Variabilité intrinsèque de la circulation océanique... forcée par le vent

Thierry Huck, en collaboration avec...
Patrice Bellec, Olivier Arzel, Alain Colin de Verdière, Steven Herbette, Antoine Hochet, Quentin Jamet, Florian Sévellec, Jérôme Sirven, Yves Morel, Eric Chassignet

LOPS (UMR 6523 CNRS IFREMER IRD UBO), Brest, France

Réunion d'équipe Océan et Climat, 10 Janvier 2017

Variabilité de la circulation océanique : intrinsèque / forcée / couplée ?

Différents paradigmes:

- 2 décennies d'études de la variabilité intrinsèque de la circulation océanique forcée par les flux de chaleur > période multidécennale, signature réaliste avec OPA ORCA2 linéaire tangent (Sévellec&Fedorov 2013), ondes longues de Rossby baroclines instables
- nombreuses études sur la variabilité interannuelle à décennale de la circulation océanique **turbulente** forcée par le vent : mécanisme basé sur les flux turbulents Hazeleger&Drijfhout 2000), turbulent oscillator (Berloff&al.2007), approches variées (systèmes dynamiques)...
- réponse océanique à la variabilité atmosphérique type NAO (la plus courante peut être pour l'Atlantique Nord)

Variabilité de la circulation océanique : forcée ?

Discussions récentes assez actives sur le sujet :

• Clement&al.2015 Science : *The Atlantic Multidecadal Oscillation without a role for ocean circulation.* > The AMO is the response to stochastic forcing from the midlatitude atmospheric circulation.

"The AMOC empire strikes back..." (M. Cane, Princeton, Nov.2016)

• Zhang&al.2016 Science > ocean dynamics play a central role in the AMO.

• O'Reilly&al.2016 GRL : SSTA positively correlated with heat fluxes on decadal time scales in observations (Gulev&al.2013 Nature) and coupled models, but negatively in atmospheric models with slab oceans.

• Drews&Greatbatch 2016 GRL : *Atlantic Multidecadal Variability in a model with an improved North Atlantic Current.* > signature de la variabilité du modèle couplé très proche de l'AMO observée.

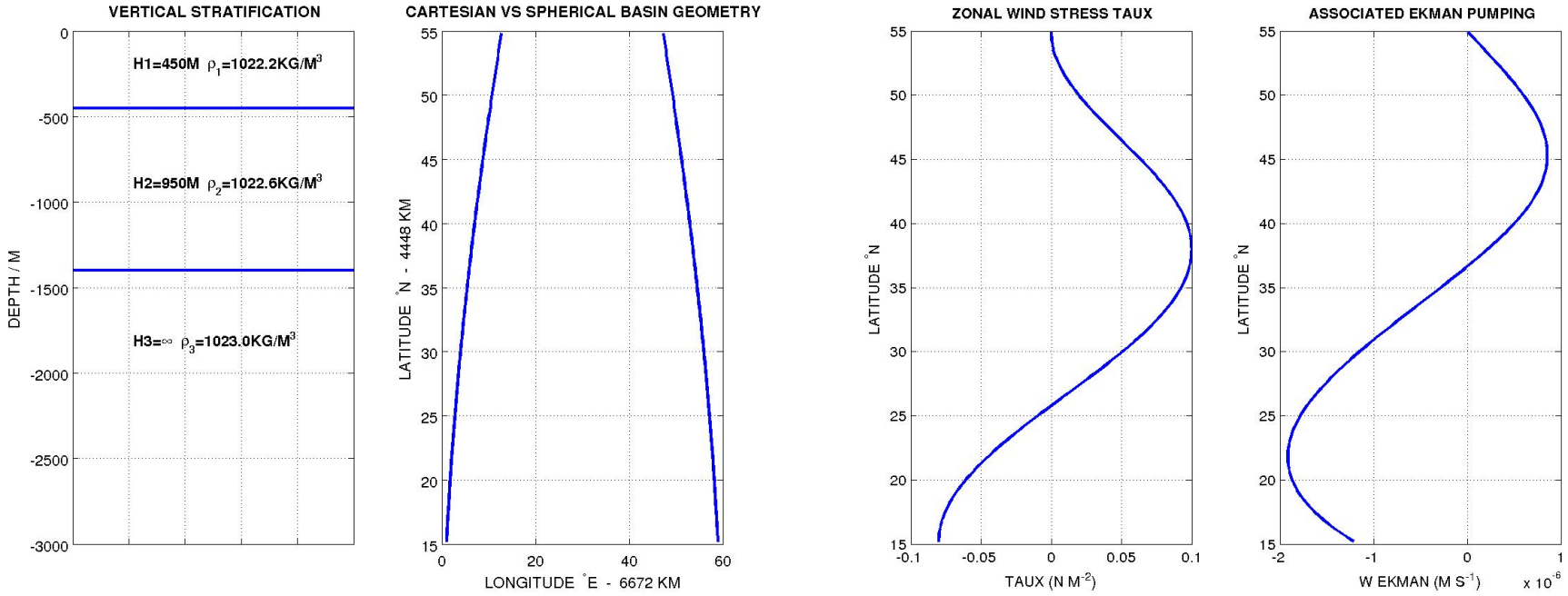
Quelle part de la variabilité océanique est imputable aux variations du forcage atmosphérique, quelle part à la variabilité intrinsèque ?

- régimes de variabilité assez particuliers : faiblement forcé (1/3), moyennement dissipé, Reynolds O(1) et pas documenté... ni observé !
- variabilité intrinsèque dépend de la résolution horizontale (no eddy, eddy permitting/resolving, submesoscale...) et verticale !
  > séries de simulations avec HYCOM isopycnal de 1° à 1/12°, de 3 à 12 couches, en cours
- Est-ce que comprendre les mécanismes de la variabilité intrinsèque (structure spatiale, temporelle) peut aider à distinguer la part forcée de la part intrinsèque ? (Sirven&al.2015)

Cadre :

- projet CNES OST/ST Chaocean project (PI T. Penduff)
- projet LEFE Mesovarclim (PI O. Arzel)

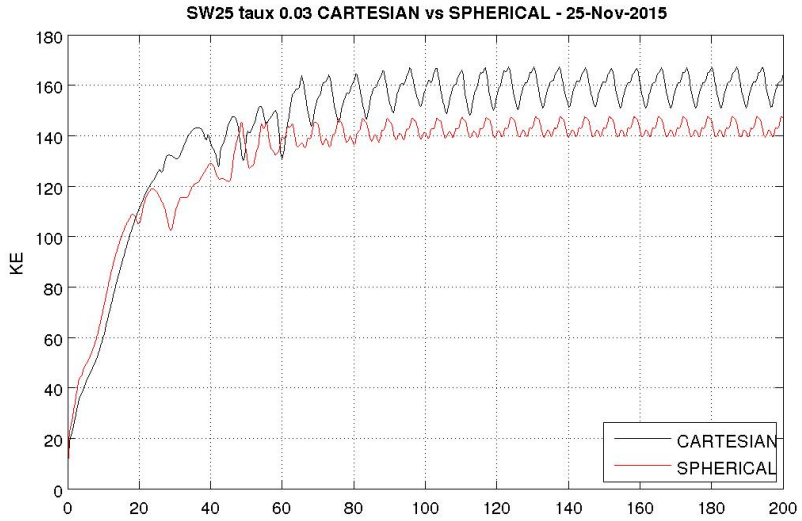
simplest framework with large-scale baroclinic instability: 2.5-layer shallow water model

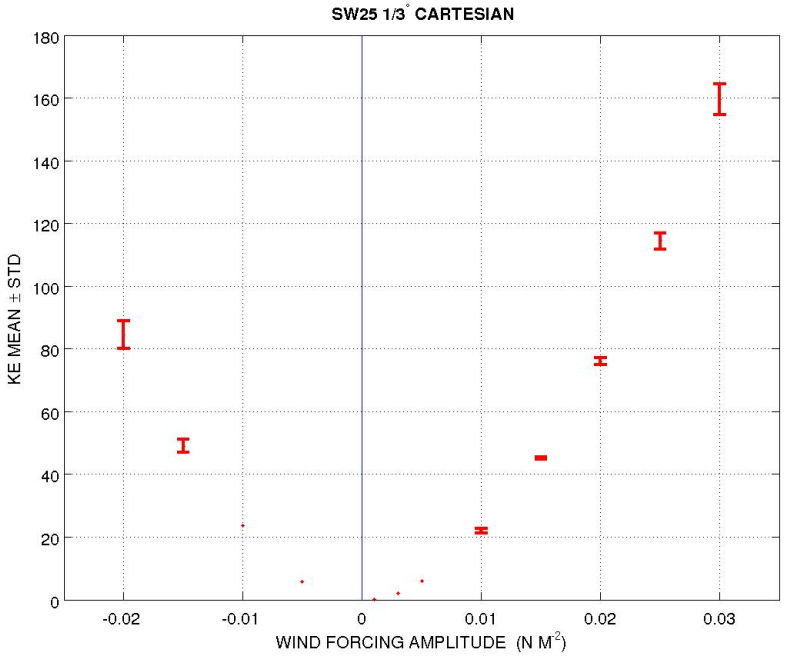


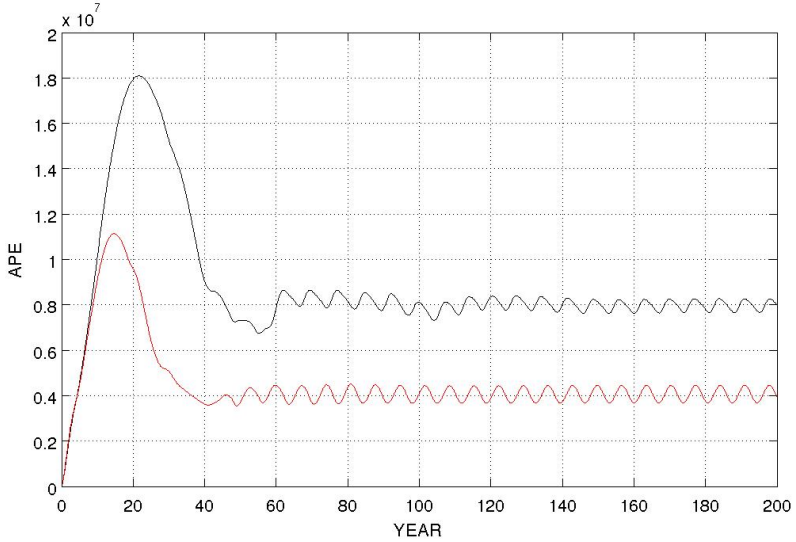
Vertical stratification, basin geometry and analytical wind forcing (zonal stress and Ekman pumping), identical to Sirven&al. 2015 JMR.

Control parameter: wind forcing amplitude, limited by upper layer outcropping for future linearization.

A flavor of the variability: oscillations with period O(7–8 yr)

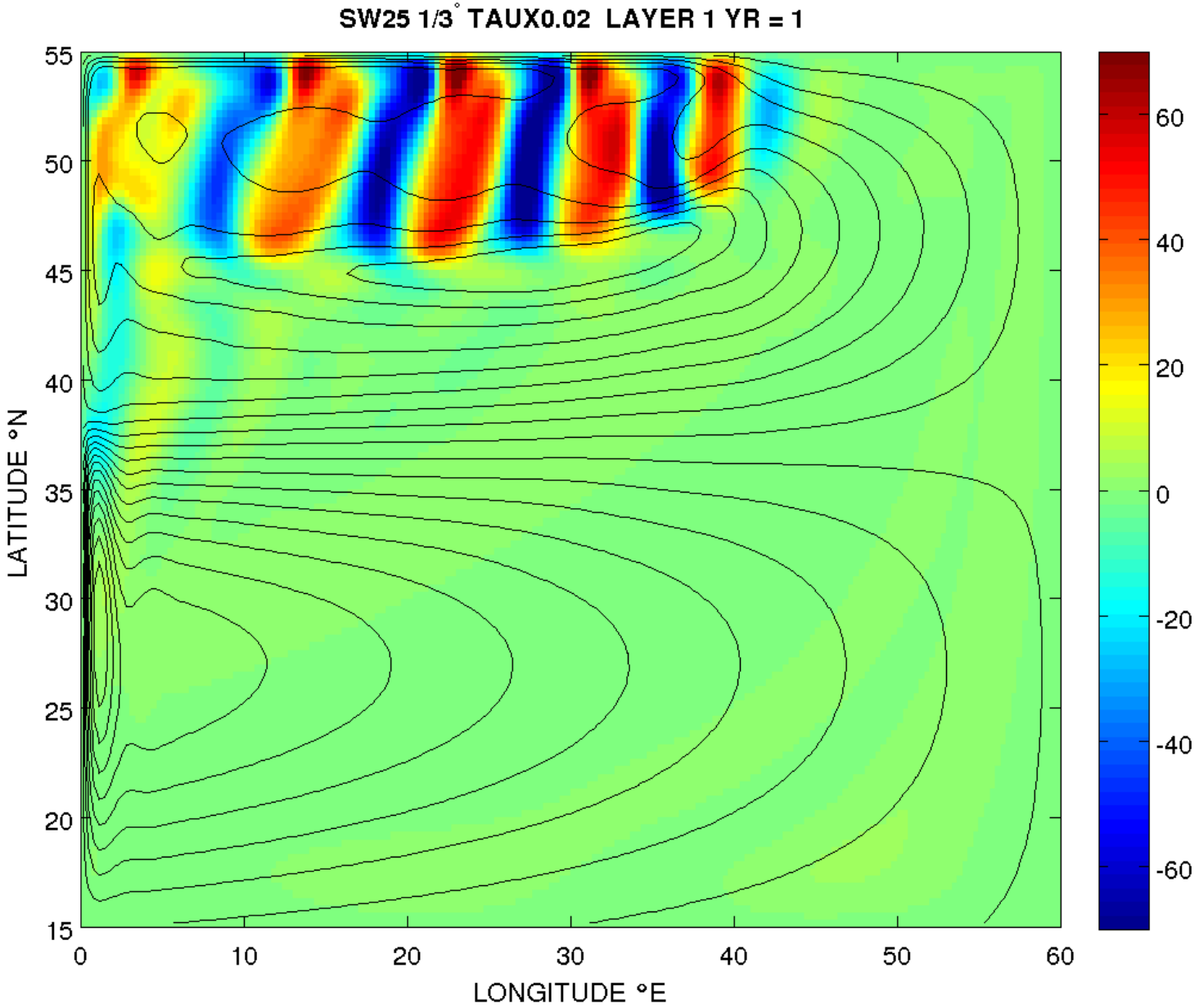






(left) Evolution of Kinetic Energy and Available Potential Energy for spherical and cartesian geometry. (right) KE mean and standard deviation function of wind forcing (Cartesian geometry).
oscillation period set by stratification

Animation of h1' anomalies: westward propagation



Regions of unstable waves propagation

$$\mathrm{PV}_i \approx \frac{f}{h_i}$$

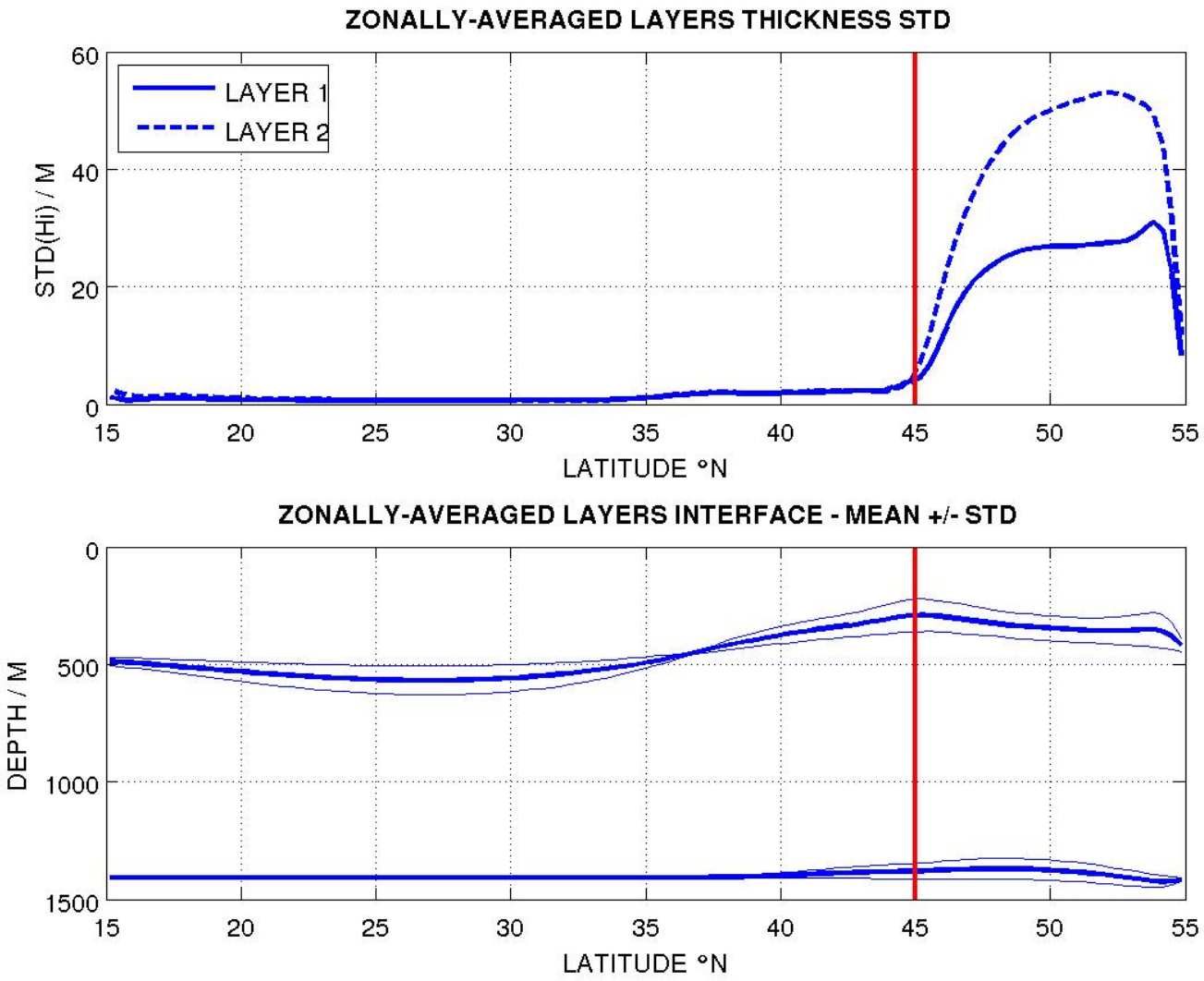
North/45°N:

$\partial_y h_1 > 0 \Rightarrow$
$\partial_y \mathrm{PV}_1 < 0$

$\partial_y h_2 > 0 \Rightarrow$
$\partial_y \mathrm{PV}_2 > 0$

conditions for

baroclinic instability



Conditions for baroclinic instability in SW2.5

Linear stability analysis of the 2.5 layer QG equations (Liu 1999 QJRMS)
- zonal mean flow U1 U2
- long wave approximation
$\Rightarrow$ analytical solutions

conditions for instability

U1<0 !

Hochet&al. 2015 JPO $\rightarrow$

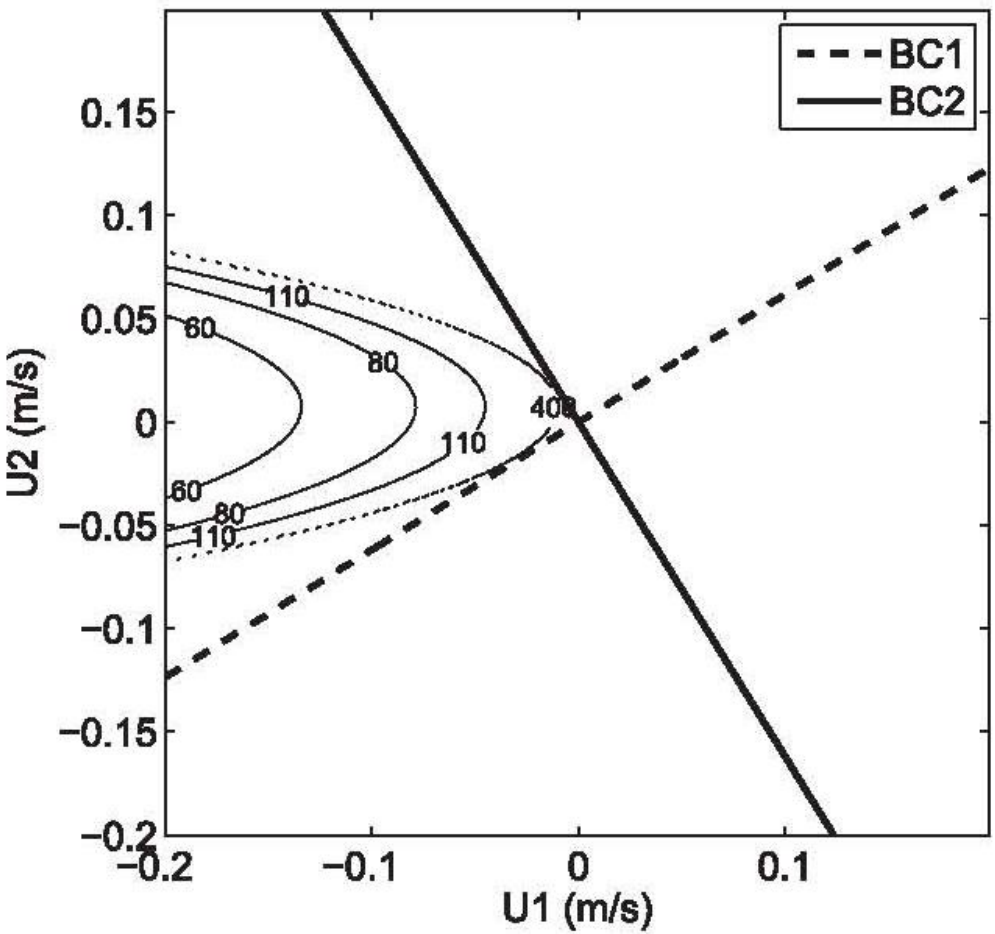
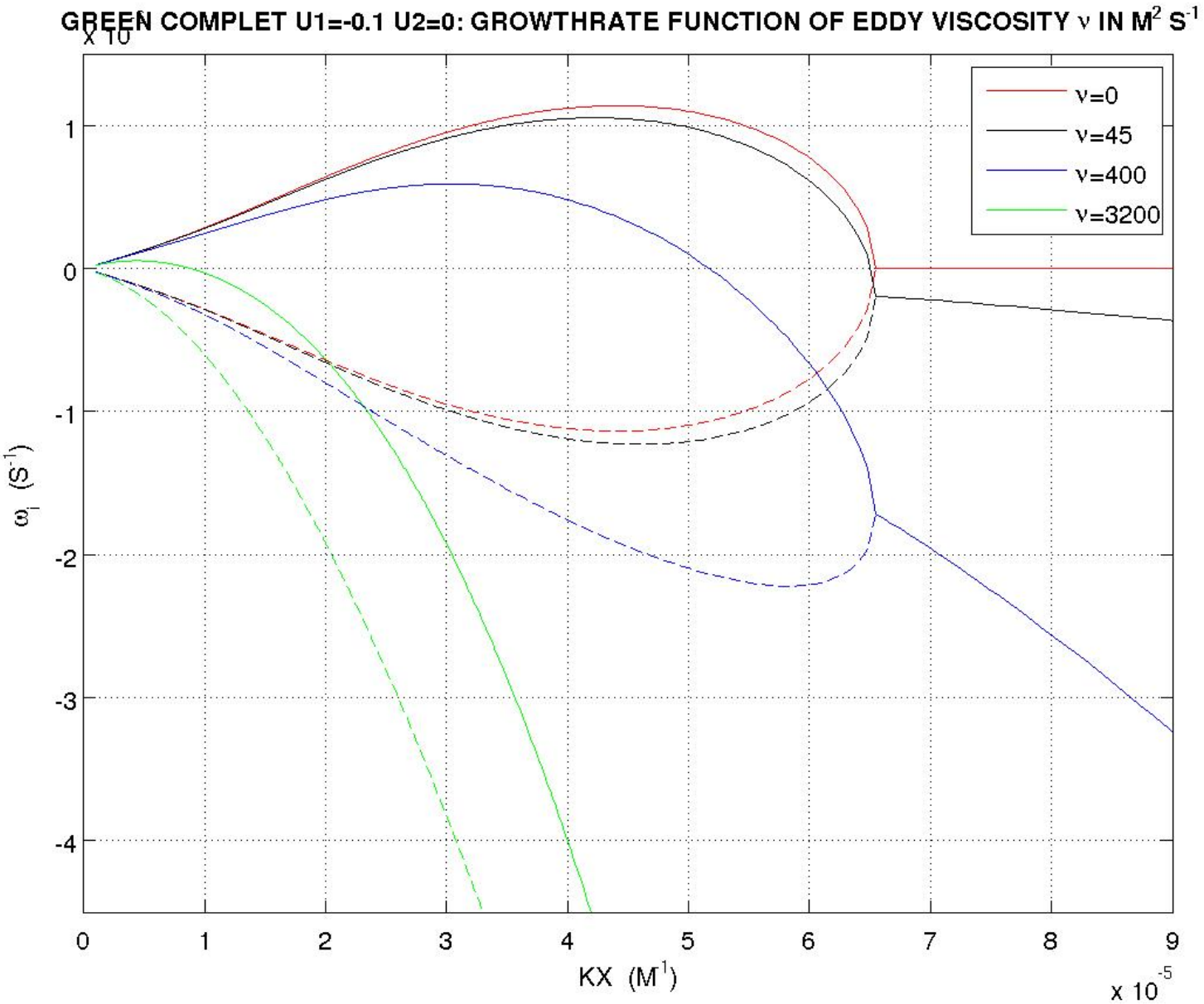


FIG. 1. Growth time (days) of large-scale modes in a 2.5-layer quasigeostrophic model as a function of the zonal velocities in layer 1 (U_1) and layer 2 (U_2). The zonal wavelength is 1000 km, and the latitude is 30°N. The two lines are the first (dashed) and second (solid) baroclinic modes; $H = 200$ m.

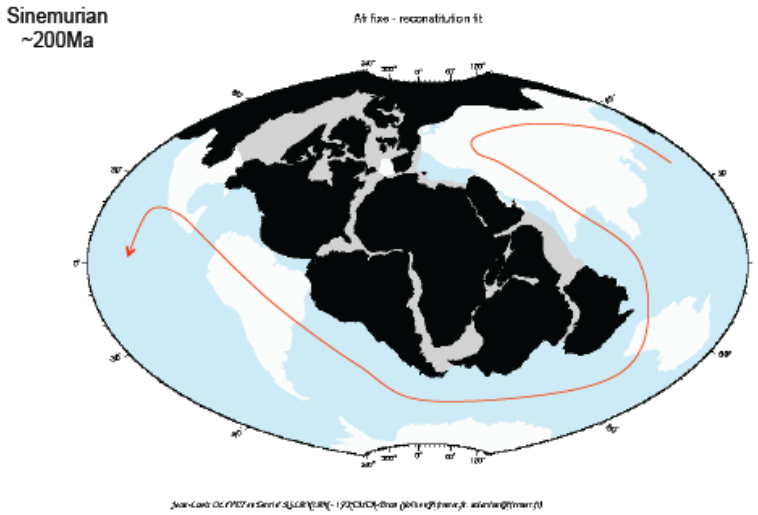
Selection of most unstable wavelength... by eddy viscosity

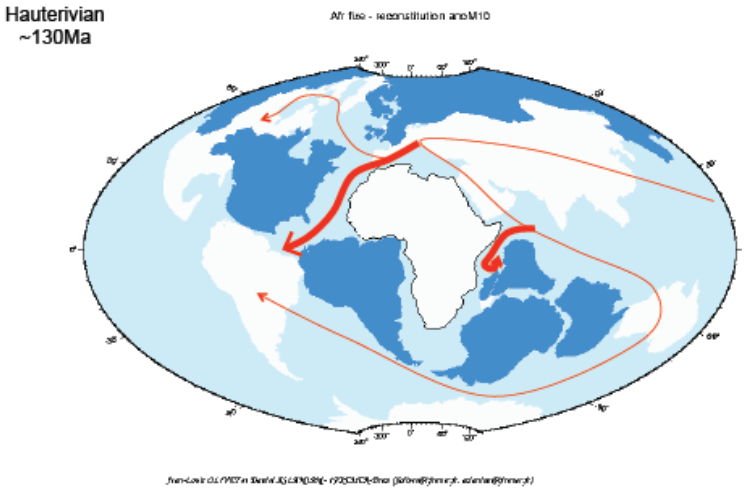


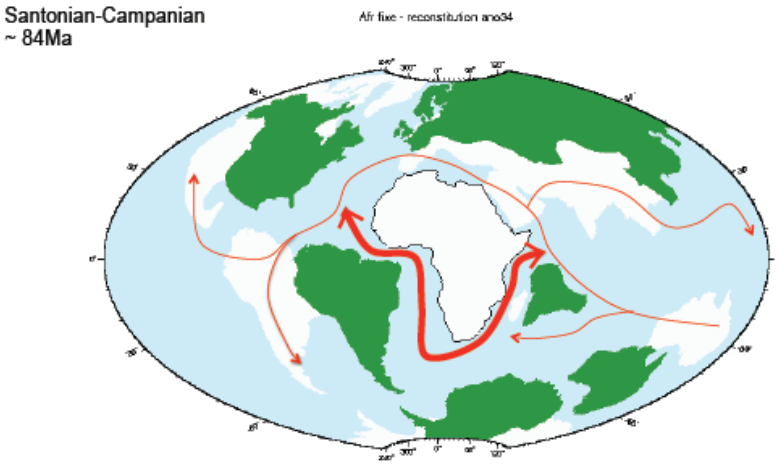
Quoi d'autre ?

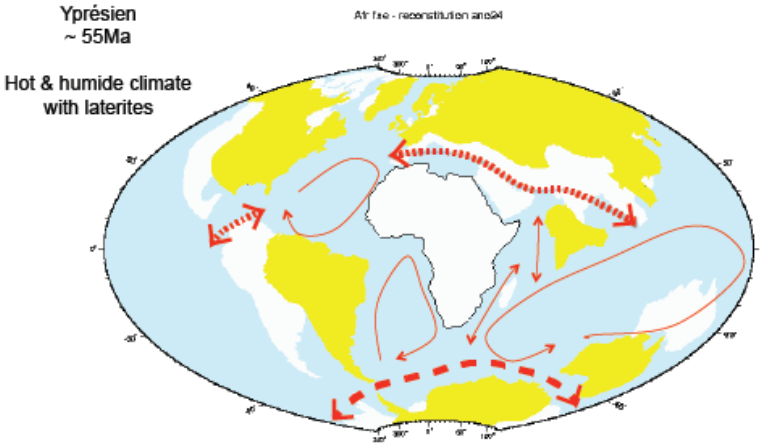
- écrire mon HDR bien sûr
- signature de la variabilité intrinsèque ou forcée dans les observations (SST, subsurface, SSH)
- quelques trucs sur les plastiques, un sujet très à la mode, pour rationnaliser les dépôts sur les plages et leur saisonnalité (collaborations Juan Baztan, UVSQ, observatoire participatif sur les plages des Canaries), et étudier la dispersion dans l'Atlantique Nord (Christophe Maes, Bruno Blanke, Nicolas Grima)

Paléocéanographie de l'Yprésien -53MA : projet COPS
Courants Océaniques du Passé et dépôts Sédimentaires









Concrètement

- Colin de Verdière, A., T. Huck, M. Ollitrault: **Available potential energy: the lagrangian approach**. Journal of Physical Oceanography, submitted 26apr2016.
- Jamet, Q., T. Huck, O. Arzel, A. Colin de Verdière, A. Hochet, C. Vic: **Diabatic processes controlling the growth of long baroclinic oceanic waves**. Journal of Physical Oceanography, to be submitted.
- Huck, T., F. Aguesse, A. Colin de Verdière, A. Hochet, Q. Jamet, R. Schopp, F. Sévellec, J. Sirven: **Horizontal structure of unstable basin modes due to large scale baroclinic instability**. Journal of Physical Oceanography, in preparation.

+ membre du Comité Thématique Environnement CT1 du GENCI depuis 2014 au besoin...

MERCI DE VOTRE ATTENTION