

Que se passe-t-il exactement ? Pourquoi le plan d'oscillation du pendule ne tourne-t-il pas avec la Terre ?

Pour l'expliquer, Foucault recourt à une maquette qui reproduit l'expérience à une échelle réduite. Il installe un pendule miniature sur une table tournante.

Foucault lance le pendule et fait tourner la table. Comme avec la baguette qui vibre, il constate que le plan d'oscillation du pendule n'est pas entraîné par la rotation de la table.

C'est aussi ce qui se passerait à l'échelle du globe terrestre au pôle Nord, où le pendule est suspendu à un point situé sur l'axe de rotation de la Terre. Foucault pose le principe suivant : le plan d'oscillation du pendule est indépendant du mouvement de rotation de son point de suspension.

La réussite de Foucault doit beaucoup au fabricant d'instruments Gustave Froment (1815-1865). C'est lui qui réalise l'exploit d'une suspension sans frottement et d'un fil sans torsion.

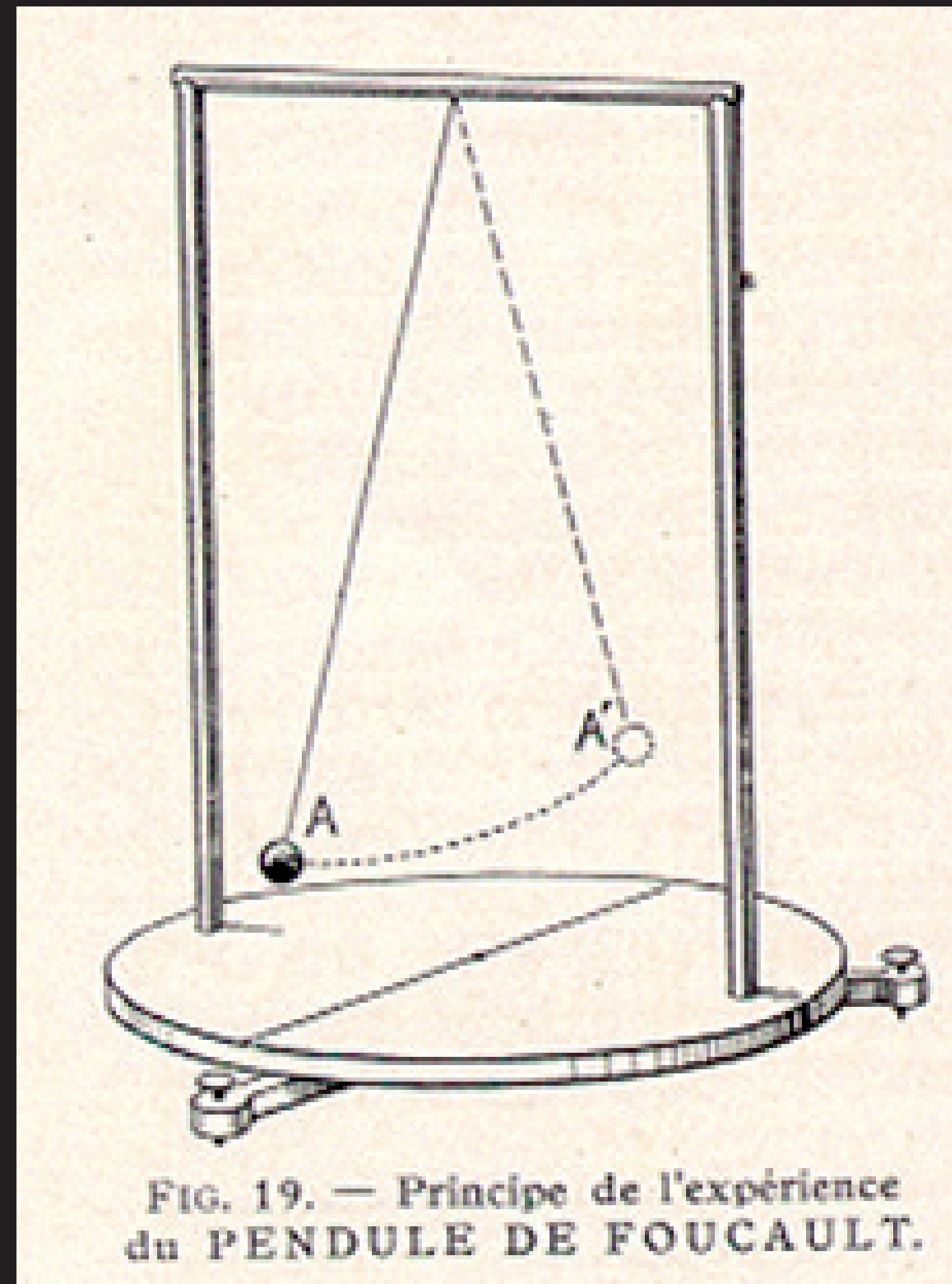


FIG. 19. — Principe de l'expérience
du PENDULE DE FOUCAULT.

Principe de l'expérience du pendule de Foucault

« Mais si le théâtre de l'expérience s'agrandit au point d'englober l'expérimentateur lui-même, si au lieu de s'appliquer uniquement à la table, le mouvement de rotation emporte la maison tout entière, ho ! alors les apparences deviennent tout à fait inverses. C'est le plan d'oscillation qui semble se dévier par rapport aux objets [...] qui l'environnent. À plus forte raison si c'est la Terre elle-même qui tourne dans l'espace, l'illusion sera-t-elle complète. »

Foucault, *Journal des Débats* 31 mars 1851

La force de Coriolis

Foucault a trouvé une astuce qui manifeste l'écart entre le référentiel terrestre et un référentiel rigoureusement galiléen.

Mais les physiciens et les mathématiciens reprocheront à Foucault de ne fournir aucune justification théorique au mouvement apparent du plan du pendule. Pour y parvenir, il faut en effet écrire les équations du mouvement du pendule dans un référentiel non galiléen.

Quand on passe d'un repère galiléen à un autre, les forces ressenties (le poids par exemple) restent les mêmes, car le mouvement de translation uniforme du repère galiléen n'ajoute rien à ces forces. C'est pourquoi Galilée disait : « le mouvement est comme rien ».

Mais la Terre est en rotation et ce mouvement de rotation ne compte pas pour rien. La Terre n'est pas un repère galiléen. Pour décrire le mouvement d'un objet par rapport à la Terre et non par rapport à un repère galiléen (par exemple matérialisé par des étoiles lointaines), il faut ajouter dans les équations des forces virtuelles dites d'inertie.

En 1835, Gustave Coriolis (1792-1843) met en équation les mouvements relatifs des pièces d'une machine, avec une force apparente qui porte aujourd'hui son nom : la force de Coriolis.

À l'échelle du globe terrestre, la force de Coriolis est extrêmement faible. Dans le cas du pendule ici présenté elle est environ 100 000 fois plus faible que le poids du pendule !. Elle n'a un effet sensible que sur des mouvements de très grande amplitude ou de très longue durée, ou bien encore sur des objets très massifs ou animés de très grande vitesse.

La déviation du plan du pendule de Foucault est un de ces effets. Il faut avoir la patience d'attendre plusieurs centaines d'oscillations pour voir la Terre tourner...