

Vortex et Coriolis

8 avril 2013

Un objet animé d'une vitesse relative \vec{V} dans un référentiel lié à la Terre subit une accélération de Coriolis $\vec{A}_c = 2\vec{\Omega} \wedge \vec{V}$ où $\vec{\Omega}$ est la vitesse de rotation de la Terre.

Notons (v_x, v_y, v_z) les composantes de \vec{V} dans un repère situé en un lieu de latitude l , avec l'axe z situé vers le haut (le zénit du lieu), l'axe x vers le Sud et l'axe y vers l'Est. Dans ce repère $\vec{\Omega}$ a pour composantes $(-\omega \cos l, 0, \omega \sin l)$. Il en résulte que les trois composantes de \vec{A}_c sont $a_x = -2\omega v_y \sin l$, $a_y = 2\omega v_x \sin l - 2\omega v_z \cos l$ et $a_z = 2\omega v_y \cos l$.

Ainsi, si on examine ce qui se passe dans un plan horizontal, on constate que les composantes v_x et v_y de la vitesse induisent des accélérations perpendiculaires dans le plan horizontal, qui font dévier vers la gauche dans le Nord et vers la droite dans l'hémisphère Sud: v_x induit $a_y = 2\omega v_x \sin l$ (perpendiculaire et vers la gauche si $l > 0$) et v_y induit $a_x = -2\omega v_y \sin l$ (également perpendiculaire et vers la gauche si $l > 0$).

La composante v_y induit également une accélération verticale $a_z = 2\omega v_y \cos l$ qui diminue le poids de l'objet s'il se déplace vers l'Est et l'alourdit s'il se déplace vers l'Ouest, ce qui est sans conséquence notable sur les trajectoires.

La composante v_z induit une accélération vers l'Ouest si elle est ascendante et vers l'Est si elle est descendante, dans l'hémisphère Nord et inversement dans l'hémisphère sud.

Ainsi, dans l'hémisphère Nord, si on lâche une particule, la pesanteur lui communique une accélération qui va rendre v_z négative. Cette composante va induire une accélération $a_y = -2\omega v_z \cos l$ dirigée vers l'Est qui va produire une vitesse v_y . Cette vitesse va induire une accélération $a_x = -2\omega v_y \sin l$ qui produira une vitesse v_x dirigée vers le Nord. Ainsi, la chute va produire un mouvement vertical incliné vers l'Est en spirale dans le sens positif dans l'hémisphère Nord et incliné vers l'Ouest en spirale dans le sens négatif dans l'hémisphère Sud.

Le vortex dans les lavabos :

Certains voient dans cet effet l'origine du vortex qui se crée lors de l'écoulement des eaux d'un lavabo et qui tournerait dans le sens positif dans l'hémisphère Nord et négatif dans l'hémisphère Sud. D'autres pensent que cet effet est négligeable devant les effets produits par les irrégularités des états de surface des récipients. Tout ce que je peux dire est que si l'accélération de Coriolis a un effet, elle produira ces sens de rotation (positif dans l'hémisphère Nord et négatif

dans l'hémisphère Sud). Il reste à faire un grand nombre d'expériences avec des récipients bien lisses et réguliers pour vérifier si l'effet est négligeable ou non. Je ne sais pas si cela a été fait.

Poussée latérale sur les rails :

Considérons un train très rapide (360 km/h soit 100 m/s) roulant à la latitude de 45° . Avec :

$$\begin{aligned}\omega &= 2\pi/86400 = 73 \cdot 10^{-6} \\ \sin l &= 0.707\end{aligned}$$

on obtient $a_{xy} \simeq 0.01$. Si la masse est de 18 T par essieu, les rails subissent au niveau de l'essieu une poussée latérale de 180 Kg ($\times 9.81$ pour l'exprimer en newtons).