

Le pendule de Foucault

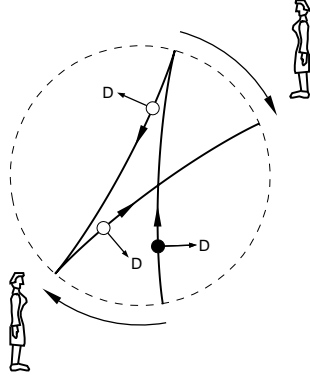


Fig. 1. L'accumulation de petites déviations D de la boule du pendule vers la droite (dans l'hémisphère nord) produit une rotation globale du plan d'oscillation vers la gauche, ou, vu de dessus, dans le sens des aiguilles d'une montre. Dans l'hémisphère sud, c'est l'inverse.

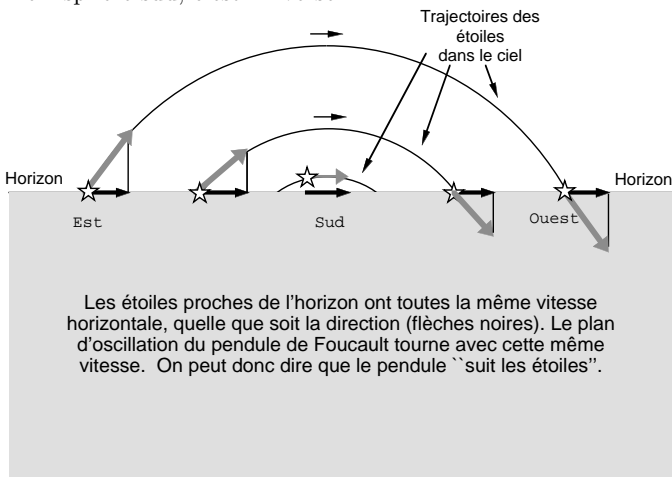


Fig. 2. Le plan d'oscillation du pendule suit la projection sur l'horizon du mouvement des étoiles proches de l'horizon (on peut facilement montrer par la trigonométrie sphérique que la composante horizontale de la vitesse apparente des étoiles est la même pour toutes les étoiles proches de l'horizon, en un lieu donné).

En 1851, tout le monde ou presque était persuadé que la Terre tournait sur elle-même en un jour. Cependant Laplace avait écrit en 1802 : "Quoique la rotation de la terre soit maintenant établie avec toute la certitude que les sciences physiques comportent, cependant une preuve directe de ce phénomène doit intéresser les géomètres et les astronomes."

On avait prévu dès le XVII^e siècle que la rotation de la Terre devait dévier légèrement la trajectoire d'un objet tombant en chute libre, ou celle d'un projectile (qui se déporte vers la droite dans l'hémisphère nord), en raison de l'accélération dite de Coriolis, qui paraît affecter

les mouvements lorsqu'ils sont observés dans un repère tournant. Cette accélération vaut $2\Omega v \sin \lambda$, si Ω est le vecteur rotation, v la vitesse de l'objet et λ la latitude du lieu d'observation. Mais ces effets sont très faibles et personne n'était parvenu à les observer. Le mérite de Foucault a été de comprendre que la boule d'un pendule se comporte comme un projectile lancé horizontalement : elle nous paraît donc dévier légèrement vers la droite à chaque oscillation. L'effet s'accumule, et le plan d'oscillation du pendule finit au bout d'un certain temps par tourner de façon bien visible (Fig. 1). Si l'on plaçait un pendule au pôle Nord, il ne serait pas entraîné par la rotation de la Terre et son plan d'oscillation resterait fixe par rapport aux étoiles : pour un observateur situé sur la Terre, il paraîtrait donc tourner d'un tour par jour. En revanche, un pendule à l'équateur ne tournerait pas du tout.

La situation est plus compliquée aux latitudes intermédiaires, car le point d'attache du pendule tourne avec la Terre. Le pendule tourne alors plus lentement qu'au pôle par un facteur égal à l'inverse du sinus de la latitude (à Paris il fait un tour en 31 heures 47 minutes). Il suit le mouvement des étoiles lorsqu'elles sont près de l'horizon (Fig. 2). Même si des physiciens ont pu retrouver ces résultats par le calcul quelques jours après la première démonstration, les contemporains, y compris Foucault, ont eu beaucoup de mal à les comprendre. L'explication la plus simple est celle donnée par Liouville peu après l'expérience (Fig. 3).

La première expérience du pendule eut lieu en janvier 1851 dans la cave de la maison de Foucault. Il la présenta ensuite dans la salle de la méridienne de l'Observatoire, à l'emplacement même où nous avons monté le pendule, après avoir lancé le célèbre "Vous êtes invités à voir tourner la Terre." L'expérience du Panthéon eut lieu en mars 1851. Elle fut aussitôt reproduite en de très nombreux lieux.

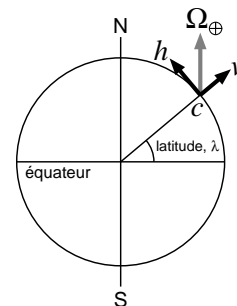


Fig. 3. La rotation de la Terre peut être représentée par un vecteur Ω_{\oplus} parallèle à l'axe de rotation. Liouville décomposait ce vecteur au lieu C en une composante horizontale h , à laquelle le pendule est insensible, et en une composante verticale v , proportionnelle au sinus de la latitude, à laquelle correspond la rotation du plan d'oscillation du pendule.