

**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 ....	4
III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT .....	5
1. Choix des constituants de l'oscillateur (20 minutes conseillées) .....	7
2. Mise en œuvre d'oscillations verticales (20 minutes conseillées) .....	7
3. Exploitation d'une animation (10 minutes conseillées) .....	8
4. Réponse à la problématique (10 minutes conseillées) .....	8

## 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>• élaborer un protocole expérimental permettant de choisir un ressort et une masse à utiliser pour construire un oscillateur élastique vertical, selon un critère défini dans le sujet ;</li> <li>• mettre en œuvre le protocole et procéder à une mesure de période d'oscillation puis calculer la constante de raideur <math>k</math> du ressort choisi ;</li> <li>• exploiter une animation flash à l'aide d'une d'utilisation fournie avec le sujet ;</li> <li>• exploiter de façon critique les résultats obtenus.</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>Avant le début des épreuves</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sur l'énoncé destiné au candidat (fiche III), il faut indiquer les valeurs des masses <math>m_1</math> et <math>m_2</math> dans la liste du matériel mis à disposition du candidat. Les constantes de raideur des deux ressorts seront indiquées lorsque l'élève abordera la question 2.4.</li> <li>• La vidéo et l'animation flash doivent être ouvertes sur le bureau de l'ordinateur ou dans la barre des tâches.</li> <li>• La notice d'utilisation imprimée de l'animation flash « Principe du sismographe vertical » est mise à disposition du candidat sur la paillasse.</li> <li>• La tige horizontale est fixée sur la potence, en hauteur.</li> <li>• Les deux ressorts et les deux masses marquées sont posés sur la paillasse.</li> <li>• Le chronomètre est posé sur la paillasse, prêt à être utilisé.</li> </ul> <p><u>Entre les prestations de deux candidats</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vérifier que les ressorts et les masses marquées sont décrochés de la potence.</li> <li>• Vérifier que la vidéo est ouverte, prête à être lue.</li> <li>• Réinitialiser l'animation flash.</li> <li>• Remettre le chronomètre à zéro.</li> </ul>
Déroulement de l'épreuve. Gestion des différents appels.	<p><u>Minutage conseillé</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Choix des constituants de l'oscillateur (20 minutes conseillées).</li> <li>• Mise en œuvre d'oscillations verticales (20 minutes conseillées).</li> <li>• Exploitation d'une animation (10 minutes conseillées).</li> <li>• Réponse à la problématique (10 minutes conseillées).</li> </ul> <p><u>Il est prévu <b>trois appels obligatoires</b> et <b>un 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 le choix de la masse et du ressort à utiliser.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n° 2</b>, l'évaluateur vérifie la mise en oscillations verticales du système {masse + ressort} ainsi que la mesure de la période.</li> <li>• Lors de l'<b>appel n° 3</b>, l'évaluateur vérifie l'utilisation correcte de l'animation flash.</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> <p><u>Autres remarques éventuelles</u></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Les constantes de raideur des deux ressorts à spires non jointives mis à disposition du candidat, ainsi que les deux masses marquées, doivent être très différentes, de sorte que l'on puisse percevoir, sans mesure, la</li> </ul>

	<p>différence de période d'oscillation des pendules élastiques qu'il est possible de constituer.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Veiller à ce que chaque ressort puisse supporter les deux masses suspendues ensemble au ressort.</li><li>• Les notions de facteur de qualité <math>Q</math> et de coefficient de frottement <math>C_f</math> abordées dans le sujet ne nécessitent aucune connaissance préalable de la part des candidats. Les questions relatives à ces notions restent strictement dans le domaine de compétences exigibles en classe de Terminale S.</li><li>• Ouvrir l'animation avec un navigateur (Mozilla Firefox, Chrome, Internet Explorer).</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 calculatrice type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une potence (support) sur laquelle est fixée une tige horizontale
- deux ressorts à spires non jointives, de constantes de raideur  $k_1$  et  $k_2$  très différentes ( $k_2 > k_1$ ) : par exemple  $k_1 = 5 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$  et  $k_2 = 15 \text{ N}\cdot\text{m}^{-1}$ . Les constantes de raideur **ne sont pas indiquées** sur les ressorts
- deux masses marquées, de valeurs très différentes, par exemple :  $m_1 = 50 \text{ g}$  et  $m_2 = 100 \text{ g}$
- un chronomètre
- un ordinateur

Les constantes de raideur des deux ressorts à spires non jointives mis à disposition du candidat, ainsi que les deux masses marquées, doivent être très différentes, de sorte que l'on puisse percevoir, sans mesure, la différence de période d'oscillation des pendules élastiques qu'il est possible de constituer.

Veiller à ce que chaque ressort puisse supporter les deux masses suspendues ensemble au ressort.

**Documents mis à disposition des candidats**

- vidéo « sismographe vertical »
- animation flash « Principe du sismographe vertical »
- notice d'utilisation de l'animation flash « Principe du sismographe vertical »

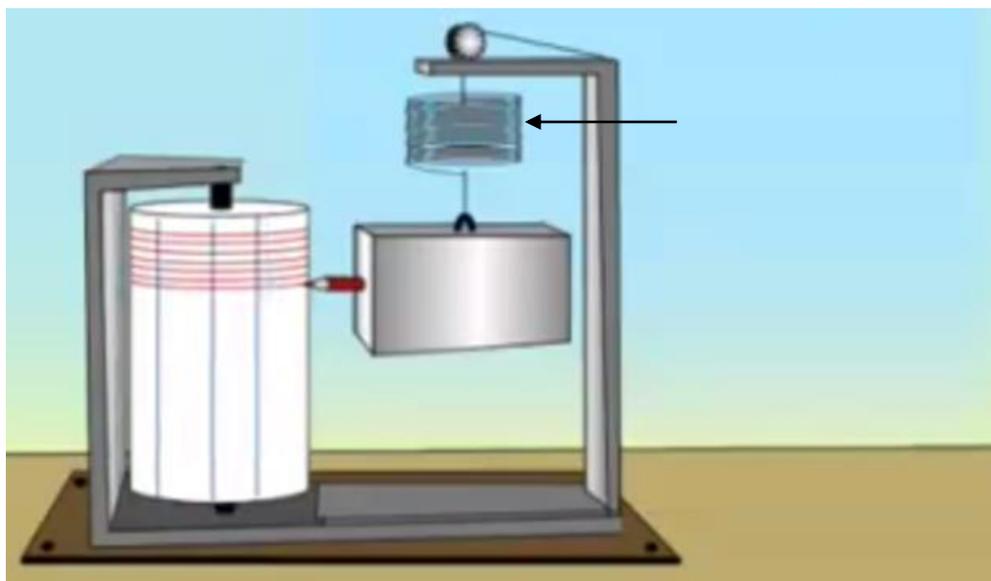
## III. ÉNONCÉ DESTINÉ AU CANDIDAT

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

Ce sujet comporte **cinq** 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****Document 1 : Présentation du sismographe vertical**

D'après : <http://www.edusismo.org>

Visualiser la vidéo « Sismographe vertical ».

On remarque que la masse du sismographe est suffisamment élevée pour se déplacer le moins possible lors du séisme, grâce à son inertie.

***Le but de cette épreuve est de montrer comment choisir certains paramètres de l'oscillateur d'un sismographe vertical pour obtenir un enregistrement optimal des mouvements sismiques.***

**DOCUMENTS MIS À DISPOSITION DU CANDIDAT****Document 2 : Dispositif expérimental d'étude d'un oscillateur vertical**

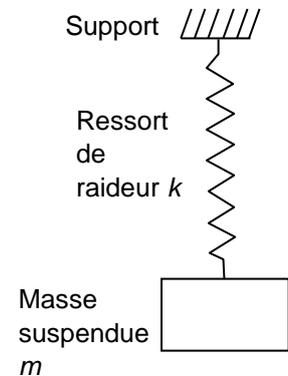
Une masse  $m$  est suspendue à l'extrémité d'un ressort à spires non jointives, caractérisé par sa constante de raideur  $k$ . L'autre extrémité du ressort est fixée à un support.

En écartant la masse de sa position d'équilibre dans la direction verticale, puis en la lâchant, elle peut être mise en oscillation. Avec ce dispositif, les frottements sont négligeables.

La période des oscillations, appelée période propre  $T_0$ , est donnée par la relation :  $T_0 = 2\pi \cdot \sqrt{\frac{m}{k}}$  et leur fréquence propre est :  $f_0 = \frac{1}{T_0}$ .

Pour une masse donnée, un ressort s'étire d'autant plus facilement que sa constante de raideur  $k$  est faible.

Quand on étire trop un ressort, il peut perdre de son élasticité et même être rompu.

**Document 3 : Fréquences détectées par un sismographe**

Un sismographe contient un dispositif d'oscillations verticales de fréquence propre  $f_0$ . Pour qu'il puisse convenablement détecter les ondes sismiques de fréquence  $f$  émises lors d'un tremblement de terre, il faut que sa fréquence propre  $f_0$  soit inférieure à la fréquence  $f$  des ondes sismiques.

**Document 4 : Amortissement**

Un sismographe comporte, en plus du ressort et de la masse, un système d'amortissement qui doit être convenablement réglé pour obtenir une bonne restitution du mouvement du sol. En effet, si l'amortissement est trop faible, le dispositif continue d'osciller, même si les ondes sismiques ont disparu, et ces oscillations parasites peuvent alors masquer l'arrivée d'autres ondes. À l'inverse, un amortissement trop important empêcherait toute oscillation du sismographe, même lorsqu'il subit des secousses sismiques.

**Document 5 : Utilisation de l'animation « principe du sismographe »**

Ouvrir et observer l'animation « **principe du sismographe vertical** » :

- choisir le mode d'excitation « train d'onde », puis cliquer sur « **début** » ;
- si on le souhaite, on peut faire glisser la courbe « **sismogramme** » pour la rapprocher ou la superposer à la courbe « **déplacement du sol** » afin de les comparer.

Dans la fenêtre en haut à gauche de l'écran de l'animation apparaît la valeur d'un facteur, appelé « **facteur de qualité** », qui est calculé à l'aide de la formule :  $Q = \frac{\sqrt{k \cdot m}}{C_f}$

Dans cette formule,  $C_f$  est le coefficient de frottement. L'amortissement de l'oscillateur est d'autant plus important que le coefficient de frottement  $C_f$  est élevé.

D'après : <http://www.sciences.univ-nantes.fr/>

**Matériel mis à disposition du candidat**

- une calculette type « collègue » ou un ordinateur avec fonction « calculatrice »
- une potence (support) sur laquelle est fixée une tige horizontale
- deux ressorts à spires non jointives, de constantes de raideur  $k_1$  et  $k_2$  inconnues
- deux masses marquées, de valeurs :  $m_1 = \dots\dots\dots$  et  $m_2 = \dots\dots\dots$
- un chronomètre
- un ordinateur
- une vidéo « sismographe vertical » déjà ouverte dans le logiciel de lecture vidéo
- une animation flash « principe du sismographe vertical » déjà ouverte sur le bureau
- notice d'utilisation de l'animation flash « principe du sismographe vertical »

**TRAVAIL À EFFECTUER****1. Choix des constituants de l'oscillateur (20 minutes conseillées)**

1.1. Pour qu'un sismographe puisse convenablement détecter les ondes sismiques de fréquence  $f$  émises lors d'un tremblement de terre, on a intérêt à ce que sa période propre  $T_0$  soit la plus grande possible. Justifier cette affirmation.

On a  $f_0 = 1/T_0$ .

Donc plus  $T_0$  est grande, plus  $f_0$  est petite.

On cherche à détecter le maximum d'onde, c'est-à-dire d'être sensible aux petites fréquences.

Augmenter  $T_0$  est donc dans l'intérêt du sismologue.

1.2. Parmi le matériel mis à disposition, choisir la masse  $m$  et le ressort à utiliser pour construire un oscillateur vertical de période propre  $T_0$  le plus grand possible. Justifier le choix effectué à l'aide d'arguments scientifiques.

On a :  $T_0 = 2\pi \times \text{racine}(m/k)$

Donc pour avoir  $T_0$  maximal, on prend une masse importante et un ressort à faible coefficient  $k$ .

Attention cependant à ne pas prendre une masse trop importante, ce qui risquerait de rompre le ressort.

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

**2. Mise en œuvre d'oscillations verticales (20 minutes conseillées)**

2.1. Mettre en œuvre le dispositif expérimental décrit dans le document 2 avec la masse et le ressort choisis précédemment.

2.2. Mesurer avec le plus de précision possible la période propre  $T_0$  de l'oscillateur ainsi constitué.

APPEL n°2

	<b>Appeler le professeur pour effectuer devant lui la mesure demandée ou en cas de difficulté</b>	
---	---	---

On mesure 10 périodes et on divise le temps trouvé par 10 (pour plus de précision).

2.3. En déduire la constante de raideur  $k$  du ressort choisi.

$$T_0 = 2\pi \times \text{racine}(m/k)$$

$$\text{Donc } T_0^2 = 4\pi^2 \times m/k$$

$$\text{Donc } k = (4\pi^2 \times m) / T_0^2$$

2.4. Les constantes de raideur des ressorts fournis valent environ ..... $\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$  et .....  $\text{kg}\cdot\text{s}^{-2}$ . Comparer le résultat obtenu à la question 2.3. avec les données. Est-ce en accord avec le choix de ressort effectué à la question 1.2. ?

.....

.....

.....

### 3. Exploitation d'une animation (10 minutes conseillées)

Visualiser à nouveau l'animation « principe du sismographe vertical » en ayant choisi le mode « train d'onde » comme mode d'excitation. Choisir une valeur de fréquence propre  $f_0$  de l'oscillateur comprise entre 3 Hz et 4 Hz, une fréquence  $f$  proche de  $f_0$  puis régler dans un premier temps le facteur de qualité à sa valeur minimale. Observer et comparer les courbes « sismogramme » et « déplacement du sol » obtenues dans ce cas en s'intéressant plus particulièrement à la fin des enregistrements. Dans un second temps, renouveler cette démarche avec un facteur de qualité maximal.

Conclure sur le choix du facteur de qualité pour que l'enregistrement des mouvements du sol soit optimal.

.....

.....

.....

.....

APPEL n°3		
	<b>Appeler le professeur pour lui présenter l'exploitation de l'animation ou en cas de difficulté</b>	

### 4. Réponse à la problématique (10 minutes conseillées)

Par construction, la masse d'un sismographe est élevée. Discuter de manière qualitative sur les critères de choix des deux autres paramètres de l'oscillateur (constante de raideur  $k$  et coefficient de frottement  $C_f$ ) pour que l'enregistrement des mouvements du sol soit optimal.

Il faut que  $T_0$  soit maximale, donc que  $k$  soit minimal et  $m$  maximal, mais pas trop (rupture du ressort)

NB : ici ils attendent une synthèse donc n'hésitez pas à blablater

APPEL FACULTATIF		
	Appeler le professeur en cas de difficulté	

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