Météorologie, Caroline Muller, HK1

A rendre vendredi 22 octobre au plus tard (sur moodle ou par email)

Q1: approximation hydrostatique

Q1a) Montrer par une analyse d'échelle des équations primitives que l'approximation hydrostatique est valide pour les mouvements de grande échelle aux moyennes latitudes.

Q1b) Donner (et justifier) un exemple de phénomène météorologique pour lequel cette approximation n'est pas valide.

Q2: Lecture de carte: hypsométrie

Aller sur un site météorologique et vérifier qualitativement l'équation hypsométrique; illustrer avec capture(s) d'écran (par exemple:

http://www.meteox.com
http://www.zamg.ac.at
http://www.metoffice.gov.uk/public/weather/surface-pressure
http://www.meteo-paris.com
http://www.infoclimat.fr/modeles-meteorologiques.html
http://weather.unisys.com ...).

Q3: Oscillations inertielles

En référentiel tournant, des perturbations rectilignes dans le référentiel absolu se traduisent en oscillations circulaires. Nous l'avons vu en cours avec une vidéo d'expérience sur une cuve tournante, et nous nous proposons maintenant de le démontrer mathématiquement.

On néglige toute force extérieure, le fluide en référentiel tournant satisfait donc les équations : $\frac{du}{dt} - fv = 0$; $\frac{dv}{dt} + fu = 0$

où f est le paramètre de Coriolis. On suppose une vitesse initiale $u\ (t=0) = u_0 > 0$; $v\ (t=0) = 0$.

Q3a) Trouver la solution $u\ (t)$, $v\ (t)$ de ce système.

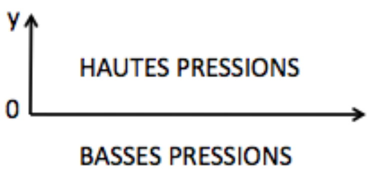
Q3b) Calculer la trajectoire $x\ (t)$, $y\ (t)$ correspondant à ces vitesses pour une parcelle de fluide démarrant à l'origine. Montrer que ces trajectoires sont bien des cercles dont on déterminera le rayon en fonction des paramètres du problème.

Q4: Lecture de carte: géostrophie

Trouver une carte des vents sur un site météorologique (par exemple: http://www.meteox.com ; http://www.metoffice.gov.uk/public/weather/surface-pressure ; http://www.meteo-paris.com ; http://www.infoclimat.fr/modeles-meteorologiques.html ; http://weather.unisys.com ...)
et illustrer une des propriétés du vent géostrophique.
Rappeler les propriétés du vent géostrophique.

Q5: Effet de traînée (exercice commencé en classe)

On considère une ligne $y = 0$ séparant des hautes pressions au nord et des basses pressions au



sud. On suppose que les forces de friction au sol sont responsables d'une force de traînée linéaire, proportionnelle au vent et dans la direction opposée: $\vec{F} = -k\vec{u}$, $k > 0$.

On se place dans l'hémisphère nord.

Q5a) En faisant un bilan des forces graphiquement, établir dans quel sens va la vitesse.

Q5b) En faisant un bilan en x et y, déterminer le champs de vitesse pour un gradient de pression $\alpha = 1/\rho \ \ \partial p/\partial y$ donné ($\partial p/\partial x = 0$).

Application numérique: $f = 10^{-4} s^{-1}$; $\alpha = 10^{-3} ms^{-2}$; $k = 5 \times 10^{-5} s^{-1}$.

Q5c) Dans le cas d'un cyclone et d'un anticyclone, comment vont être déviés les vents? Quels mouvements verticaux peut-on attendre?

Q6: Equilibre hydrostatique et effet topographique

Pour identifier facilement les caractéristiques principales de la circulation atmosphérique, on peut utiliser des cartes de pression de surface. Cependant, dans des stations météorologiques de montagne, la pression de surface change avec l'altitude et va être différente de la pression au niveau de la mer. Par exemple, on relève un jour donné à Saint-Louis (Missouri) une pression de 995 hPa et à Denver (Colorado) une pression de 825 hPa. Compte tenu du fait que Saint Louis est au niveau de la mer et que Denver est à 1609 m d'altitude, on va obtenir une différence.

Q6a) Trouver une méthode pour obtenir la pression équivalente au niveau de la mer en fonction de la pression, l'altitude et la température à un lieu donné. (On pourra faire l'hypothèse d'une atmosphère isotherme $T=T_0=20^\circ C$).

Q6b) Application : Quelle est la pression équivalente au niveau de la mer à Denver ?

Q6c) Question bonus (facultative): Refaire le calcul ci dessus dans le cas plus réaliste d'une atmosphère avec décroissance de la température avec l'altitude selon une adiabatique sèche: $dT/dz = -g/c_p$