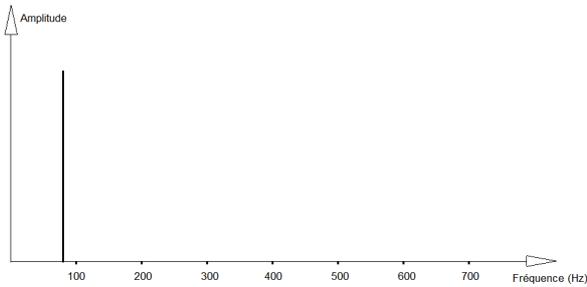


Figure 2.a

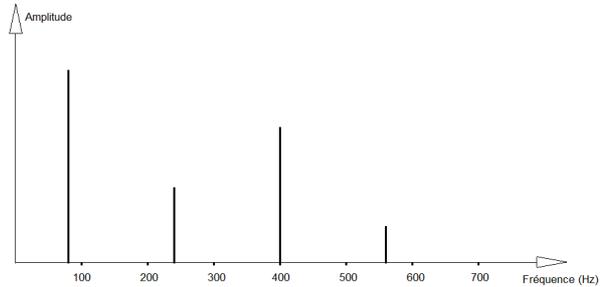


Figure 2.b

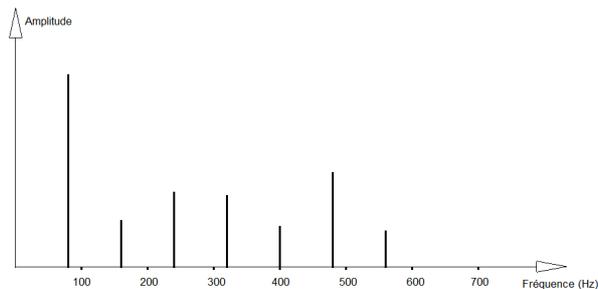


Figure 2.c

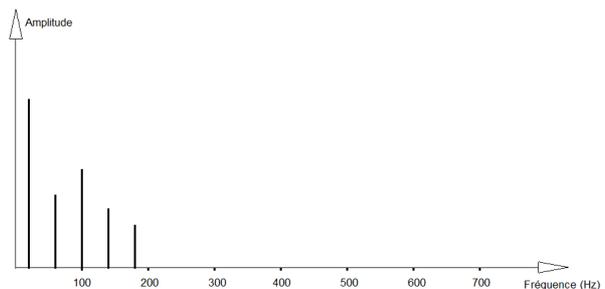


Figure 2.d

9. Le spectre de fréquence correspond :

- a. à la figure 2.a
- b. à la figure 2.b
- c. à la figure 2.c
- d. à la figure 2.d

10. Le niveau sonore enregistré par un didgeridoo est $L_{dB} = 85$ dB. Si 8 didgeridoos identiques jouent simultanément, le niveau sonore sera :

- a. $L_{dB} = 93$ dB
- b. $L_{dB} = 94$ dB
- c. $L_{dB} = 680$ dB

EXERCICE II : LA NUMÉRISATION D'UN SIGNAL (6 points)

Sources :

« Traitement du signal » de D.Chareyron et « Principe du passage de l'analogique au numérique » de M.Glénat et D.Chareyron.

Site Culture Sciences (Physique) de l'ENS de Lyon.

La numérisation consiste à transformer un signal analogique en un signal numérique. Le passage de l'analogique au numérique repose sur trois étapes successives : l'échantillonnage, la quantification et le codage.

Dispositif d'enregistrement et de conversion d'un son :

Figure 1

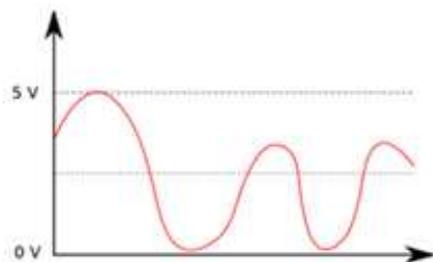
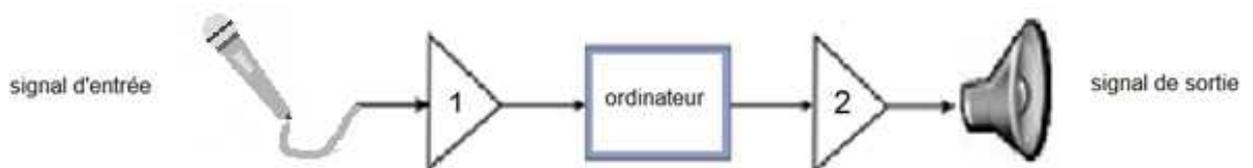


Figure 2.a

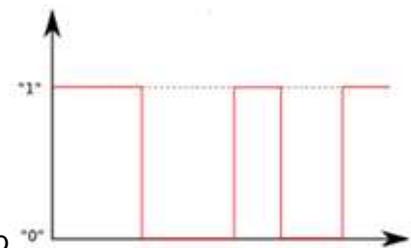


Figure 2.b

1. Qu'est-ce qu'un signal analogique ?
2. Qu'est-ce qu'un signal numérique ?
3. Associer chacun de ces signaux à la figure 2.a ou 2.b.
4. Lequel de ces deux signaux peut-on associer :
 - à un disque vinyle ?
 - à un DVD ?
5. De quel type est le signal d'entrée sur la figure 1 ? Et le signal de sortie ?
6. Dans ce dispositif (Figure 1), le CAN se trouve-t-il en 1 ou en 2 ?

Le premier paramètre à fixer lors de la numérisation correspond au nombre d'échantillons prélevés en une seconde. On définit ainsi la fréquence d'échantillonnage. Voici deux exemples d'échantillonnage du même signal :

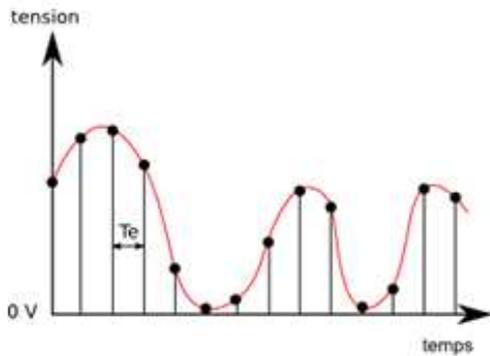


Figure 3.a

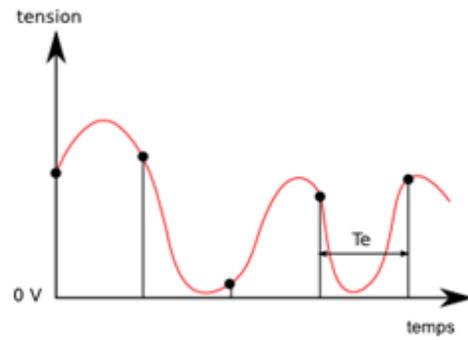
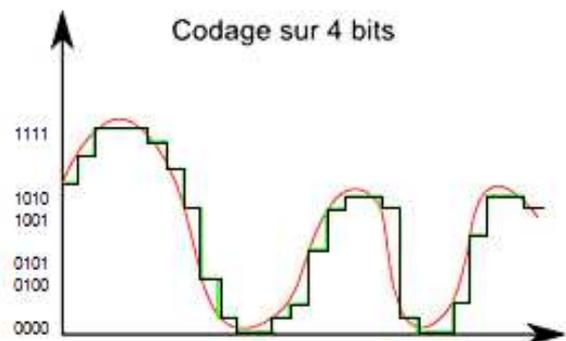
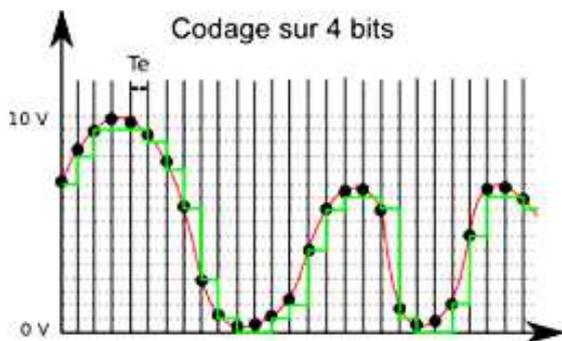
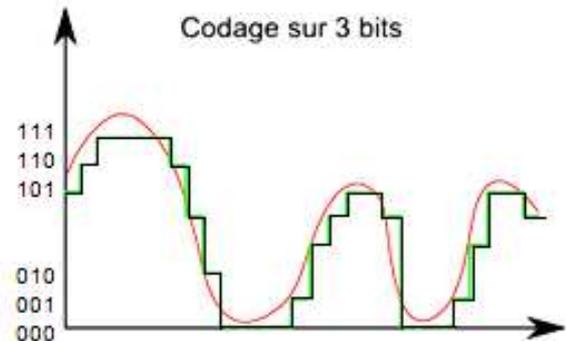
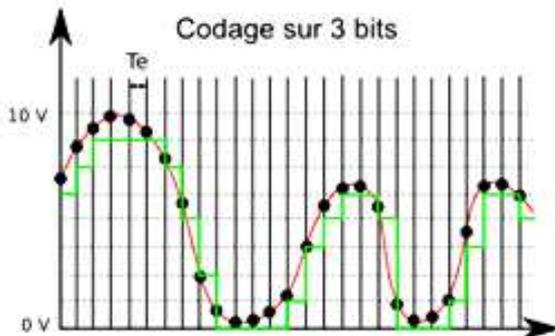


Figure 3.b

7. La période d'échantillonnage de la figure 3.a est-elle plus ou moins grande que la période d'échantillonnage de la figure 3.b ? Comparer les fréquences d'échantillonnage. Quelle est le meilleur échantillonnage ? Justifier.

Une fois le signal échantillonné, chaque échantillon va être quantifié puis codé. La précision ou résolution du signal obtenu en sortie va dépendre du convertisseur utilisé. Le pas p (ou résolution) est la plus petite variation de tension que peut repérer le convertisseur, il est donné par : $p = \frac{U_{\max}}{2^n - 1}$ avec n le nombre de bits utilisés pour le codage, et U_{\max} la tension maximale ($U_{\max} = 10 \text{ V}$ dans notre cas).

Voici deux exemples de codage sur 3 et 4 bits à fréquence d'échantillonnage fixe.



8. Combien de valeurs peut-on coder sur 3 bits ? Sur 4 bits ?
 9. Quel est le meilleur convertisseur ? Justifier à partir de la résolution.

EXERCICE III : GAMME NATURELLE ET GAMME TEMPÉRÉE (6 points)

Document 1 : Gammes naturelle et tempérée

Jusqu'au XVII^e siècle, les gammes utilisées en Occident étaient des "gammes naturelles". Elles étaient construites à partir de sons harmoniques émis par une corde tendue.

L'une des premières gammes naturelles est la gamme de Pythagore utilisée dans la Grèce Antique. De nombreuses gammes naturelles ont été utilisées mais elles présentaient toutes un inconvénient majeur : l'intervalle entre deux notes d'une octave n'est pas constant.

On ne peut donc pas modifier d'un même intervalle la fréquence de toutes les notes d'une œuvre musicale pour la transposer dans une tonalité différente.

À la fin du XVII^e siècle, une gamme se rapprochant de la gamme naturelle a été construite : la gamme tempérée.

Les intervalles de cette gamme sont constants et les petits défauts de justesse de cette gamme sont compensés par une grande facilité d'utilisation.

Document 2 : La gamme naturelle

Toutes les notes sont des multiples entiers de la fondamentale.

Quand on remet tout à l'intérieur de l'octave, on obtient une suite de notes qui sont toutes dans des rapports entiers entre elles. Tous les accords sont justes : c'est la division harmonique de l'octave.

À l'oreille, aucun intervalle n'est identique.

Tous les rapports de fréquence sont simples :

DO → RE → MI → FA# → SOL → Lab → Sib → SI → DO
 9/8 10/9 11/10 12/11 13/12 14/13 15/14 16/15

C'est la gamme utilisée par certains instruments, comme la trompette naturelle (sans pistons), le clairon, le cor de chasse, la flûte harmonique...

Note	Fréquence en Hertz	Fréquence en fonction de N_1
Do	261,6	N_1
Ré	293,7	$2^{2/12} \times N_1$
Mi	329,6	$2^{4/12} \times N_1$
Fa	349,2	$2^{5/12} \times N_1$
Sol	392,0	$2^{7/12} \times N_1$
La	440,0	$2^{9/12} \times N_1$
Si		
Do	523,3	$2^{12/12} \times N_1 = 2 \times N_1$

Document 3 : Les fréquences des notes en gamme tempérée

1. Quelles sont les trois propriétés physiologiques d'un son ? À quelle propriété se rapporte la fréquence ?
2. Vérifier, par le calcul, que l'intervalle entre le do et le sol dans la gamme naturelle correspond bien à une quinte juste.
3. Quelle est la fréquence du si dans la gamme tempérée ?
4. Deux musiciens jouent respectivement du clairon et de la trompette. Le joueur de clairon joue un mi ($N_{mi} = 327$ Hz) en gamme naturelle alors que le trompettiste joue la même note en gamme tempérée.
 En vous aidant du document 3 :
 - a. Une oreille moyenne peut-elle distinguer ces deux notes jouées l'une après l'autre ?
 - b. Que se passe-t-il si les deux musiciens jouent simultanément ?

ANNEXE (À rendre avec la copie)

Propositions	VRAI ou FAUX	Justification
1.a		Justification :
1.b		
1.c		
2.a		
2.b		
2.c		
3.a		
3.b		
3.c		
4.a		
4.b		
4.c		
5.a		
5.b		
5.c		

6.a		Justification :
6.b		
6.c		
7.a		Justification :
7.b		
7.c		
8.a		Justification :
8.b		
8.c		
9.a		Justification :
9.b		
9.c		
9.d		
10.a		Justification :
10.b		
10.c		