

## M1: Introduction à l'océanographie physique

## TP1: Modèles de Stommel et Munk

bruno.deremble@ens.fr

emilien.jolly@lmd.ens.fr

Nous avons étudié en cours deux modèles de circulations forcée par les vent: le modèle de Stommel et le modèle de Munk. Ces deux modèles décrivent la circulation de grande échelle qui correspond à l'équilibre de Sverdrup. On a vu que pour avoir un courant de retour, il était nécessaire de rajouter une forme de friction: soit une friction de fond via la couche d'Ekman (modèle de Stommel)

$$\beta v = \frac{f}{H} \nabla \times \left( \frac{\tau}{\rho_0 f} \right) - r \zeta, \quad (1.1)$$

soit une fermeture turbulent (modèle de Munk).

$$\beta v = \frac{f}{H} \nabla \times \left( \frac{\tau}{\rho_0 f} \right) + A_h \nabla^2 \zeta. \quad (1.2)$$

1. Rappelez la signification de chacun des termes de ces équations
2. Rappelez l'équilibre géostrophique qui relie  $u$ ,  $v$  et  $h$
3. Le programme 'linear\_ocean.py' permet de trouver la fonction  $h$  solution des équations (1.1) et (1.2). Ce programme résoud une équation du type

$$\frac{\partial \psi}{\partial x} + \epsilon_s \nabla^2 \psi - \epsilon_m \nabla^4 \psi = wsc. \quad (1.3)$$

qui correspond aux équations (1.1) et (1.2) dans une forme non dimensionnelle. Faire le lien entre  $\epsilon_s$ ,  $\epsilon_m$  et les paramètres du problème. Le terme  $wsc$  correspond au terme de forçage par le rotationnel du vent.

4. Calculez et tracez  $u$ ,  $v$  et  $h$  pour les deux modèles.
5. En déduire la vorticité relative  $\zeta$
6. Retrouvez que dans l'intérieur du bassin, les forces de friction sont négligeables devant les autres termes
7. Quel est l'équilibre dominant dans le courant de bord ouest?
8. Tracez un profil de vitesse méridienne  $v(x)$  en  $y = L/2$  dans le courant de bord ouest pour les deux modèles.
9. Quelle est une différence importante entre ces deux profils?
10. À quelle région correspond le profil idéalisé de vent utilisé ici?
11. Modifiez ce profil de vent pour rajouter la partie sub-polaire des bassins océaniques?

## Installation du modèle

```
$ git clone https://github.com/bderembl/ocean.git
$ cd ocean
$ git clone https://github.com/bderembl/spoisson.git
$ cd spoisson
$ python setup.py install --user
$ cd ..
$ ipython
$ [Ipython]: run linear_ocean.py
```