

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

I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX EXAMINATEURS .....	2
II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX EXAMINATEURS ET AUX PERSONNELS DE LABORATOIRE ..	3
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	5
1. Pendule simple et valeur de $g$ (20 minutes conseillées).....	7
2. Détermination de la valeur de $g$ (20 minutes conseillées).....	8
3. Incertitudes (20 minutes conseillées).....	9

## I. DESCRIPTIF DU SUJET DESTINÉ AUX EXAMINATEURS

Tâches à réaliser par le candidat	<p>Dans ce sujet, le candidat doit :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>proposer et mettre en œuvre un protocole permettant de déterminer la valeur expérimentale de l'intensité de la pesanteur <math>g</math> à l'aide d'un pendule simple ;</li> <li>identifier les sources d'erreur et utiliser le logiciel d'incertitudes GUM_MC ;</li> <li>proposer une amélioration possible du dispositif mis en œuvre.</li> </ul>
Compétences évaluées Coefficients respectifs	<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyser (ANA) : coefficient <b>2</b></li> <li>Réaliser (REA) : coefficient <b>2</b></li> <li>Valider (VAL) : coefficient <b>2</b></li> </ul>
Préparation du poste de travail	<p><u>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Les quatre pendules (ensemble masselotte plus ficelle) sont posés sur la paillasse où se trouvent un support vertical et un rapporteur avec son système de fixation, mais le dispositif n'est pas monté.</li> <li>Le logiciel GUM_MC est ouvert et le fichier pendule.gum2 est chargé.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>remettre de la ficelle sur la paillasse si besoin</li> <li>effacer le fichier GUM_MC du candidat précédent et vérifier qu'aucune sauvegarde n'a été faite.</li> </ul> <p><u>Prévoir aussi :</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>un poste supplémentaire dans la salle</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>pendule simple et valeur de <math>g</math> (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> <li>détermination de la valeur de <math>g</math> (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> <li>incertitudes (<b>20 minutes conseillées</b>)</li> </ul> <p><u>Il est prévu <b>2 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 1</b>, l'examineur vérifie les protocoles proposés par le candidat.</li> <li>Lors de l'<b>appel 2</b>, l'examineur vérifie la mise en œuvre des protocoles et la valeur de <math>g</math> obtenue.</li> <li>Lors de l'<b>appel facultatif</b>, l'examineur fournit au candidat en difficulté la valeur des incertitudes absolues nécessaire à l'utilisation du logiciel GUM_MC.</li> </ul> <p>Le reste du temps, l'examineur 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>De manière à éviter les échanges entre candidats, il sera opportun de faire varier les longueurs <math>L</math> d'un poste à l'autre.</li> </ul>

## II. LISTE DE MATÉRIEL DESTINÉE AUX EXAMINATEURS 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 »
- quatre pendules, dont l'un ne vérifie pas les critères du pendule simple, constitués de quatre longueurs de ficelle différentes et de quatre masselottes différentes (10 g, 20 g, 50 g et 100 g)
- un chronomètre
- un mètre ruban
- un rapporteur avec un support et une noix de fixation
- un ordinateur muni du logiciel de calcul d'incertitudes **GUM\_MC version élèves2.24** du 23/12/2015 (qu'on pourra télécharger à l'adresse [http://jeanmarie.biensan.free.fr/gum\\_mc.html](http://jeanmarie.biensan.free.fr/gum_mc.html))
- le fichier de référence **pendule.gum2** est déjà chargé dans le logiciel GUM\_MC

**Documents mis à disposition des candidats**

- une notice d'utilisation simplifiée du logiciel GUM\_MC version élèves (on pourra s'inspirer des éléments d'aide fournis ci-après)

**Guide d'utilisation de GUM\_MC version élèves**

**Important :** La virgule décimale est le point « . ». Par exemple : 0,2 sera entré 0.2.  
Pour les puissances de 10, on utilise « e ». Exemple :  $2 \times 10^{-3}$  sera entré 2e-3.

- Pour démarrer, dans l'onglet « **Expression de la grandeur de sortie** », vérifier que la grandeur de sortie est  $g$  et son unité est  $\text{m.s}^{-2}$ .

 Valider et passer aux grandeurs d'entrée>>>

Cliquer sur le bouton

- L'onglet « **Grandeurs d'entrée** » est affiché. On doit entrer les valeurs de  $L$  **en mètres** et  $T$  **en secondes**, dans la colonne « Estimateur ».  
Remarque : le logiciel GUM\_MC représente toutes les grandeurs d'entrée en majuscules.

Mesurande	Estimateur	Symbole erreur	Type estimation	Incertitude	Descriptif
L	Clic ici pour saisir la valeur du mesurande !				
		u(L)	B	Clic ici pour saisir la valeur de l'incertitude !	
T	Clic ici pour saisir la valeur du mesurande !				
		u(T)	B	Clic ici pour saisir la valeur de l'incertitude !	

Il suffit de cliquer sur « Clic ici pour saisir la valeur du mesurande » et le logiciel demande la valeur. Valider par OK.

Saisie de l'estimateur

Estimateur:

OK

Valeur de  $L$  indiquée en mètres

- Pour fournir les valeurs des incertitudes absolues estimées sur  $T$ , et  $L$  au logiciel, cliquer sur « Clic ici pour saisir la valeur de l'incertitude » et le logiciel demande la valeur. Entrer la valeur de l'incertitude absolue sur  $L$  en mètres et sur  $T$  en secondes. Valider par OK.

Caractéristiques de la variable  $u(L)$

Incertitude:

OK

Abort

Valeur indiquée en mètres

- Une fois les trois incertitudes absolues entrées, cliquer sur :



- L'onglet « **Résultats par propagation** » est affiché. Les contributions aux sources d'erreurs en % sont affichées sous forme d'histogramme.

En bas de la fenêtre, les intervalles de confiance sont fournis ainsi que l'écriture finale de  $g$ .

## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** 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'examineur afin de lui permettre de continuer la tâche.  
L'examineur peut intervenir à tout moment, s'il le juge utile.

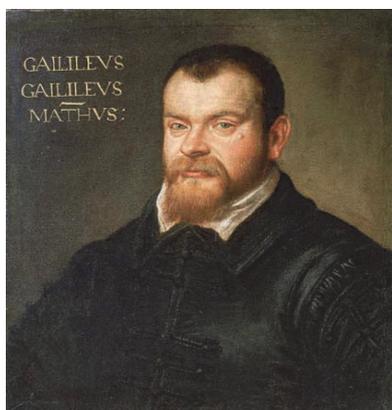
**L'utilisation d'une calculatrice ou d'un ordinateur autres que ceux fournis n'est pas autorisée.**

**CONTEXTE DU SUJET**

On appelle *pendule pesant* tout solide mobile autour d'un axe ne passant pas par son centre de gravité et placé dans un champ de pesanteur.

Déplacé de sa position d'équilibre dans laquelle le centre de gravité est à la verticale de l'axe, le solide se met à osciller de part et d'autre de cette position d'équilibre.

***Le but de cette épreuve est de déterminer une valeur expérimentale de l'intensité de la pesanteur  $g$  en un lieu donné de la surface de la Terre, puis d'estimer la valeur de l'incertitude associée, dans les conditions de l'expérience.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 1 : À propos de Galilée**

D'après Wikipédia

Galilée, le premier, a énoncé au XVII<sup>ème</sup> siècle les lois concernant les oscillations des pendules. L'histoire raconte que c'est en observant les lents balancements des lustres de la cathédrale de Pise, qu'il s'aperçut que leur longueur influençait directement la valeur de la période de leurs oscillations.

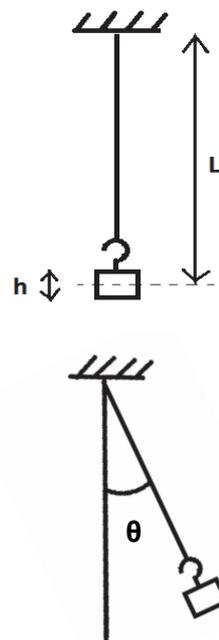


D'après Wikimedia commons

**Document 2 : Approximation du pendule simple**

Pour évaluer aisément l'intensité de la pesanteur  $g$  à l'aide des oscillations d'un pendule, ce pendule doit être considéré comme « simple ».

- Un pendule simple est constitué d'une masse  $m$  accrochée à un fil inextensible de longueur  $L$  et de masse négligeable devant  $m$ . Sa longueur doit être supérieure ou égale à 10 fois la hauteur de la masselotte qui lui est suspendue :  $L \geq 10 h$ .
- Lorsque l'écart angulaire  $\theta$  est inférieur à  $20^\circ$  et en l'absence de frottement, on constate l'isochronisme des petites oscillations du pendule, c'est-à-dire que la valeur de la période  $T$  des oscillations est quasiment indépendante de celle de  $\theta$ .

**Document 3 : Expression de la période du pendule simple**

Il est possible de déterminer dans un laboratoire de lycée la valeur de l'intensité de la pesanteur à l'aide d'un pendule simple. Sous nos latitudes en France métropolitaine, une mesure précise permet d'obtenir la valeur :  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$ .

La valeur  $g$  exprimée au centième près peut être considérée constante pour des altitudes ayant des valeurs de l'ordre de grandeur du kilomètre.

Lorsque  $\theta \leq 20^\circ$  et en l'absence de frottement, l'expression littérale de la période  $T$  des oscillations d'un pendule simple est :

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

avec :

- $T$  : la période des oscillations en seconde (s)
- $L$  : la longueur du fil en mètre (m)

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- quatre pendules, dont l'un ne vérifie pas les critères du pendule simple, constitués de quatre longueurs de ficelle différentes et de quatre masselottes différentes (10 g, 20 g, 50 g et 100 g)
- un chronomètre
- un mètre ruban
- un rapporteur avec un support et une noix de fixation
- un ordinateur muni du logiciel de calcul d'incertitudes GUM\_MC
- le fichier de référence **pendule.gum2** est déjà chargé dans le logiciel GUM\_MC





**3. Incertitudes** (20 minutes conseillées)

Estimer, en la justifiant, la valeur de l'incertitude  $U(L)$  sur la mesure de la longueur  $L$  du fil.

$$U(L) = \dots\dots\dots$$

.....

.....

.....

Estimer, en la justifiant, la valeur de l'incertitude  $U(T)$  sur la mesure de la période  $T$  des oscillations.

$$U(T) = \dots\dots\dots$$

.....

.....

.....

APPEL FACULTATIF		
	<b>Appeler le professeur en cas de difficulté</b>	

À l'aide du logiciel GUM\_MC, calculer l'intensité de la pesanteur  $g$  ainsi que l'incertitude associée à ce calcul. Recopier le résultat de la valeur de  $g$  obtenue avec le logiciel GUM\_MC. On choisira l'affichage « Écriture finale : 2 chiffres sur l'incertitude », pour un « intervalle de confiance à 95% ».

.....

Exploiter les diagrammes disponibles dans le logiciel pour identifier la source d'erreur qui apporte la plus grande contribution à l'incertitude sur la valeur de  $g$ . Proposer ensuite comment améliorer la précision sur la valeur de  $g$  obtenue via cette expérience.

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

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