PENDULE DE FOUCAULT

EXERCICES

- **Mesurer le sens de l'oscillation en fonction du temps.**
- **Déterminer la vitesse de rotation.**
- **Déterminer la latitude géographique.**

OBJECTIF

Démontrer la rotation de la Terre avec un pendule de Foucault

RESUME

Un pendule de Foucault est un long pendule à fil dont la grande masse permet de démontrer la rotation de la Terre. Dans l'expérience, on utilise un pendule de 1,2 m dont le sens d'oscillation peut être déterminé avec une grande précision au moyen d'une projection d'ombre. Si l'observation dure un peu plus longtemps, on peut compenser l'atténuation par une excitation électromagnétique à réglage continu.

2

DISPOSITIFS NECESSAIRES

Nombre	Appareil	Référence
1	Pendule de Foucault (230 V, 50/60 Hz)	**1000748 ou**
	Pendule de Foucault (115 V, 50/60 Hz)	**1000747**
1	Chronomètre numérique	**1002811**

UE1050250

GENERALITES

Un pendule de Foucault est un long pendule à fil dont la grande masse permet de démontrer la rotation de la Terre. Il remonte à *Jean Foucault* qui, en 1851, découvrit en utilisant un pendule de deux mètres de long que le sens de l'oscillation se modifiait au fil du temps. Plus tard, l'expérience fut reproduite avec des pendules toujours plus longs et plus lourds.

Comme la Terre tourne sur son axe, une force de Coriolis est exercée par rapport au système de coordonnées terrestre du pendule oscillant :

(1) $$\boldsymbol{F} = 2 \cdot m \cdot \boldsymbol{\Omega}_0 \times \boldsymbol{v}$$

m : masse du corps du pendule
Ω_0 : vecteur de la vitesse angulaire de la Terre
v : vecteur de vitesse du pendule oscillant

dans le sens transversal au sens de l'oscillation. Elle entraîne une rotation du plan d'oscillation à une fréquence angulaire qui dépend de la latitude géographique φ du point de suspension.
Comme le pendule de Foucault n'est dévié que dans de petits angles α, le corps du pendule tourne uniquement sur le plan horizontal défini dans la Fig. 1 par l'axe N tourné vers le Nord et l'axe E orienté vers l'Est. Seules sont considérées les déviations à l'horizontale, car le corps du pendule est suspendu à un fil. C'est pourquoi seule la composante verticale

(2) $$\Omega(\varphi) = \Omega_0 \cdot \sin\varphi$$

du vecteur Ω_0 est déterminante. Aussi l'équation de mouvement du pendule de Foucault oscillant est-elle la suivante :

(3) $$\frac{d^2\alpha}{dt^2}\cdot \boldsymbol{e}_p + 2\cdot\Omega_0\cdot\sin\varphi\cdot\frac{d\alpha}{dt}\cdot\boldsymbol{e}_v + \frac{g}{L}\cdot\alpha\cdot\boldsymbol{e}_p = 0$$

L : longueur du pendule, g : accélération de la pesanteur
$\boldsymbol{e}_p$: vecteur unitaire horizontal parallèle au sens actuel de l'oscillation
$\boldsymbol{e}_v$: vecteur unitaire horizontal perpendiculaire au sens actuel de l'oscillation

Sa résolution peut être divisée en résolution pour l'angle de déviation α et en résolution pour le vecteur unitaire e_p tournant parallèlement au sens actuel de l'oscillation :

(4a) $$\alpha(t) = \cos(\omega\cdot t + \beta) \text{ avec } \omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$$

(4b) $$\boldsymbol{e}_p(t) = \boldsymbol{e}_E\cdot\cos(\psi(t)) + \boldsymbol{e}_N\cdot\sin(\psi(t))$$

avec $\psi(t) = \Omega_0\cdot\sin\varphi\cdot t + \psi_0$: sens de l'oscillation
$\boldsymbol{e}_E$: vecteur unitaire horizontal vers l'Est
$\boldsymbol{e}_N$: vecteur unitaire horizontal vers le Nord

Au fil du temps, le plan d'oscillation tourne donc à la fréquence indiquée dans l'équation (2). Sur l'hémisphère Nord, la rotation est à droite et sur l'hémisphère Sud, elle est à gauche. La vitesse de rotation aux pôles est maximale, tandis qu'à l'Équateur, il n'y a pas de déviation.

L'expérience utilise un pendule à fil de 1,2 m de long. Pour éviter des oscillations elliptiques, le fil du pendule heurte à chaque déviation un anneau de Charon. On peut lire avec une grande précision le sens de l'oscillation sur une graduation angulaire grâce à la projection d'ombre du fil. Après quelques minutes déjà, on peut observer la rotation du plan d'oscillation. Si l'observation dure un peu plus longtemps, on peut compenser l'atténuation par une excitation électromagnétique à réglage continu.

EVALUATION

L'angle d'orientation ψ du plan d'oscillation dépend linéairement du temps (voir Fig. 2). La pente des droites passant par les points de mesure donne la valeur recherchée $\Omega(\varphi)$. On calcule la latitude géographique en degrés en transformant l'équation (2) en conséquence.

$$\varphi = \frac{180°}{\pi}\cdot\arcsin\left(\frac{86400\text{ s}}{360\text{ grd}}\cdot\Omega(\varphi)\right)$$

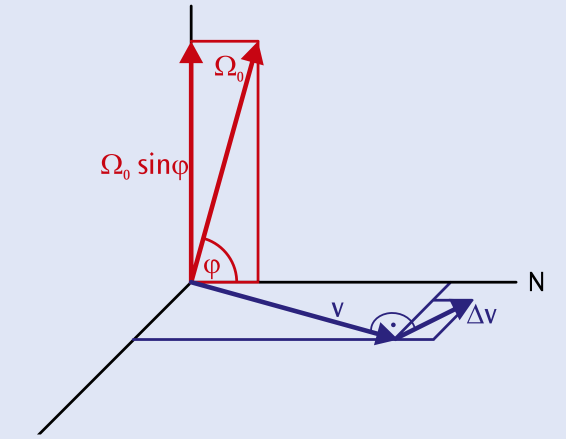

Fig. 1 Représentation dans le système de coordonnées terrestres du pendule de Foucault

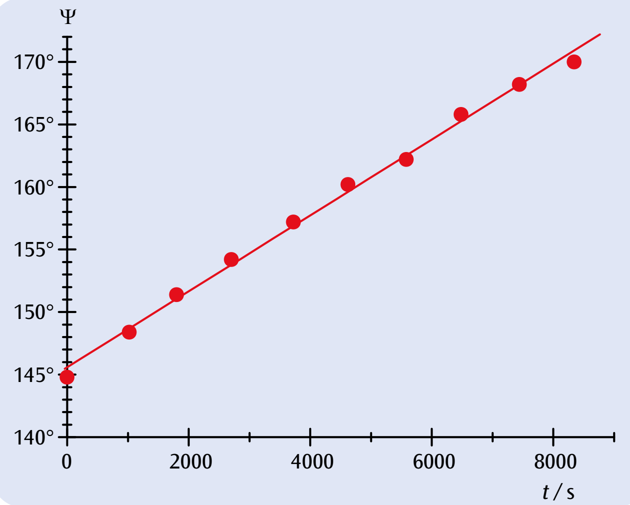

Fig. 2 Courbe de mesure relevée à la latitude géographique = 50°