

Petite histoire de la force de Coriolis - Corrigé

1. En un point M de la surface terrestre on définit un repère local M,x, y, z, avec Mz selon la verticale ascendante, Mx vers le Sud tangent à un parallèle terrestre et My vers l'Est tangent à un méridien.

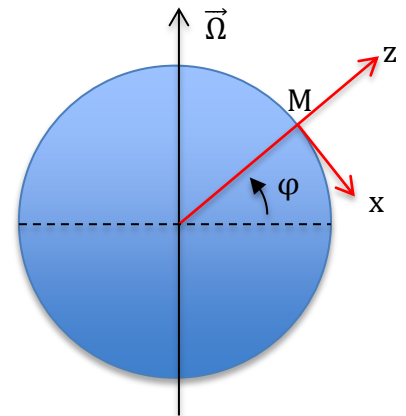
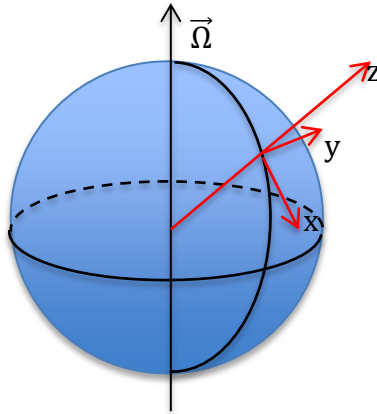
La latitude est φ .

Le vecteur rotation est :

$$\vec{\Omega} = \Omega(-\cos\varphi.\vec{e}_x + \sin\varphi.\vec{e}_z)$$

La force de Coriolis est :

$$\vec{F}_c = -2m.\vec{\Omega} \wedge \vec{v}_r$$



Premier cas :

$$\vec{v}_r = u.\vec{e}_y \Rightarrow \vec{F}_c = 2m.u.\Omega(-\sin\varphi.\vec{e}_x + \cos\varphi.\vec{e}_z)$$

Ce sont les termes 1 et 2.

Deuxième cas :

$$\vec{v}_r = -v.\vec{e}_x \text{ (avec } v > 0) \Rightarrow \vec{F}_c = 2m.v.\Omega.\sin\varphi.\vec{e}_y$$

C'est le terme 3.

Troisième cas :

$$\vec{v}_r = w.\vec{e}_z \Rightarrow \vec{F}_c = -2m.w.\Omega.\cos\varphi.\vec{e}_y$$

C'est le terme 4.

2. Considérons un vent dirigé vers l'Equateur (selon Mx).

Dans l'hémisphère Nord :

$$\vec{v}_r = v.\vec{e}_x \text{ et } \varphi > 0$$

Dans l'hémisphère Sud :

$$\vec{v}_r = -v.\vec{e}_x \text{ (avec } v > 0) \text{ et } \varphi < 0$$

Dans les deux cas la force de Coriolis que subit ce est dirigée vers l'Ouest.

3. Pour un vent moyen :

$$V \simeq 50 \text{ km.h}^{-1} = 14 \text{ m.s}^{-1}; \Omega = 2\pi/(24*3600) = 7,2.10^{-5} \text{ rad.s}^{-1}, \text{ on calcule :}$$

$$a_c = 1,0.10^{-3} \text{ m.s}^{-2} \text{ faible en comparaison de } g \text{ par exemple !}$$

4. Cette approximation (appelée « géostrophique ») consiste à négliger les composantes verticales des vitesses et des forces de Coriolis.

5. Dans le plan horizontal, seules interviennent la force de Coriolis et des forces de pression.

L'équilibre de ces forces s'écrit :

$$-(\overrightarrow{\text{grad}P})_{horizontal} - 2m.(\vec{\Omega} \wedge \vec{v}_r)_{horizontal} = \vec{0}$$

Le vecteur $\overrightarrow{\text{grad}P}$ est perpendiculaire aux isobares, et le vecteur $\vec{\Omega} \wedge \vec{v}_r$ est perpendiculaire à \vec{v}_r ; on en déduit que la vitesse est parallèle aux isobares.

Remarque : le poids compense le gradient de pression vertical.