

# LE PENDULE DE FOUCAULT

Robert Garnier et Georges Paturel,  
Observatoire de Lyon

## HISTOIRE

Le mouvement diurne, à savoir la rotation d'ensemble de la voûte céleste autour de la Terre en vingt-quatre heures sidérales, constitue probablement par sa répétition l'un des tout premiers faits d'observation intégré à une connaissance qui deviendrait un jour un savoir. En des temps où l'idée d'interpréter un fait d'observation en le reliant à d'autres ne s'était pas encore imposée, il semblait tout à fait naturel d'affirmer que le ciel tournait autour de la Terre, tout simplement parce qu'on le voyait tourner.

Et puis un jour (quand ?), l'homme a voulu comprendre ce qu'il observait. Alors, comme chaque fois que l'homme cherche à comprendre, il en résulte des discussions et de celles-ci naissent les controverses. On vit donc des esprits chagrins s'élever pour dire : "D'accord, les étoiles tournent d'un seul bloc d'Est en Ouest, mais si ces mêmes étoiles étaient fixes et si la Terre, elle, tournait sur elle-même d'Ouest en Est en vingt-quatre heures sidérales, on observerait exactement la même chose". Ce à quoi les "traditionalistes" avaient beau jeu de répondre : "La Terre est fixe, si elle bougeait on le sentirait, ce qui n'est pas le cas". Quoi qu'il en soit, l'idée d'une possible rotation de la Terre était lancée et elle allait provoquer pas mal de remous. Bref, le débat restait ouvert et la question était posée : "Qu'est ce qui tourne : la Terre ou le ciel ?".

Lorsqu'après les vicissitudes que l'on sait le modèle copernicien d'un univers héliocentrique finit par s'imposer, la Terre quittait le centre du monde pour prendre place dans le cortège planétaire et puisque l'observation des surfaces planétaires montrait que ces astres tournaient sur eux-

mêmes, pourquoi la Terre échapperait-elle à la règle générale ? Alors la Terre se mit à tourner sur elle-même. C'était si évident qu'on finit par oublier que cette rotation, pour aussi logique et naturelle qu'elle parût, n'était que le résultat d'une extrapolation et qu'aucune expérience terrestre n'avait jusqu'alors justifié cette nouvelle façon de voir. Ceci nous semble si vrai, qu'à notre connaissance, l'histoire des sciences ne semble pas avoir conservé la mémoire d'expériences qui auraient été imaginées dans le seul but d'établir la rotation de la Terre autour de l'axe de ses pôles, tant la chose paraissait certaine. Il fallut attendre la première décennie du XIX<sup>e</sup> siècle pour que le problème posé par la mise en évidence expérimentale du mouvement diurne de la Terre puisse trouver une solution correcte. Tout un chacun connaît Jean Bernard Léon Foucault et son pendule. Mais ce qui est moins connu, c'est l'approche scientifique qui a conduit Foucault à concevoir et à réaliser l'expérience qui porte son nom. Aujourd'hui cette démarche n'apparaît que comme l'aboutissement d'une réflexion approfondie concernant le mouvement relatif résultant des travaux de trois mathématiciens français et, rappelons-le, Foucault n'était pas mathématicien et n'occupait alors aucune position officielle dans le monde scientifique. Il ne deviendra physicien en titre à l'Observatoire de Paris que trois ans plus tard.

L'aventure commença en fait lorsque le mathématicien Gaspard Coriolis (1792-1843) établit un théorème qui depuis porte son nom. Ce théorème fournit entre autres choses le moyen de ramener à des questions de mouvement absolus toutes celles, si importantes, qui concernent les mouve-

ments observés à la surface de la Terre. Ainsi, si la Terre était immobile dans l'espace, les vents iraient directement des points de haute pression vers les points de basse pression en empruntant le trajet le plus court à la surface du globe. La Terre tournant sur elle-même, le théorème de Coriolis nous permet de comprendre que dans l'hémisphère Nord, les vents tournent autour d'une dépression dans le sens contraire de celui des aiguilles d'une montre. Pour s'en convaincre, il suffit de remarquer que le vent du midi précède souvent l'arrivée d'une dépression alors que le vent du Nord suit son passage.

A l'époque même où Coriolis développait son étude du mouvement relatif de rotation, deux physiciens français Louis Poinsot (1777-1859) et Denis Poisson (1781-1841) établissaient les équations complètes du mouvement du pendule simple dans le champ de pesanteur terrestre. Prenant en compte les résultats de leur collègue Coriolis, ils établirent que contrairement à ce qui était admis jusque là le plan des oscillations d'un pendule à la surface terrestre devait tourner si la Terre tournait. Selon eux, la boule du pendule était soumise à tout instant du fait de la rotation de la Terre à une force dirigée perpendiculairement au plan des oscillations. Si donc le fil du pendule n'était soumis à aucune contrainte résultant de sa fixation l'existence de cette force de Coriolis devait entraîner la rotation du plan des oscillations. Alors pourquoi le pendule de Foucault et non pas le pendule de Poinsot ou de Poisson ?

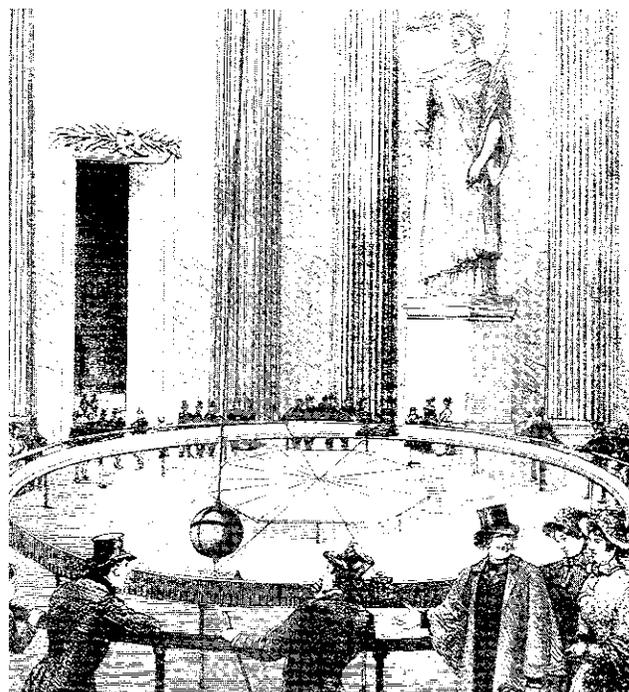
Poinsot et Poisson développèrent leurs calculs et montrèrent que la force de Coriolis qui devait entraîner la rotation du plan des oscillations du pendule était trop peu importante pour qu'on puisse espérer mettre cette rotation en évidence. Il ne semble pas qu'ils aient cherché à réaliser l'expérience.

C'est donc Léon Foucault (1819-1868) qui entreprit concrètement d'observer une éventuelle rotation du plan des oscillations d'un pendule. Tout alla très vite. Le premier pendule qu'il réalisa fin 1850 était de dimensions fort modestes puisqu'il l'installa dans la cave de la maison de sa mère. Bien que les oscillations n'aient pas été entretenues l'expérience était concluante et à Paris le plan des oscillations du pendule tournait bien dans le sens des aiguilles d'une montre ainsi que l'avaient prévu Poinsot et Poisson.

Dès janvier 1851 Foucault installa un pendule dans la salle de la lunette méridienne de l'Observatoire de Paris et convia le monde scientifique de l'époque à constater "de visu" la rotation de la Terre. L'expérience n'apportait peut-être rien de nouveau à la connaissance puisqu'il y avait bien longtemps que le commun des mortels savait que la Terre tournait autour de l'axe des pôles, mais elle ne manquait pas de panache puisqu'elle relevait le défi qui remontait à l'antiquité. Jusque là on savait que la Terre tournait ; grâce à Foucault on la voyait tourner.

L'expérience de Foucault rendit rapidement son nom populaire et en ce même mois de janvier 1851 il installa sous la coupole du Panthéon un fil d'acier long de 67 mètres fixé

à la coupole et terminé à l'autre extrémité par une sphère métallique de 28 kilogrammes (peut-être un boulet de canon). A sa partie inférieure, la boule était terminée par une pointe qui effleurait deux monticules de sable très fin disposés perpendiculairement au plan d'oscillation aux deux positions extrêmes atteintes par le pendule. A mesure que le plan des oscillations tournait, la pointe arasait les deux monticules attestant ainsi de la rotation de la Terre conformément aux résultats contenus dans les équations de Poisson.



L'année suivante, sur une suggestion de Poinsot qui lui demandait de réaliser une expérience encore plus spectaculaire que celle du pendule permettant de mettre en évidence la rotation de la Terre, Foucault allait imaginer le gyroscope dont il ne pouvait certes pas prévoir les applications futures.

#### Notes de la rédaction :

1 - On peut lire avec profit le très beau livre de Stéphane Deligeorges : "Foucault et ses pendules", dont est extraite l'image ci-dessus (p. 55).

(Ed. Carré, 1995 ; collection "Vues des sciences").

Cet ouvrage montre que Foucault était un expérimentateur génial et un découvreur foisonnant (daguerréotype du Soleil, mesure, avec Fizeau, de la vitesse de la lumière dans l'air et dans l'eau, gyroscope...).

Le 3 février 1851 un certain nombre de personnes reçurent un billet ainsi rédigé : "vous êtes invités à voir tourner la Terre dans la salle méridienne de l'Observatoire de Paris". Stéphane Deligeorges détaille le contexte et les conséquences de la découverte expérimentale la plus célèbre du XIX<sup>e</sup> siècle.

2 - Dans son ouvrage déjà cité "Et pourtant elle tourne !", (Seuil), Jacques Gapaillard consacre un chapitre fort intéressant au pendule de Foucault

