

Intermittence et transferts d'énergie en turbulence stratifiée

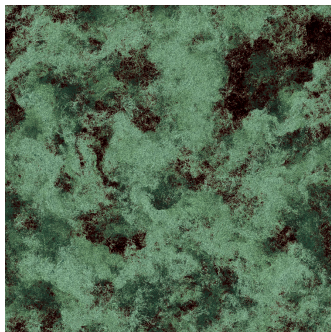
Malo Chabanat--Lebeault*, Andrea Maffioli*, Anne Cadiou

Laboratoire de Mécanique des Fluides et d'Acoustique
École Centrale de Lyon

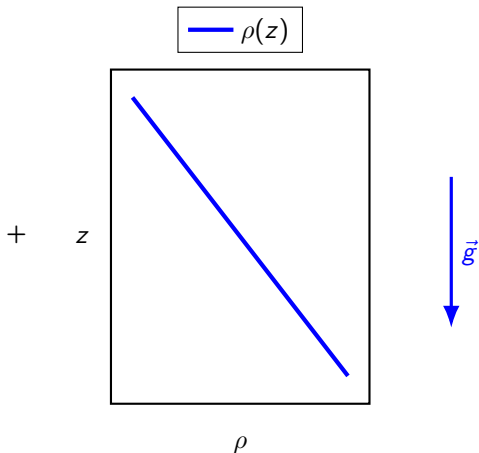


Turbulence stratifiée...

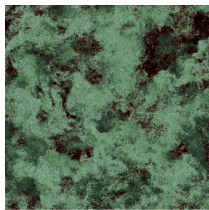
Turbulence + stratification stable de la masse volumique



Ishihara *et al.*, 2009

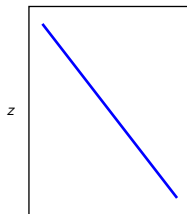


Turbulence stratifiée...



Ishihara *et al.*, 2009

+



=

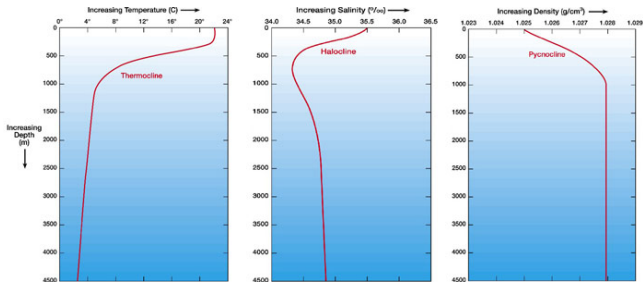


Brethouwer *et al.*, 2007

- ▶ La flottabilité limite les mouvements verticaux du fluide.
- ▶ Turbulence **anisotrope**.

Pourquoi l'étudier

- ▶ **Intérêt théorique** : une turbulence différente par rapport à la turbulence classique — il faut comprendre sa dynamique.
- ▶ **Applications en géophysique et astrophysique** : aux petites échelles de l'atmosphère et de l'océan, la turbulence est une turbulence stratifiée.



Profils de température, salinité et masse volumique dans l'océan



Annual Review of Marine Science

Mixing Efficiency in the Ocean

M.C. Gregg,¹ E.A. D'Asaro,¹ J.J. Riley,²
and E. Kunze³

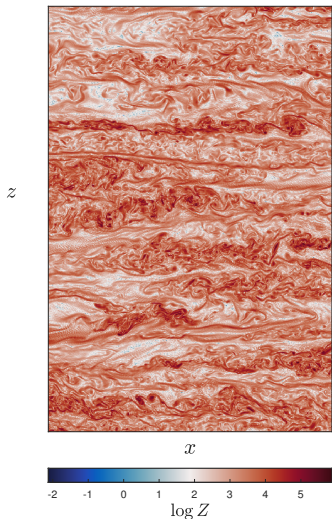
¹Applied Physics Laboratory and School of Oceanography, University of Washington, Seattle, Washington 98105, USA; email: mgregg@uw.edu, dasaro@apl.washington.edu

²Department of Mechanical Engineering, University of Washington, Seattle, Washington 98195, USA; email: rileyj@u.washington.edu

³Northwest Research Associates, Redmond, Washington 98052, USA; email: kunze@nwra.com

- ▶ Le **mélange vertical** dans l'océan, dû à la turbulence, est une composante importante de la circulation thermohaline.
- ▶ Dans les codes numériques de la dynamique de l'océan, la turbulence est un phénomène sous-maille — on utilise des **paramétrisations** pour représenter ses effets.
- ▶ Une meilleure compréhension de la turbulence stratifiée peut aider. . .

Stage de M2



- ▶ Visualisation de l'enstrophie
 $Z = \frac{1}{2}|\boldsymbol{\omega}|^2$, un indicateur de la turbulence

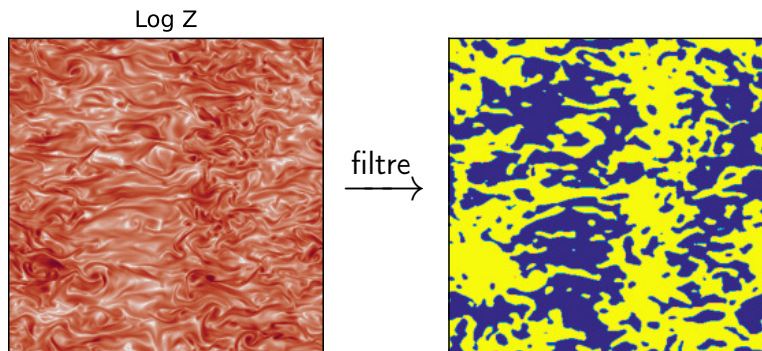
($\boldsymbol{\omega} = \nabla \times \mathbf{u}$ est la vorticité)

- ▶ Régime fortement stable
 \implies forte **intermittence**

Comment l'intermittence influence-t-elle la dynamique de la turbulence stratifiée ?

Traitement de données massives (~ 8.6 milliards de points)

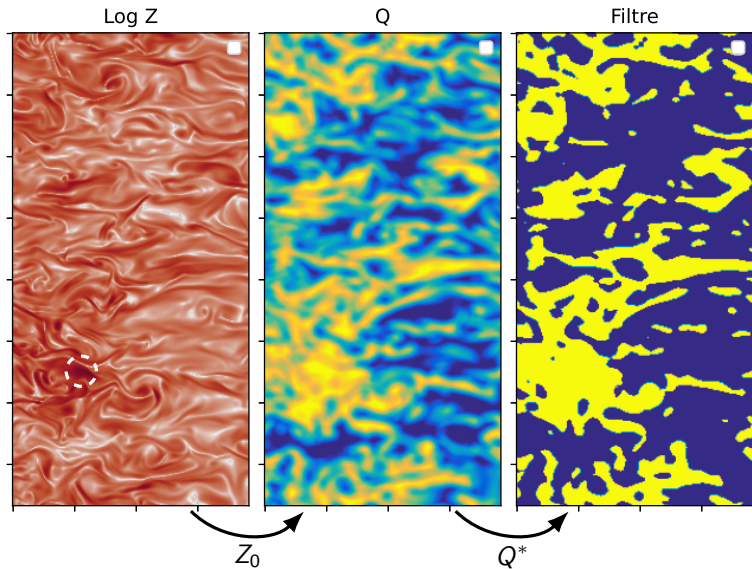
- ▶ DNS 3D existantes
- ▶ Filtre pour différencier les zones turbulentes et calmes



Zones calmes \implies couches stratifiées

Zones turbulentes \implies brisent la stratification

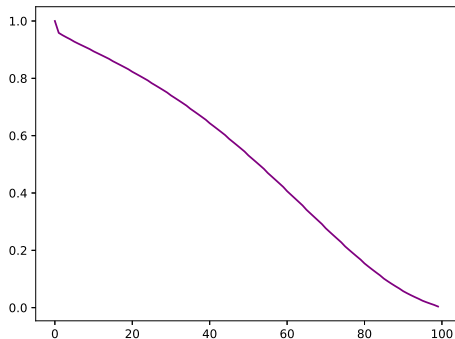
Application du filtre



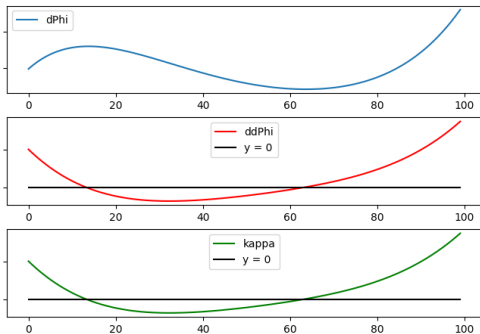
Paramétrisation du filtre (à Z_0 fixé)

ϕ : Fraction volumique de turbulence

Phi en fonction de Q^*



Dérivées et Courbure

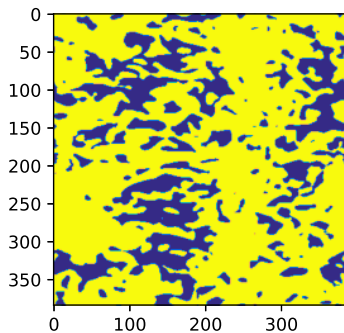


$$\text{Courbure} : \kappa = \frac{dd\phi(Q^*)}{(1 + d\phi(Q^*))^{\frac{3}{2}}}$$

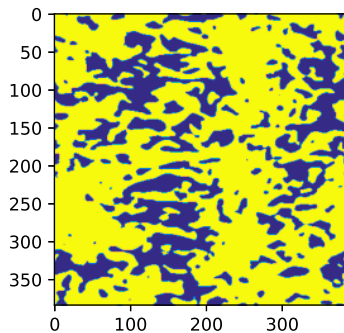
► Idéalement → Plateau



Idée : Autour de $\max\|\kappa\|$?



$Z_0 = 100$ $Q^* = 0.32$ $\phi = 0.7$



$Z_0 = 80$ $Q^* = 0.46$ $\phi = 0.7$

Q^* est une fonction de Z_0

Interprétation :

Pour un Z_0 donné, par l'étude de $\phi(Q^*)$, on peut lui associer un unique Q^* . Ce qui nous permet de construire un filtre.

Hypothèse :

Pour un ϕ fixé, il existe un unique filtre optimal i.e. tout (Z_0, Q^*) bien choisi construira le même filtre.

Pour plus d'informations, merci de nous contacter :

`andrea.maffioli@ec-lyon.fr`

