

Atelier scientifique MPS – L’analyse physique – Partie 1
L’investigation en physique – Séance 4

1 Le pendule simple : un instrument d’investigation ?

Dans l’album de Tintin « *Le trésor de Rackham le Rouge* » d’HERGÉ (paru en 1944), le personnage du professeur Tournesol est sans cesse à manipuler son pendule, prétendant être à même de prévoir l’emplacement du trésor en observant les oscillations du pendule.



Il s’agit d’un des *gags* de l’album, qui a la particularité de se développer de manière discontinue sur plus d’une dizaine de pages, le clou en étant la **découverte** quasi simultanée de l’emplacement du trésor par le professeur Tournesol à l’aide de son pendule, et de Tintin et Haddock à partir de l’analyse des indices.

Très tôt dans son œuvre, HERGÉ s’aide d’une **large base documentaire**, afin d’être parfaitement *crédible* dans ses dessins et dans ses scénarios.

Est-il possible que les prédictions du professeur Tournesol avec son pendule reposent sur une **base scientifique** avérée ?



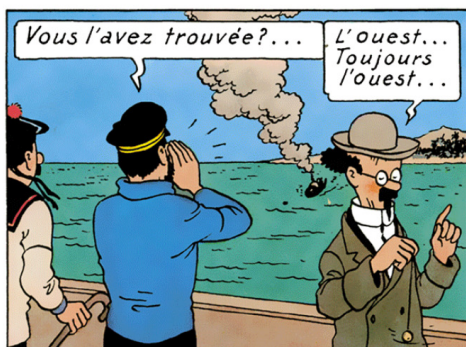
2 Mesure de la période des oscillations d’un pendule

On dispose d’un fil accroché à une masselotte.

On peut régler :

- la **longueur** du fil utilisé, noté ℓ par la suite ;
- l’**angle** de lâché, noté θ_0 par la suite (lettre grecque « *theta* ») ;
- la **masse** m de la masselotte, en remplaçant une *masse marquée* par une autre.

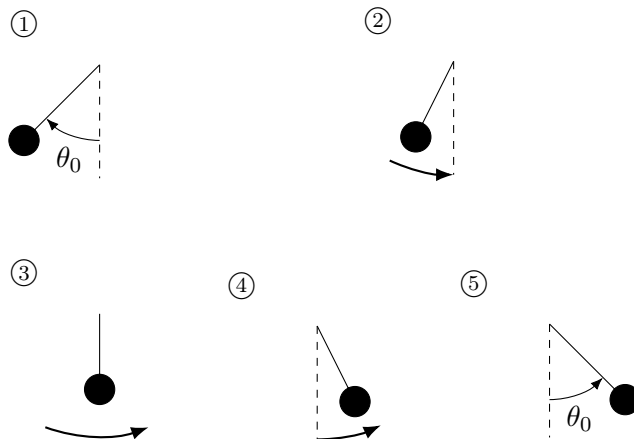
- Écarter le pendule de la verticale avec un certain angle θ_0 — à mesurer au rapporteur **par rapport à la verticale** — et le lâcher sans vitesse initiale.



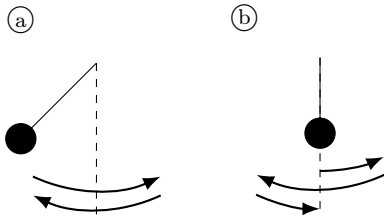
- Le pendule se met alors à autour de la verticale.

Ces oscillations ont été exploitées la première fois en 1657 par le physicien néerlandais Christiaan HUYGENS pour construire une horloge mécanique.

- a. Décrire les **oscillations** du pendule selon plusieurs phases distinctes.



b. On appelle **période** la durée d'une oscillation complète. Lequel des deux schémas permet de repérer une période le plus précisément ?



c. Mesurez la période T d'une oscillation complète du pendule. Comment procéder pour accroître la précision de cette mesure ?

.....

.....

d. Les oscillations du pendule s'amortissent-elles ? Pourquoi ? Comment étudier l'influence de ce phénomène sur la période des oscillations ?

.....

.....

Quelques derniers conseils avant de commencer les mesures :

- Lâchez le pendule et attendez *quelques oscillations*, afin de bien juger de son mouvement, avant de lancer un chronométrage ;
- Soyez sûr de bien mesurer *dix périodes* ! Pour cela, il faut compter « zéro » au début du chronométrage, et « dix » à l'arrêt.

3 Détermination de la loi liant la période des oscillations

Nous allons maintenant effectuer des mesures de périodes en changeant :

- la longueur ℓ du fil ;
- la valeur de l'angle θ_0 de lâché du pendule ;
- la valeur de la masse marquée m suspendue.

Ne changer qu'un seul des trois paramètres à la fois !

- L'angle de lâché θ_0 est considéré comme petit s'il est inférieur à 10° . On dit alors que le pendule effectue de **petites oscillations**.



- Réalisez la première série de mesure de période T , en changeant l'**angle de lâché initial** θ_0 , et reportez-les dans le tableau ci-dessous.

θ_0 ($^\circ$)	T (s)
5°	
10°	
15°	

Paramètres constants lors de ces mesures :

Masse : $m = \dots$.g

Longueur : $\ell = \dots$.cm



- En respectant la conditions des *petites oscillations*, réalisez la deuxième série de mesure de période T , en changeant la **longueur** ℓ , et reportez-les dans le tableau ci-dessous.

Remarque : on propose en troisième colonne de calculer le carré de la période : T^2 .

ℓ (m)	T (s)	T^2 (s ²)
10		
20		
30		
40		
50		
60		
70		
80		
90		
100		

Paramètres constants lors de ces mesures :

Angle initial : $\theta_0 = \dots^\circ$ Masse : $m = \dots\text{g}$



- En respectant la conditions des *petites oscillations*, réalisez la troisième série de mesure de période T , en changeant la **masse** m , et reportez-les dans le tableau ci-dessous.

m (g)	T (s)
20	
50	
100	
200	

Paramètres constants lors de ces mesures :

Angle initial : $\theta_0 = \dots^\circ$ Longueur : $\ell = \dots\text{cm}$

e. Conclusion : quels paramètres agissent sur la période des oscillations ?

.....

.....

.....

f. Y-a-t'il *proportionnalité* entre la période T et la longueur ℓ du pendule ?

.....

- Tracez sur un graphique, orienté en *portrait*, les valeurs de ℓ en abscisse (axe des x) et les valeurs de T^2 en ordonnée (axe des y).

Échelle proposée :

- Pour T^2 en ordonnée : 1 s² pour 10 cm sur la feuille ;
- Pour ℓ en abscisse : 50 cm pour 10 cm sur la feuille.



g. Tracez la droite d'interpolation moyenne, et mesurez sa pente :

$$a = \frac{\Delta T^2}{\Delta \ell}$$

(= variation en ordonnée divisée par variation en abscisse).

La loi donnant la période T (en seconde, s) en fonction de la longueur ℓ (en mètre, m) et de l'intensité de la pesanteur g (avec $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ pour la Terre) est :

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

h. Calculez T pour un pendule de longueur $\ell = 100 \text{ cm}$.

.....

i. Recommencez le calcul de T pour le même pendule, mais placé cette fois-ci sur la Lune, dont l'intensité de la pesanteur est six fois plus faible : $g = 1,6 \text{ m/s}^2$.

.....

On peut élever au carré les *deux membres* de la formule précédente :

$$T^2 = 4\pi^2 \frac{\ell}{g} \text{ de la forme } T^2 = a \cdot \ell$$

La pente de la droite d'interpolation précédemment tracée s'identifie au facteur :

$$a = \frac{4\pi^2}{g} \Leftrightarrow g = \frac{4\pi^2}{a}$$

j. À l'aide de la valeur numérique a de la pente trouvée précédemment, calculez la valeur de g . Conclure.

.....

Proche d'un objet de grande masse, comme une montagne, une nappe phréatique ou un trésor, l'intensité de la pesanteur g est légèrement modifiée.



k. Conclure, en répondant à la problématique posée initialement.

.....

.....

.....