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. Hauteur du son émis (20 minutes conseillées) 7
2. Détermination de la célérité du son dans l'air (30 minutes conseillées) 7
3. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées) 9

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX ÉVALUATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	Le candidat doit : • relier la longueur d'une colonne d'air vibrante à la fréquence du son émis ; • exploiter une série de mesures pour déterminer la valeur de la célérité du son dans l'air ; • comparer la valeur expérimentale obtenue à la valeur attendue.
Compétences évaluées Coefficients respectifs	• S'approprier (APP) : coefficient **2** • Réaliser (REA) : coefficient **2** • Valider (VAL) : coefficient **2**
Préparation du poste de travail	<u>Avant le début des épreuves</u> • Le tableur grapheur est ouvert sur le bureau de l'ordinateur. • Si l'acquisition du son est effectuée avec : ➢ un logiciel : celui-ci doit être ouvert sur l'écran de l'ordinateur ; ➢ un oscilloscope à mémoire : le mettre sous tension et effectuer les réglages par défaut suivants. o sensibilité horizontale 1 ms/div o sensibilité verticale 1 V/div • Si le microphone requiert un amplificateur, le montage doit être réalisé et l'alimentation électrique. • Le microphone doit être branché soit à l'ordinateur soit à l'oscilloscope à mémoire selon le choix de l'évaluateur. <u>Entre les prestations de deux candidats</u> • remettre les réglages par défaut de l'oscilloscope ; • vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été faite sur l'ordinateur ; • désinfecter le bec de la flûte avec une lingette antibactérienne ; • remettre la paillasse en ordre si nécessaire. <u>Prévoir aussi</u> • une notice simplifiée du tableur-grapheur ; • une notice simplifiée de l'oscilloscope utilisé ou du logiciel d'acquisition ; • une clé USB contenant un tableau de mesures de fréquences du son émis par la flûte pour au moins trois longueurs de colonne d'air différentes.
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<u>Minutage conseillé</u> • Le candidat analyse les documents fournis pour associer la longueur L de la colonne d'air vibrante à la fréquence f du son émis (**20 minutes**). • Le candidat effectue des mesures à l'aide de la flûte à bec et en déduit une valeur de la célérité c_{son} du son dans l'air (**30 minutes**). • Le candidat calcule l'incertitude sur la valeur de c_{son} et la compare à une valeur tabulée (**10 minutes**). <u>Il est prévu **2 appels obligatoires** et **un appel facultatif** de la part du candidat</u>. • Lors de **l'appel facultatif**, l'évaluateur vérifie que le candidat a bien identifié le rôle de la longueur de la colonne d'air sur la fréquence du son émis. • Lors de **l'appel 1**, l'évaluateur vérifie que la première mesure du candidat est correcte : longueur L correspondant au nombre de trous bouchés, fréquence du son émis déterminée avec précision. • Lors de **l'appel 2**, l'évaluateur vérifie la cohérence de la méthode proposée pour la détermination de c_{son}. Le reste du temps, l'évaluateur observe le candidat en continu.
Remarques	Les fiches II et III sont à adapter en fonction du matériel utilisé par les candidats au cours de l'année. <u>Autres remarques éventuelles</u> • Les signaux sonores sont de meilleure qualité avec des flûtes en bois plutôt qu'en plastique. • Attention à ne pas souffler trop fort dans la flûte, car l'on risque alors d'obtenir les notes de l'octave supérieure (fréquences doublées). • Vérifier que les trois parties de la flûte sont bien assemblées pour éviter des sifflements. • Un rouleau de ruban adhésif sera à disposition pour boucher le trou à l'arrière de la flûte - si le candidat le souhaite. • Si un logiciel d'acquisition est utilisé, laisser le candidat choisir la durée d'acquisition ; ne régler que le nombre de points.

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 « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une flûte à bec
- des lingettes à base d'alcool pour désinfecter le bec de la flûte avant usage
- un oscilloscope à mémoire ou un ordinateur muni d'un logiciel d'acquisition et d'analyse du son
- un microphone
- une potence pour tenir le microphone
- un ordinateur muni d'un logiciel tableur-grapheur
- une règle de 50 cm
- un rouleau de ruban adhésif

Paillasse professeur

- une ou deux flûtes à bec de rechange
- une clé USB contenant une série de mesures (L, f) pour au moins trois longueurs de colonne d'air vibrante différentes

Documents mis à disposition des candidats

- une notice simplifiée d'utilisation de l'oscilloscope ou du logiciel d'acquisition et d'analyse du son
- une notice simplifiée d'utilisation du logiciel tableur-grapheur

III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **six** pages 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'examinateur afin de lui permettre de continuer la tâche.
L'examinateur 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

Les instruments à vent sont des instruments de musique dans lesquels l'air est mis en vibration par le souffle du musicien (directement avec ses lèvres ou *via* un bec par exemple) ou par une soufflerie mécanique (accordéon, cornemuse…).
La vibration de l'air, amplifiée par le corps de l'instrument, crée un son audible. La hauteur du son peut être modifiée en actionnant des pistons (trompette), en bouchant des trous (flûte à bec) ou en allongeant le corps même de l'instrument (trombone à coulisse).

Document 1 : Quelques joueurs d'instruments à vent

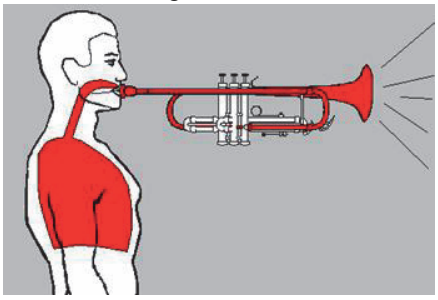
D'après wikipedia.com, wikimedia.com et filae.com

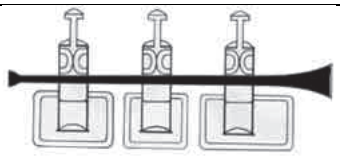
Le but de cette épreuve est d'étudier l'un des paramètres modifiant la hauteur du son émis par un instrument à vent et de déterminer expérimentalement la valeur de la célérité du son dans l'air dans les conditions de l'expérience.

DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT

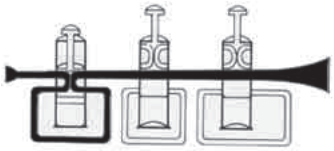
Document 2 : Anatomie d'une trompette

Une trompette est un instrument à vent composé d'une embouchure dans laquelle le musicien souffle pour mettre en vibration l'air contenu dans un long tube en laiton.





Aucun piston n'est enfoncé



Exemple : si le 1er piston est enfoncé, la colonne d'air vibrante a une longueur $L_0 + \ell_1$

Quand aucun piston n'est enfoncé, la longueur de la colonne d'air vibrante est L_0 = 147,5 cm.

Chacun des trois pistons permet de dévier le chemin de la colonne d'air dans un tuyau annexe plus ou moins long. Ainsi, quand le musicien enfonce un ou plusieurs pistons, il rallonge la colonne d'air. La longueur supplémentaire ℓ du tuyau annexe dépend du piston enfoncé :

Piston 1 : ℓ_1 = 17,7 cm

Piston 2 : ℓ_2 = 8,80 cm

Piston 3 : ℓ_3 = 26,6 cm

D'après musicologie.org

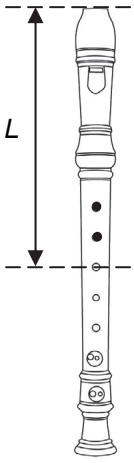
Document 3 : Anatomie d'une flûte à bec

Une flûte à bec est un instrument à vent composé d'un bec dans lequel le musicien souffle pour mettre en vibration l'air contenu dans un tube de plastique ou de bois.

On ne considérera que les situations où le trou arrière, non représenté ici, est toujours bouché avec le pouce.

La longueur *L* de la colonne d'air vibrante se mesure alors entre l'extrémité du bec et le milieu du premier trou non bouché.

Ainsi, par exemple, en bouchant les deux premiers trous, *L* est mesurée comme illustré sur la figure ci-contre.



D'après hellokids.com

Document 4 : Théorie des tuyaux sonores

Quand la colonne d'air vibre dans un tube ouvert aux deux extrémités, comme c'est le cas dans une trompette ou une flûte à bec, le tube peut devenir le siège d'ondes stationnaires. La fréquence fondamentale *f* de ces ondes sonores est alors liée à la longueur *L* de la colonne d'air vibrante par la relation :

$$f = \frac{c_{son}}{2\,L}$$

f : fréquence fondamentale du son émis par le tuyau sonore (Hz). Elle caractérise la hauteur du son émis.
c_{son} : célérité du son dans l'air à 20°C, égale à 340 $m.s^{-1}$.
L : longueur de la colonne d'air vibrante (m)

Document 5 : Incertitude relative

Par convention, la lettre *U* désigne l'incertitude associée à une grandeur.
L'incertitude relative sur la célérité du son est ici donnée par la relation suivante :

$$\frac{U_{c_{son}}}{c_{son}} = \sqrt{\left(\frac{U_f}{f}\right)^2 + \left(\frac{U_L}{L}\right)^2}$$

On admet que l'incertitude sur la valeur de la fréquence est de 10 Hz.

Matériel mis à disposition du candidat

- une calculette type « collège » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une flûte à bec
- des lingettes à base d'alcool pour désinfecter le bec de la flûte avant usage
- un oscilloscope à mémoire ou un ordinateur muni d'un logiciel d'acquisition et d'analyse du son
- un microphone
- une potence pour tenir le microphone
- un ordinateur muni d'un logiciel tableur-grapheur
- une règle de 50 cm
- un rouleau de ruban adhésif

TRAVAIL À EFFECTUER

1. Hauteur du son émis (20 minutes conseillées)

Identifier le paramètre qui permet au musicien de modifier la hauteur de la note émise par un instrument à vent.

……

……

Combien de notes le trompettiste peut-il jouer ? Expliquer comment il doit procéder pour émettre ces notes de la plus aigüe à la plus grave.

……

……

……

……

……

……

En réalité il n'arrive à distinguer que sept notes différentes. Proposer une explication.

……

……

……

……

……

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

2. Détermination de la célérité du son dans l'air (30 minutes conseillées)

On se propose de déterminer la célérité du son dans l'air notée c_{son} à l'aide de mesures effectuées avec une flûte à bec.

Compléter le tableau suivant en effectuant quatre mesures le plus précisément possible.

Remarque : Faire attention de souffler doucement dans le bec de la flûte afin d'éviter des sons trop aigus.

Trou arrière de la flûte	Bouché à l'aide du pouce ou de ruban adhésif			
Nombres de trous bouchés sur le dessus de la flûte				
Longueur *L* de la colonne d'air (m)				
Fréquence *f* du son émis (Hz)				

APPEL n°1		
	Appeler le professeur pour lui présenter la première mesure ou en cas de difficulté	

À l'aide d'une méthode graphique, déduire des mesures précédentes une valeur de la célérité du son dans l'air c_{son}.

……

……

……

……

……

……

……

……

……

……

APPEL n°2		
	Appeler le professeur pour lui présenter les résultats ou en cas de difficulté	

3. Exploitation des résultats (10 minutes conseillées)

Evaluer l'incertitude sur la mesure de longueur *L* de la colonne d'air vibrante.

……

……

……

……

Utiliser l'un des documents fournis pour calculer l'incertitude sur la célérité du son dans l'air en prenant soin de choisir la plus grande des fréquences mesurées pour effectuer ce calcul.

Vérifier que la valeur fournie dans les documents appartient à l'encadrement de la valeur mesurée.

……

……

……

……

……

……

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