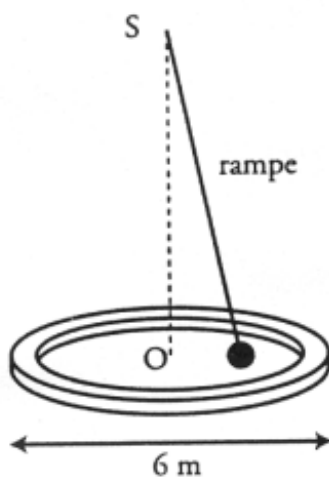


Bien sûr qu'elle tourne !

Baccalauréat général
session juin 1997
(centres étrangers groupement I)

Pour permettre d'apporter une preuve expérimentale, élégante et simple de la rotation de la Terre sur elle-même, Foucault imagina plusieurs expériences qui utilisent les propriétés d'un pendule simple. Celle réalisée au Panthéon eut un grand succès populaire. Il fit connaître sa découverte à l'Académie en 1851 ; voici des extraits du texte de sa communication :

*" Le mouvement de la Terre sur elle-même est ici rendu évident au moyen d'un grand pendule, dont le fil attaché au sommet de la coupole descend jusqu'au niveau de la rampe et porte à son extrémité inférieure une boule formée d'une enveloppe de cuivre renfermant une masse de plomb qui la remplit complètement. Le fil a 67 mètres de long. ...; la boule pèse 28 kilogrammes. ...
Quand il est au repos, le pendule marque le point de centre commun à la table et au grand cercle de bois (la rampe) qui l'entoure.
Ce cercle... a... 6 mètres de diamètre..." .*



(Voir figure ci-dessus)

..."Si (...) on éloigne de sa position d'équilibre la masse du pendule et si on l'abandonne à l'action de la pesanteur sans lui communiquer aucune impulsion latérale, son centre de gravité repassera par la verticale, et, en vertu de la vitesse acquise, il s'élèvera de l'autre côté de la verticale à une hauteur presque égale à celle d'où il est parti. Parvenu à ce point, sa vitesse expire, change de signe, et le ramène, en le faisant encore passer par la verticale, un peu au-dessous de son point de départ. Ainsi l'on provoque un mouvement oscillatoire de la masse pendulaire suivant un arc de cercle dont le plan est nettement déterminé et auquel l'inertie de la masse assure une position invariable dans l'espace".

" Ce pendule, le plus grand qui ait été construit jusqu'ici, donne une oscillation de huit secondes; il lui faut seize secondes pour aller et venir. Quoique ces oscillations diminuent d'amplitude assez rapidement, au bout de cinq ou six heures, elles sont encore assez grandes".

" Pour lancer le pendule on écarte la "boule" jusqu'au bord du grand cercle en bois et on le lâche sans vitesse initiale ». ...et, pour voir comment il marche, on place sur le rebord du cercle de bois deux bancs (ras) de sable humide, fraîchement moulés. Ils sont alignés selon la course du pendule. Celui-ci pratique en passant sur Chacun d'eux, une petite brèche qui s'agrandit de plus en plus tant que les oscillations dépassent le cercle de bois. L'agrandissement de la brèche a toujours lieu vers la gauche de la personne qui regarde vers le centre, comme si le plan d'oscillation tournait de droite à gauche. ...».

Dans toutes les expressions littérales on notera l la longueur du fil, m la masse de la boule.
Pour les applications numériques on prendra $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$.

Partie A : Les oscillations du pendule

1. Vérifier que l'amplitude angulaire maximale donnée au pendule est $\alpha_m = 2,6^\circ$.
2. Le mot " oscillation" utilisé par Foucault dans le passage " *donne une oscillation de huit secondes* " vous paraît-il correctement employé? Pourquoi?
3. a) La période des petites oscillations pour un pendule simple a pour expression :

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

Vérifier par l'analyse dimensionnelle l'homogénéité de cette formule.

- b) Calculer la période d'oscillation d'un pendule simple ayant même longueur de fil que le pendule de Foucault. En comparant cette valeur à celle de la période du pendule de Foucault, peut-on assimiler ce dernier à un pendule simple?

Partie B. Etude énergétique

1. Le pendule est écarté de sa position de repos de l'angle α_m et lâché sans vitesse initiale. L'énergie potentielle du système pendule- Terre est choisie égale à zéro pour la position de repos du pendule.
 - a) Sous quelles formes le système étudié possède-t-il de l'énergie?
 - b) Exprimer littéralement l'énergie mécanique de ce système au moment où on lâche le pendule. Calculer sa valeur.
2. On veut calculer la vitesse v_m de la « boule" (considérée comme un point matériel) au premier passage par le point le plus bas de sa trajectoire après son lancement.
 - a) Quelle hypothèse doit-on faire sur l' énergie mécanique du système pour effectuer ce calcul ?
 - b) Cette hypothèse étant supposée admise, calculer v_m .
3. Interpréter, en termes de transferts d' énergie, l'évolution de la vitesse du pendule décrite dans le deuxième paragraphe du texte de Foucault.

Partie C. Expérience de Foucault

1. L'expérience du pendule de Foucault est reprise actuellement au Panthéon. On utilise un pendule de même longueur, de mêmes dimensions, mais de masse 47 kg. Parmi les grandeurs suivantes, indiquer celles qui sont modifiées et dans quel sens :
 - a) la période du pendule.
 - b) l'énergie mécanique initiale du système.On justifiera les réponses sans calcul numérique.
2. a) Quelle propriété du pendule, évoquée dans le texte, permet de mettre en évidence la rotation de la Terre?
 - b) Quelle observation faite au moment de l'expérience permet de conclure " *Bien sûr qu'elle tourne!* " ?