

**BACCALAURÉAT SÉRIE S****Épreuve de PHYSIQUE CHIMIE  
Évaluation des Compétences Expérimentales****Sommaire**

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS .....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE ....	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	4
1. Mesure de la valeur de la fréquence du fondamental (20 minutes conseillées).....	6
2. Étude du son obtenu (10 minutes conseillées) .....	6
3. Un carillon au laboratoire ? (30 minutes conseillées) .....	7

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• faire l'acquisition d'un signal sonore ;</li> <li>• obtenir et exploiter le spectre de Fourier correspondant ;</li> <li>• valider une relation mathématique ;</li> <li>• conclure sur la possibilité de réaliser un instrument de musique avec le matériel de laboratoire.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Analyser (<b>ANA</b>) : coefficient <b>2</b></li> <li>• Réaliser (<b>RÉA</b>) : coefficient <b>2</b></li> <li>• Valider (<b>VAL</b>) : coefficient <b>2</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Précaution de sécurité</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indiquer au candidat de ne pas taper trop fort sur les entonnoirs en verre.</li> </ul> <p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vérifier que le fichier vidéo « NoSubstance.mp4 » est présent dans le répertoire approprié ;</li> <li>• vérifier que le microphone est branché sur l'amplificateur ;</li> <li>• ouvrir le ou les logiciel(s) d'acquisition et de traitement de signaux électriques ;</li> <li>• effectuer les réglages nécessaires afin de réaliser l'acquisition du signal avec l'interface d'acquisition reliée à un ordinateur ;</li> <li>• ouvrir le tableur-grapheur.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• vider la corbeille et le presse-papier ;</li> <li>• réinitialiser les logiciels d'acquisition et de traitement ;</li> <li>• réinitialiser le tableur-grapheur.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• un fichier contenant l'enregistrement du son émis par l'entonnoir utilisé par le candidat ;</li> <li>• un fichier contenant le spectre de Fourier du son émis par l'entonnoir utilisé par le candidat ;</li> <li>• un fichier du tableur-grapheur avec le graphique <math>f_1 = f\left(\frac{1}{L^2}\right)</math> et la modélisation déjà effectuée .</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mesure de la valeur de la fréquence du fondamental (<b>20 minutes</b>).</li> <li>• Étude du son obtenu (<b>10 minutes</b>).</li> <li>• Un carillon au laboratoire ? (<b>30 minutes</b>).</li> </ul> <p><u>Il est prévu <b>trois appels obligatoires</b> et un <b>appel facultatif</b> de la part du candidat.</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lors de l'<b>appel n°1</b>, l'évaluateur vérifie la valeur de la fréquence du fondamental.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n°2</b>, l'évaluateur vérifie les réponses.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n°3</b>, l'évaluateur vérifie la méthode graphique et les résultats.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.</p>
Remarques	<p>Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les valeurs du tableau doivent être adaptées au matériel du laboratoire.</li> <li>• Le microphone est positionné près de la paroi de l'entonnoir.</li> </ul>

## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX ÉVALUATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE

La version modifiable de l'ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT jointe à la version .pdf vous permettra d'adapter le sujet à votre matériel. Cette adaptation ne devra entraîner EN AUCUN CAS de modifications dans le déroulement de l'évaluation.

**Paillasse candidats**

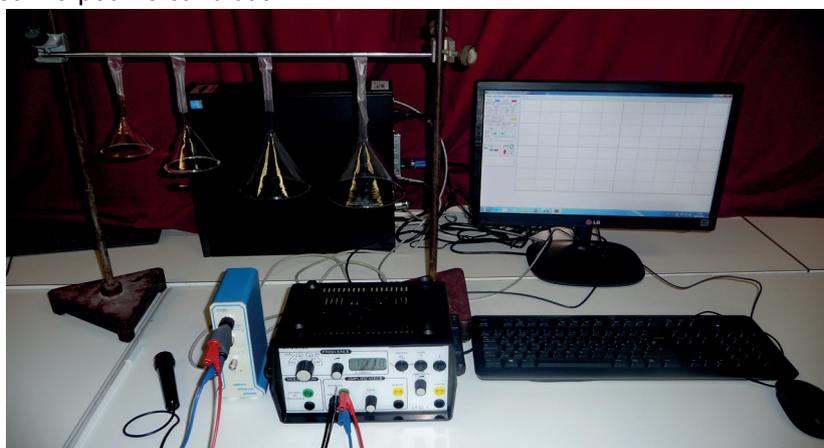
- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un microphone branché à un amplificateur de tension et fixé sur un support
- une interface d'acquisition de signaux électriques
- un ordinateur
- un ou des logiciel(s) d'acquisition et de traitement de signaux électriques (incluant la fonction « Spectre de Fourier »)
- un tableur-grapheur (incluant la fonction « Modélisation »)
- un entonnoir en verre de 8 cm de diamètre avec paroi fine sur lequel sera indiquée au marqueur la zone à frapper, **au milieu de la partie évasée et à l'extérieur**
- une baguette en plastique dur (ou bâton d'ébonite) permettant de taper sur l'entonnoir
- deux supports avec noix et tige métallique permettant de suspendre l'entonnoir à l'aide de ruban adhésif
- ruban adhésif
- des fils électriques
- un casque

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice d'utilisation simplifiée du tableur-grapheur (incluant la fonction « Modélisation »)
- une notice d'utilisation simplifiée du ou des logiciel(s) d'acquisition et de traitement de signaux électriques (incluant la fonction « Spectre de Fourier »)
- un fichier vidéo « NoSubstance.mp4 » dans le répertoire

**Remarque**

- Prévoir un entonnoir de même diamètre pour remplacer éventuellement un entonnoir cassé.
- Photographie du montage ayant permis la création du tableau de la question 3 du sujet, un seul entonnoir suffira pour le candidat :



## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

NOM :	Prénom :
Centre d'examen :	n° d'inscription :

Ce sujet comporte **six** feuilles individuelles sur lesquelles le candidat doit consigner ses réponses. Le candidat doit restituer ce document avant de sortir de la salle d'examen.

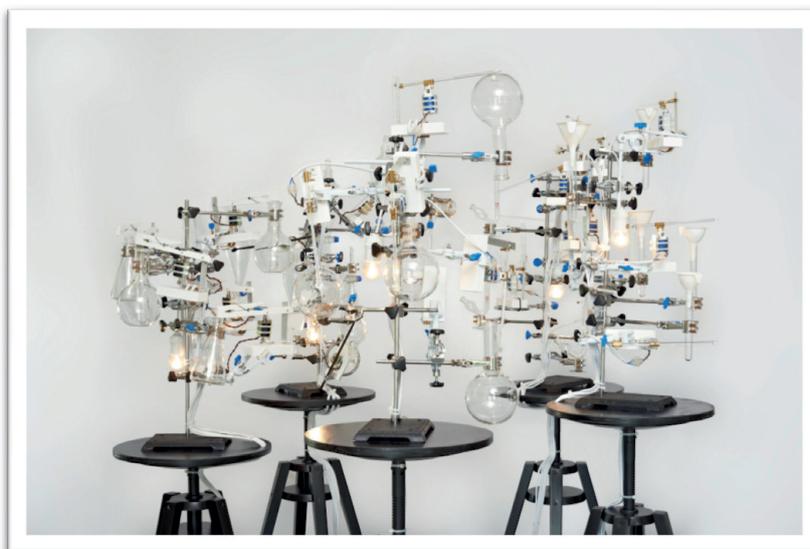
Le candidat doit agir en autonomie et faire preuve d'initiative tout au long de l'épreuve. En cas de difficulté, le candidat peut solliciter l'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche. L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

**L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.**

**CONTEXTE DU SUJET**

Écouter la bande sonore de la vidéo fournie : « **NoSubstance.mp4** »

« No Substance – City with no soul » est un titre explicite pour cet orchestre mécanique de verre et de métal.



Les pipettes, tubes à essai et fioles sont autant d'outils de chimistes utilisés comme les instruments d'une musique froide et sans âme, mais d'un rythme entraînant.

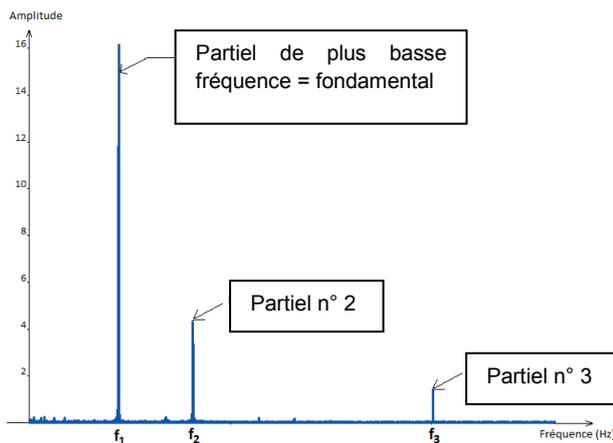
***Le but de cette épreuve est d'étudier le son produit par un instrument à percussion constitué par un entonnoir en verre et d'envisager la possibilité de construire un carillon à l'aide du matériel de laboratoire.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : Spectre de Fourier d'un son**

Un son complexe se présente comme la combinaison de signaux sinusoïdaux de fréquences et d'amplitudes distinctes. La décomposition de Fourier (ou spectre de Fourier) permet de visualiser les fréquences des différents partiels qui composent le son et de connaître leurs amplitudes respectives.

Les fréquences respectives des partiels pour les instruments dits harmoniques (instruments à air par exemple) sont toutes des multiples de la fréquence la plus basse (dite fréquence *fondamentale*).

Les partiels sont alors appelés *harmoniques*.

**Document 2 : Modes de vibration d'un instrument à percussion**

Le spectre d'amplitude des sons émis par les instruments à percussion est formé essentiellement de fréquences **non harmoniques**.

On appelle fondamental le partiel de plus basse fréquence  $f_1$ . Dans le cas d'une cloche accordée, cinq partiels forment le son entendu à l'oreille. On reconnaît, entre autres, le principal (note de la cloche), la tierce et la quinte.

Dans le cas d'un instrument à percussion accordé, les partiels forment des accords parfaits.

Notamment, si le rapport  $\frac{f_2}{f_1}$  entre la fréquence  $f_2$  du partiel 2 et la fréquence fondamentale  $f_1$  vaut 1,2 alors les deux partiels forment une tierce mineure. Si ce même rapport vaut 1,5 alors ils forment une quinte. Tierce mineure et quinte sont des accords parfaits.

**Document 3 : Hauteur des notes (en Hz)**

65,406	73,416	82,407	87,307	97,999	110	123,47	130,81	146,83	164,81	174,61	196	220	246,94	261,63	293,66	329,63	349,23	392	440	493,88	523,25	587,33	659,26	698,46	783,99	880	987,77	1046,5	1174,7	1318,5	1396,9	1568	1760	1975,5
do <sub>1</sub>	ré <sub>1</sub>	mi <sub>1</sub>	fa <sub>1</sub>	sol <sub>1</sub>	la <sub>1</sub>	si <sub>1</sub>	do <sub>2</sub>	ré <sub>2</sub>	mi <sub>2</sub>	fa <sub>2</sub>	sol <sub>2</sub>	la <sub>2</sub>	si <sub>2</sub>	do <sub>3</sub>	ré <sub>3</sub>	mi <sub>3</sub>	fa <sub>3</sub>	sol <sub>3</sub>	la <sub>3</sub>	si <sub>3</sub>	do <sub>4</sub>	ré <sub>4</sub>	mi <sub>4</sub>	fa <sub>4</sub>	sol <sub>4</sub>	la <sub>4</sub>	si <sub>4</sub>	do <sub>5</sub>	ré <sub>5</sub>	mi <sub>5</sub>	fa <sub>5</sub>	sol <sub>5</sub>	la <sub>5</sub>	si <sub>5</sub>

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculatrice type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- un microphone branché à un amplificateur de tension et fixé sur un support
- une interface d'acquisition de signaux électriques
- un ordinateur
- logiciels d'acquisition et de traitement de signaux électriques et leurs notices d'utilisation
- un tableur-grapheur ..... et sa notice d'utilisation
- un entonnoir en verre de 8 cm de diamètre où la zone à frapper est indiquée au marqueur
- une baguette en plastique dur permettant de taper sur l'entonnoir
- deux supports avec noix et tige métallique
- ruban adhésif
- des fils électriques
- un casque

**TRAVAIL À EFFECTUER**

**1. Mesure de la valeur de la fréquence du fondamental (20 minutes conseillées)**

Les appareils sont réglés : le microphone est branché sur un amplificateur de tension. La tension amplifiée est ensuite visualisée grâce au logiciel d'acquisition des signaux électriques sur l'ordinateur.

Le montage est à réaliser sur la paillasse pour permettre l'enregistrement du son de l'entonnoir. Pour réaliser le montage, il faut suspendre à l'aide du ruban adhésif fourni l'extrémité de la partie effilée de l'entonnoir à la tige métallique disposée horizontalement au moyen des deux supports fournis.

Taper sur la partie marquée de l'entonnoir à l'aide de la baguette à disposition et effectuer simultanément l'acquisition du signal électrique correspondant au son émis par l'entonnoir.

À l'aide des logiciels mis à disposition, proposer une méthode permettant de déterminer la valeur de la fréquence du fondamental de ce son.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter l'acquisition et la méthode de détermination de la fréquence du fondamental ou en cas de difficulté</b>	

Mettre en œuvre le protocole proposé et noter ci-dessous la valeur obtenue pour la fréquence du fondamental :

$f_1 = \dots\dots\dots$

APPEL n°1		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter le résultat ou en cas de difficulté</b>	

**2. Étude du son obtenu (10 minutes conseillées)**

Quelle est la note la plus proche correspondant à la fréquence du fondamental relevée précédemment ?

.....

.....

L'entonnoir en verre, à l'instar d'une cloche, est-il un instrument accordé ? Justifier, à l'aide du document 2, par une mesure et un calcul.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

APPEL n°2		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter la réponse ou en cas de difficulté</b>	

### 3. Un carillon au laboratoire ? (30 minutes conseillées)

Dans cette partie, on cherche à déterminer s'il est possible de fabriquer un carillon (ensemble de cloches) avec le matériel du laboratoire.

Les résultats suivants ont été obtenus avec des entonnoirs en verre de diamètres  $L$  différents.

Compléter le tableau avec la valeur trouvée précédemment.

Diamètre $L$ (cm)	12	10	...	7
Fréquence fondamentale $f_1$ (Hz)	580	890	...	1637
Note jouée la plus proche	Ré <sub>4</sub>	La <sub>4</sub>	...	Sol <sub>5</sub> #

À partir de ces résultats et données, mettre en œuvre une méthode graphique permettant de vérifier que la fréquence  $f_1$  de la note fondamentale suit la loi  $f_1 = \frac{k}{L^2}$  où  $k$  est une constante à déterminer (préciser l'unité).

Détailler sommairement votre méthode et indiquer la loi trouvée.

.....

.....

.....

.....

.....

$$f_1 = \dots\dots\dots$$

## APPEL n°3



**Appeler le professeur pour lui présenter votre méthode et le résultat  
ou en cas de difficulté**



En déduire quel devrait être le diamètre d'un entonnoir produisant un  $Fa^{\#}_2$  (fréquence  $f_1 = 185$  Hz), note jouée par la cloche appelée « le bourdon Emmanuel » de la cathédrale Notre-Dame de Paris.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

On souhaiterait fabriquer un carillon jouant sur trois octaves (du  $Fa_2$  au  $Fa_5$ ) à l'aide d'entonnoirs en verre. Cela semble-t-il faisable avec le matériel disponible dans un laboratoire de lycée ? Justifier la réponse.

.....

.....

.....

.....

**Défaire le montage et ranger la paillasse avant de quitter la salle.**