

Vera Oerder, François Colas, Vincent Echevin, Sébastien Masson, Swen Jullien, Gurvan Madec,
Christophe Hourdin et Florian Lemarié

Le projet NEMPECH: Nemo Peru Chile coupled modelling



Etapes du projet

1) Développement d'une configuration de modèle régional NEMO au 1/12°

- Paramétrisations physiques
- Conditions aux frontières

2) Développement d'une configuration WRF au 1/12°

3) Processus couplage vent/SST à méso-échelle océanique

Modèle d'océan

Configuration: Pérou12 1/12°

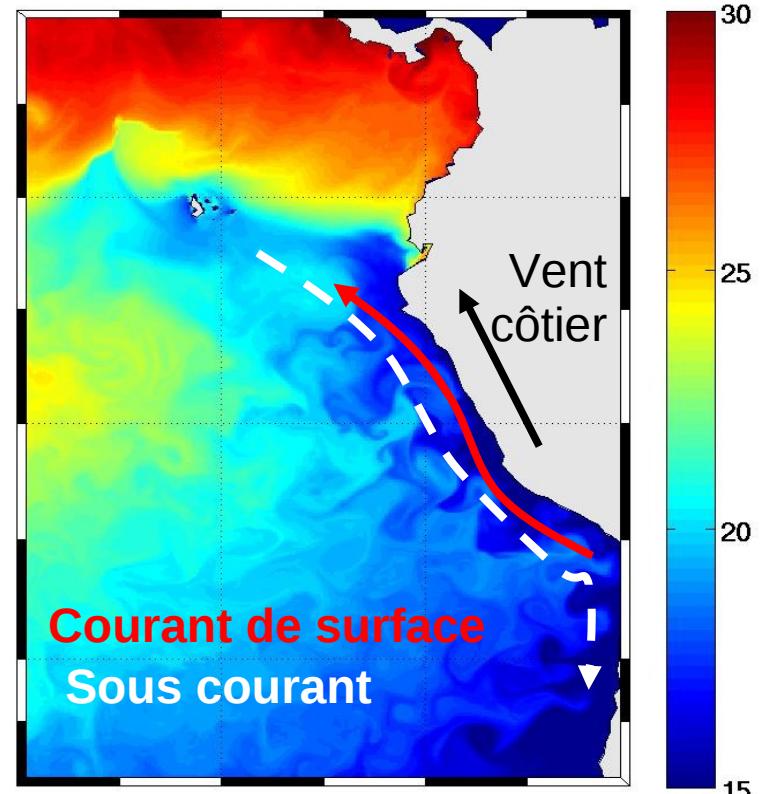
- NEMO version 3.4
- 75 niveaux entre 0 et 6000 m
- Schéma d'advection: UBS pour les traceurs et le moment
- Turbulence verticale: TKE

- Conditions aux limites:
module BDY:
Flather (1976) pour le barotrope
(Engedahl 1995) barocline

3 OGCMs: - Mercator: ORCA025-T323 (run libre)
- Drakkar : ORCA025.L46-B83-DFS4
- trop12 (nemo 1/12°; ceinture tropicale (40°N-40°S); ANR PULSATION (PI S. Masson)

-Forçage atmosphérique:
Quikscat, ERAinterim ou WRF (couplage)

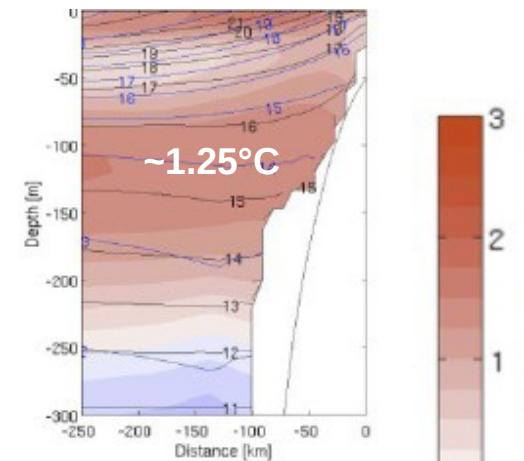
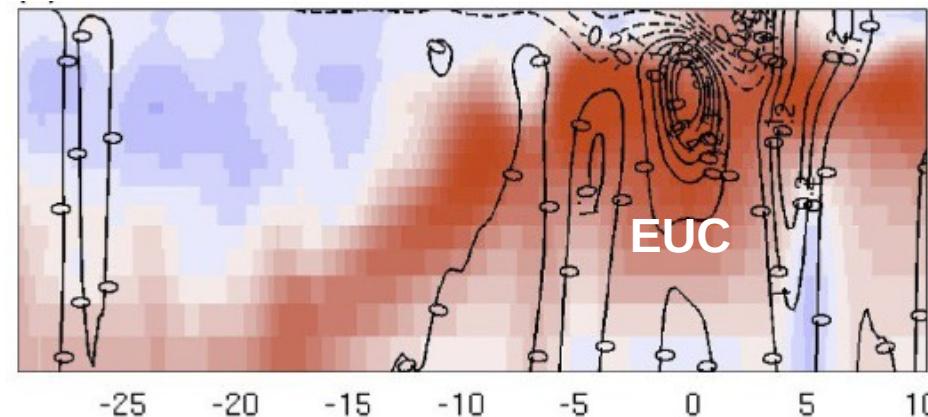
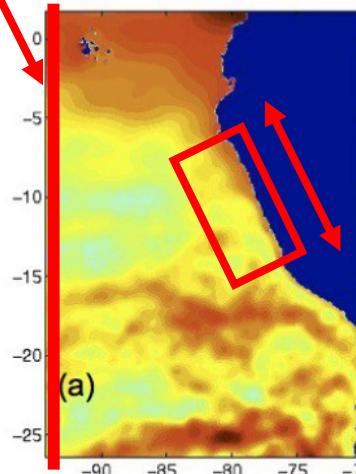
Température de surface NEMO



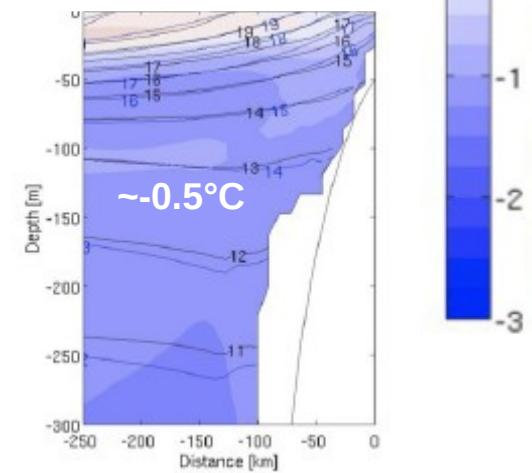
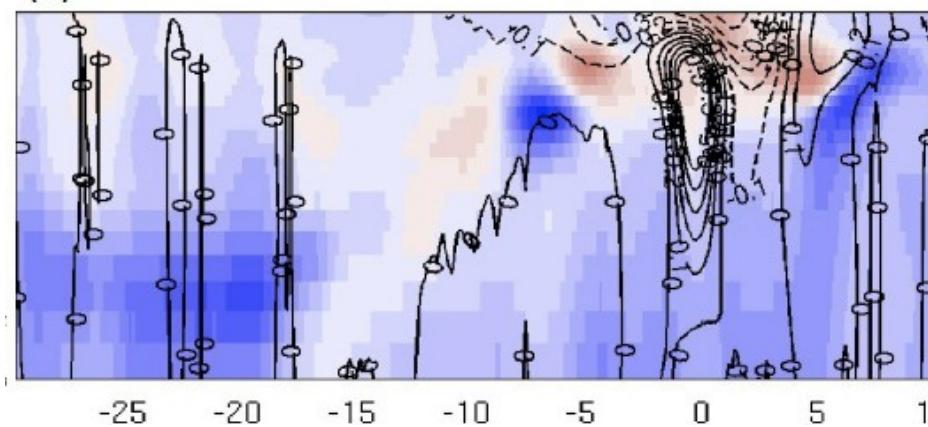
Impact du forçage aux frontières

T(ORCA025-T323)-T(CARS) à 100°W

Section 100°W



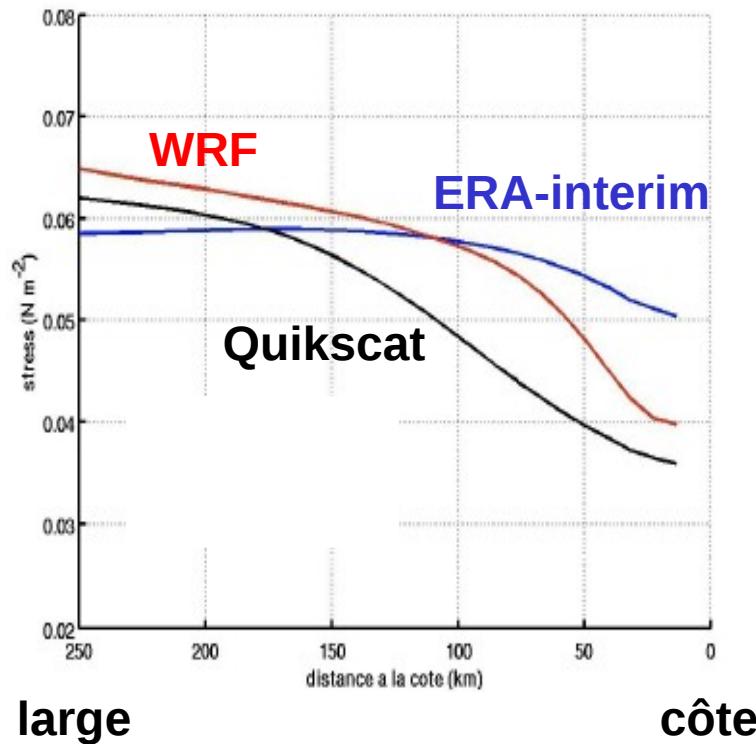
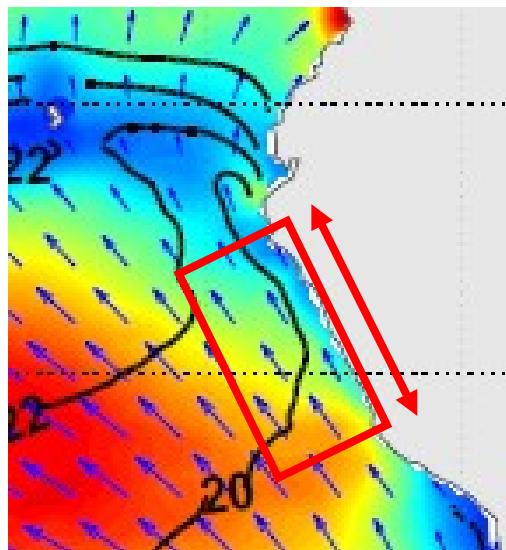
T(trop12)-T(CARS) à 100°W



- biais chaud de ~1.25°C dans peru12_mercator
- biais froid de ~-0.5°C dans peru12_trop12

Sensibilité au forçage de vent

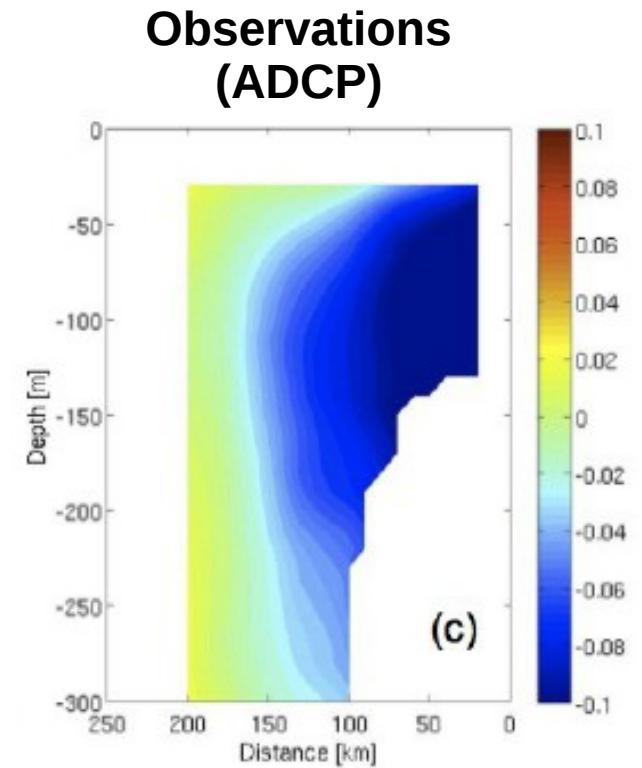
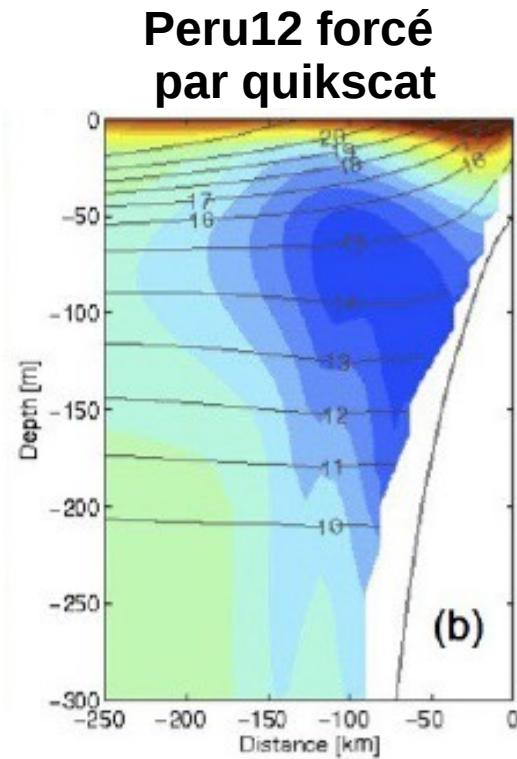
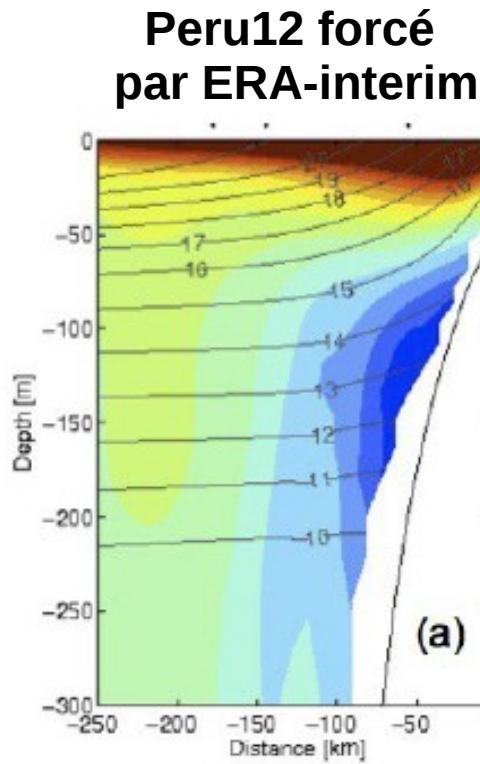
Variation de la tension de vent
perpendiculairement à la côte (drop-off)
moyenné entre 7°S et 15°S



- ERA-interim :
 - Drop-off faible
 - vent trop fort à la côte
- Amélioration dans WRF

Sensibilité au forçage de vent

Circulation méridienne (7°S - 15°S) en réponse au forçage de vent



- Courant de surface trop fort /sous-courant trop faible dans peru12_ERAI
- Courants plus réalistes dans peru12_quikscat

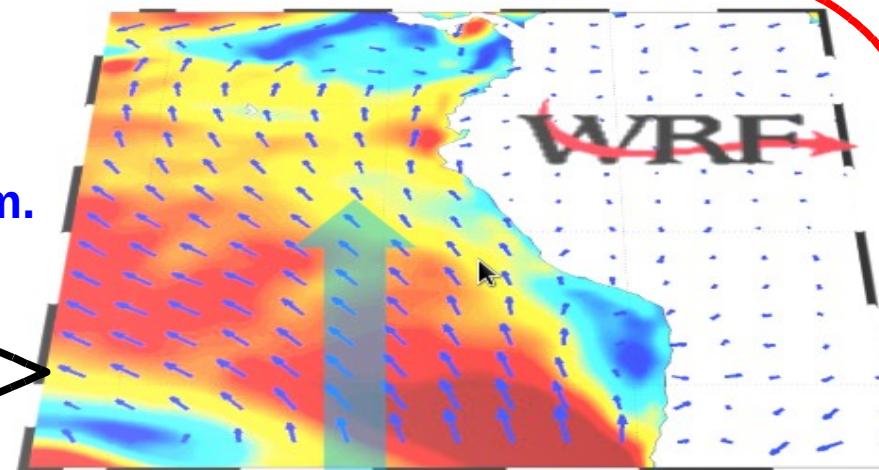
Le modèle couplé

Atmosphère : WRF 1/12°

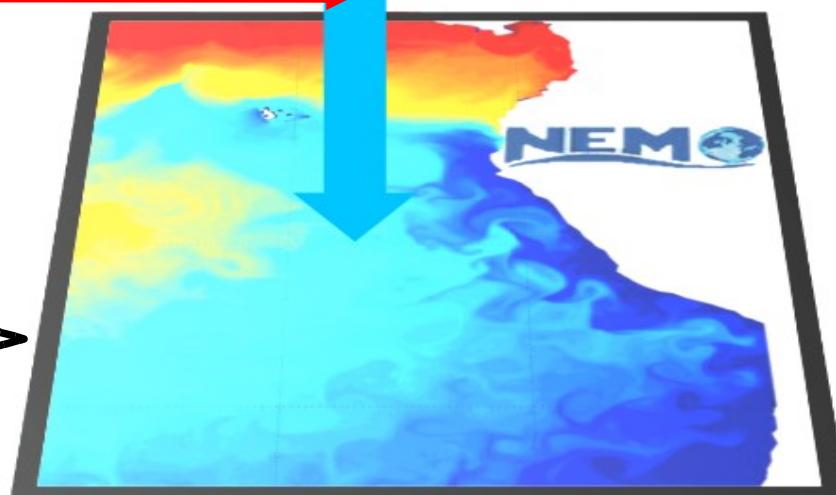
- 60 niveaux entre 0 et 5330 Pa

(~20 niveaux dans la couche limite atm.

- Paramétrisation de la PBL : MYNN



OASIS3-MCT coupler

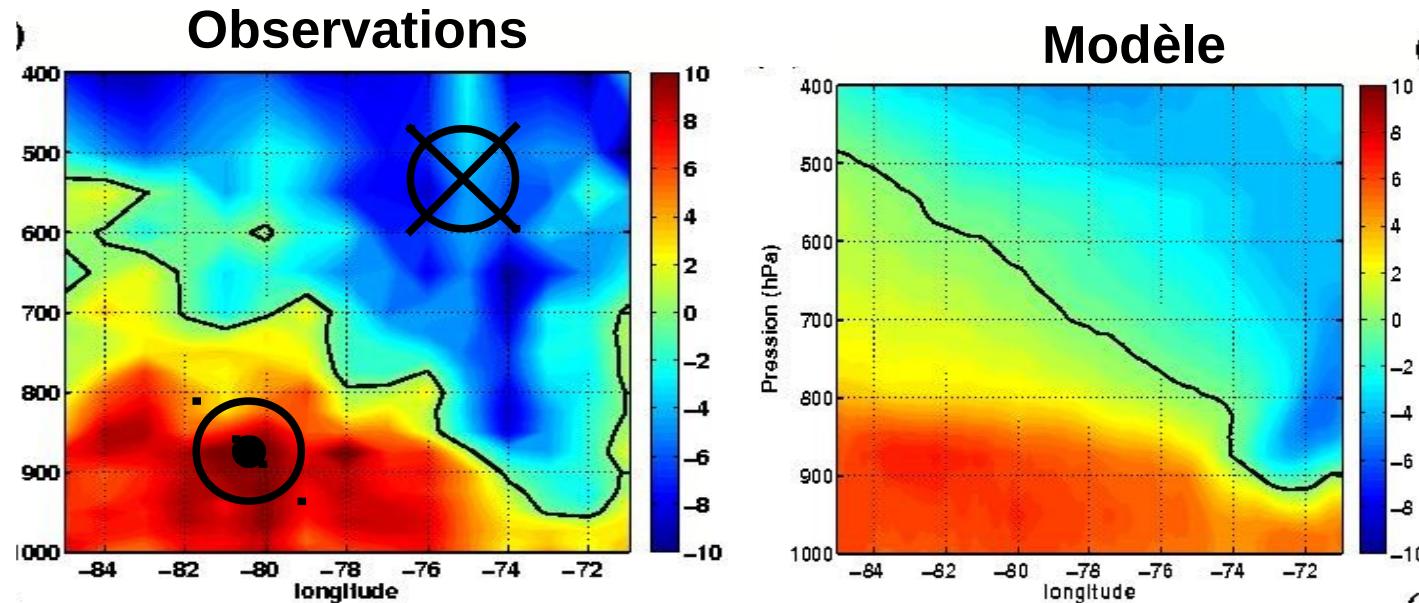
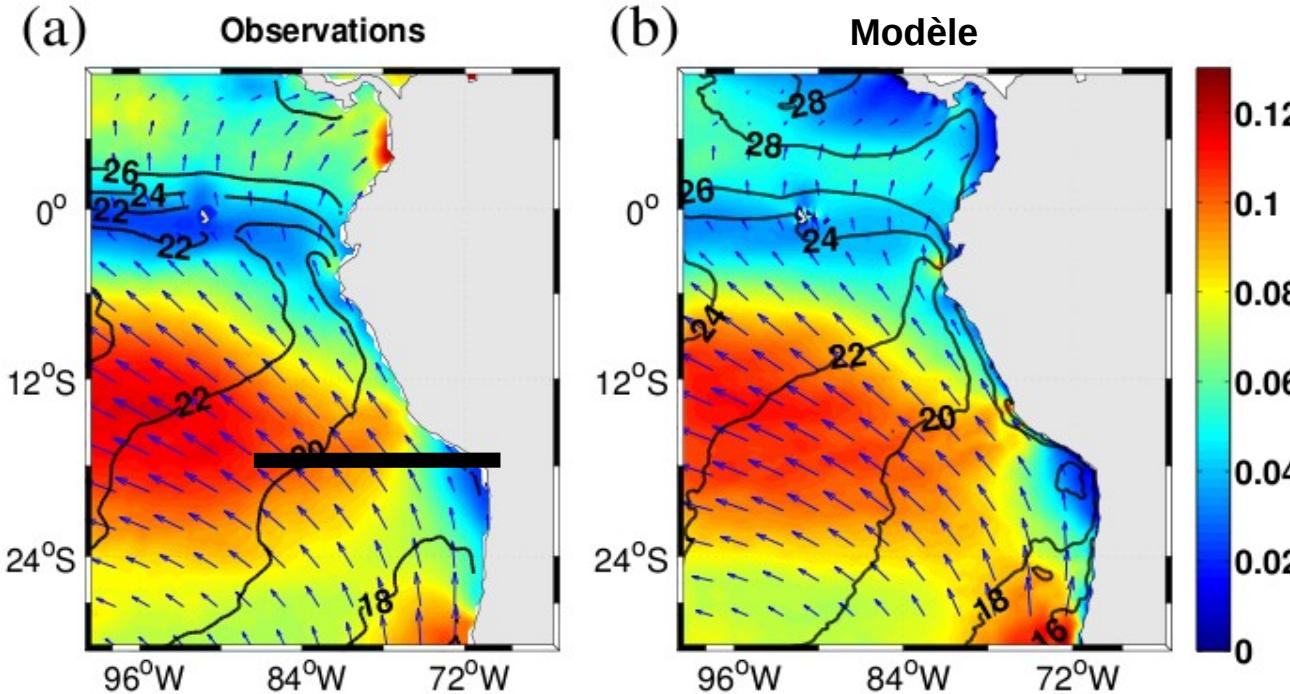


Ocean : NEMO Peru12 1/12°



Période : 2005-2008

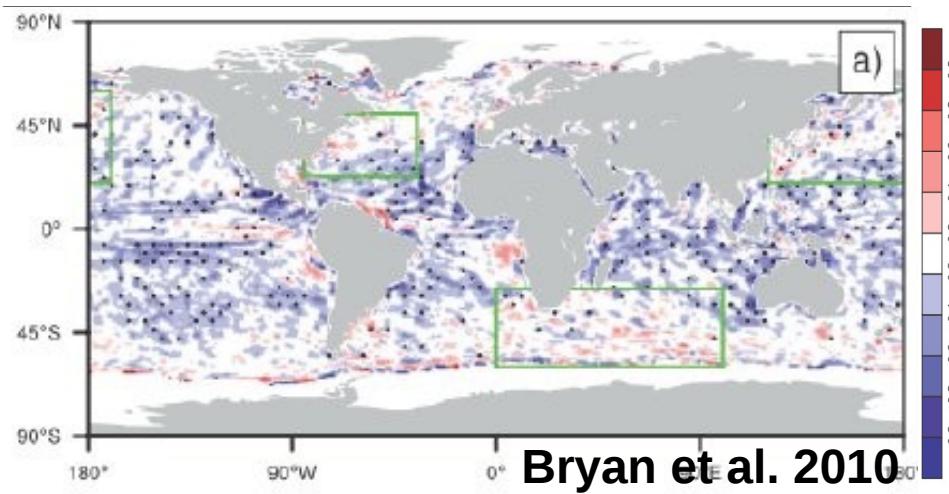
Evaluation du modèle couplé



Couplage SST-Stress à méso-échelle

A grande échelle

Corrélation SST-tension de vent



corrélation < 0 (en bleu) :

Vent + fort => évaporation + forte

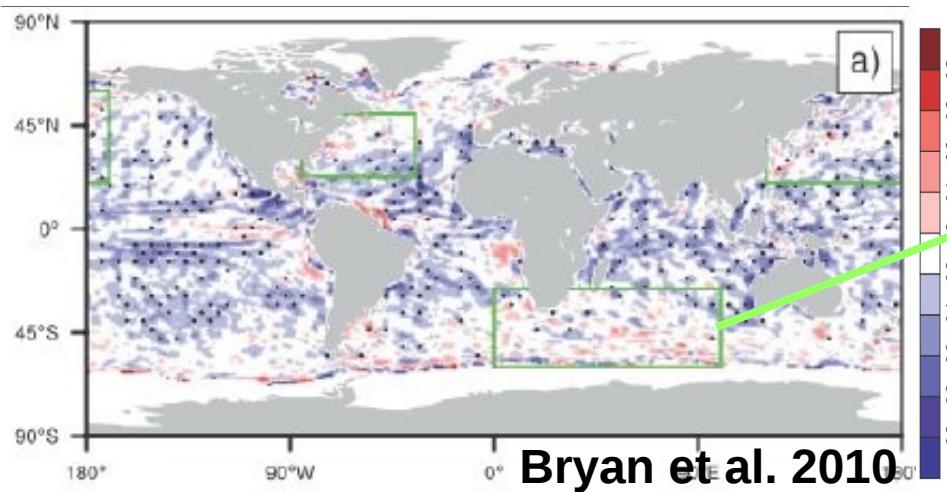
Vent + fort => entrainement dans la
couche de mélange

=> Le vent force l'océan

Couplage SST-Stress à méso-échelle

A grande échelle

Corrélation SST-tension de vent



corrélation < 0 (en bleu) :

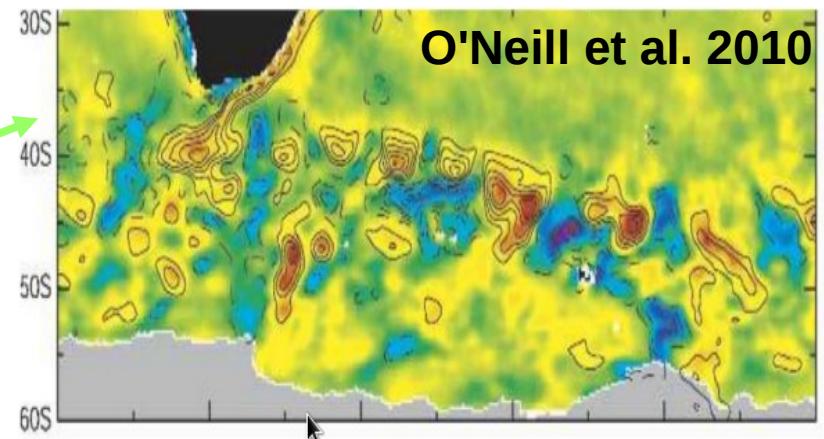
Vent + fort => évaporation + forte

Vent + fort => entrainement dans la
couche de mélange

=>Le vent force l'océan

A méso-échelle

Anomalies de tension de vent (couleur)
et de SST (contours)



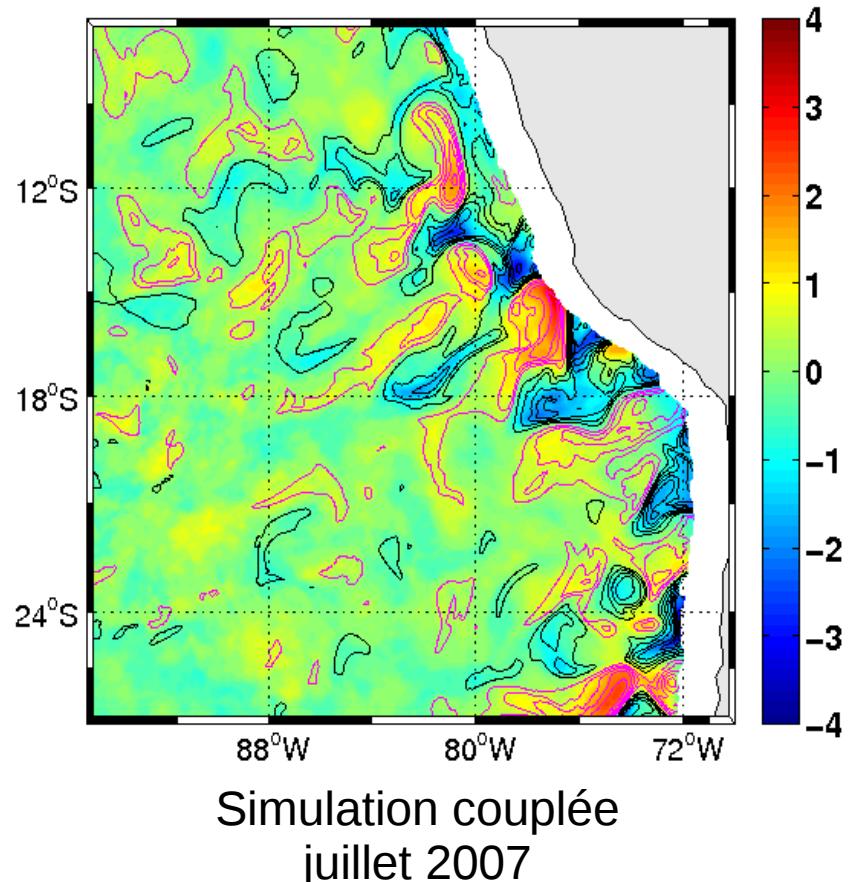
SST' & tau' => corrélation > 0

Vent + fort <=> SST+ chaude

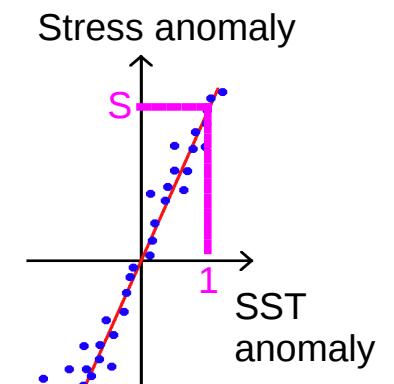
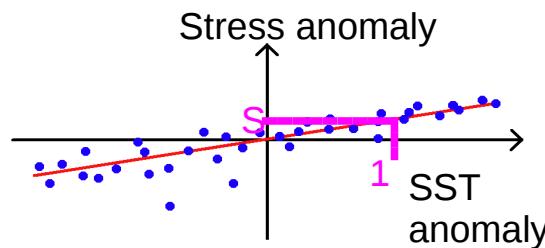
Processus de rétro-action
entre l'océan et l'atmosphère
à méso-échelle

Caractérisation du couplage: méthode

Anomalies de SST (couleur)
et de tension de vent (contour)



Scatterplot : anomalies de stress
en fonction des anomalies de SST



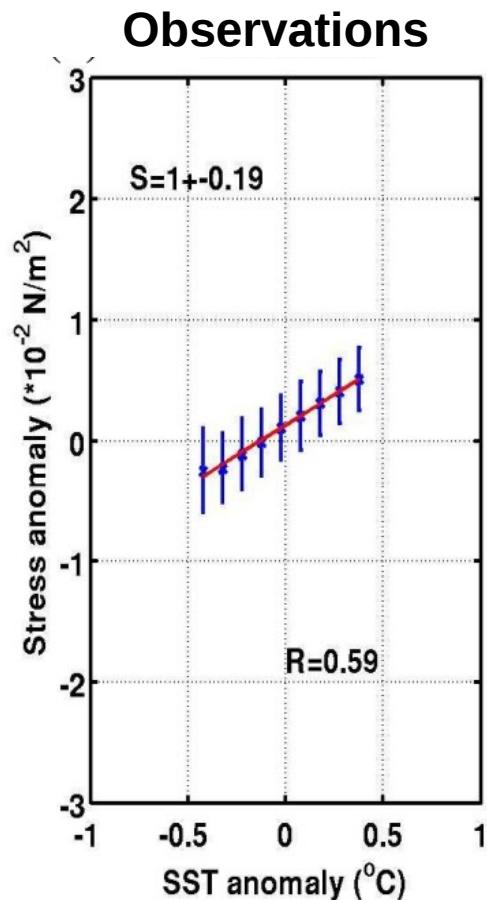
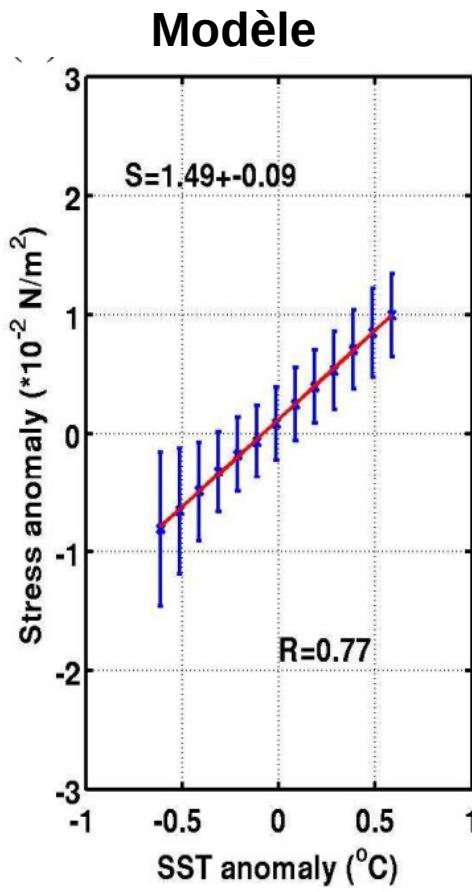
R = corrélation entre SST' et tau'

S = pente de la régression

= intensité de la réponse du vent à la SST

Caractérisation du couplage: résultats

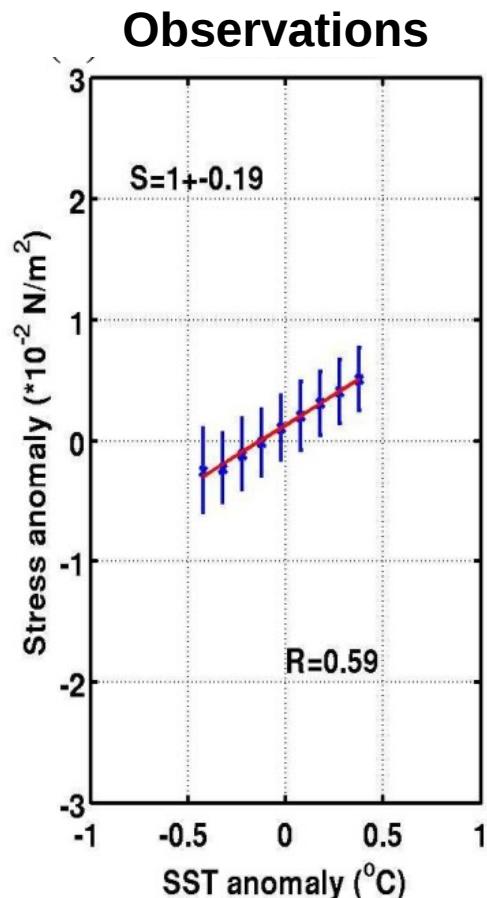
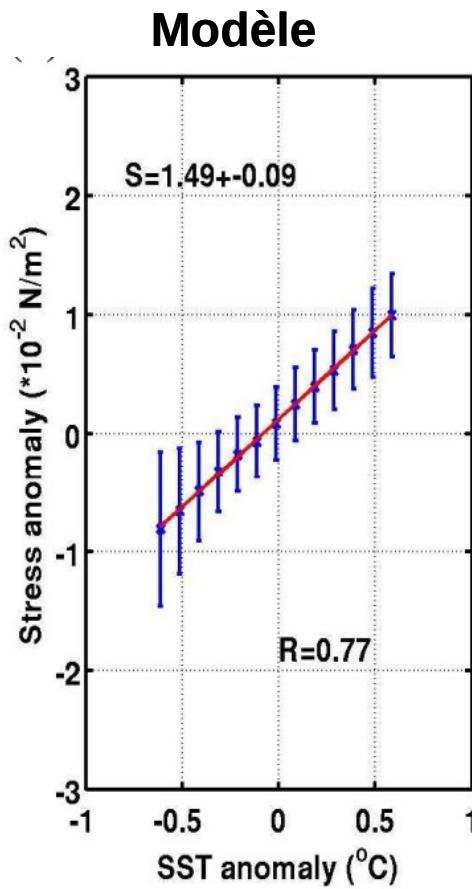
scatterplot en hiver austral 9 °S - 18 °S



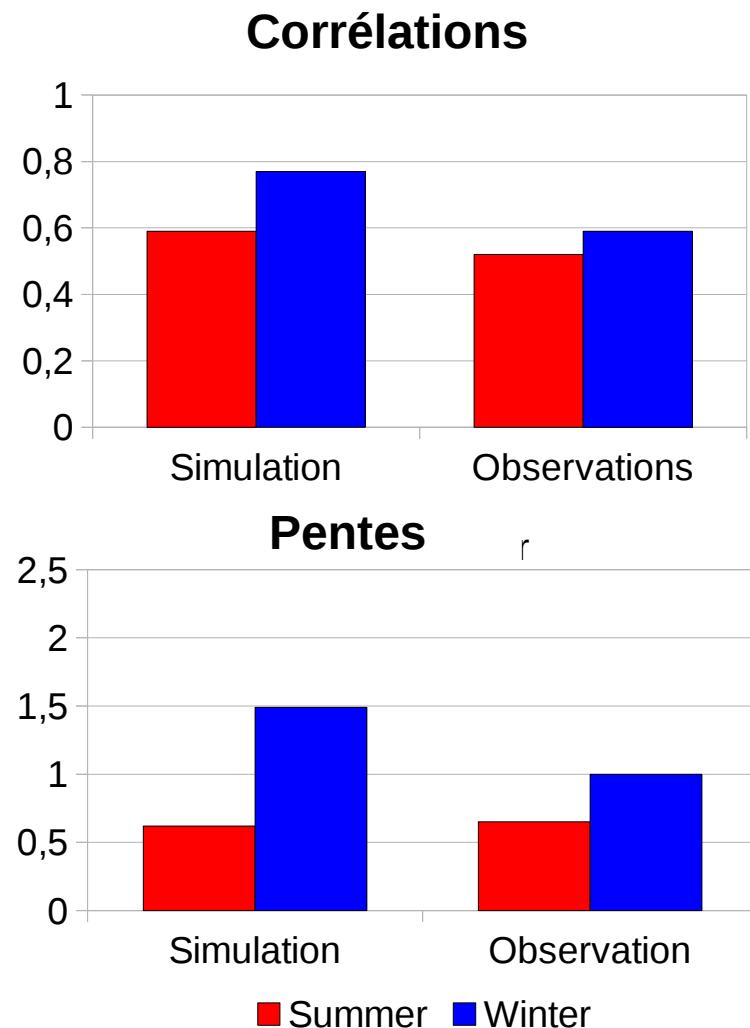
- Couplage un peu surestimé dans le modèle

Caractérisation du couplage: résultats

scatterplot en hiver austral 9 °S - 18 °S



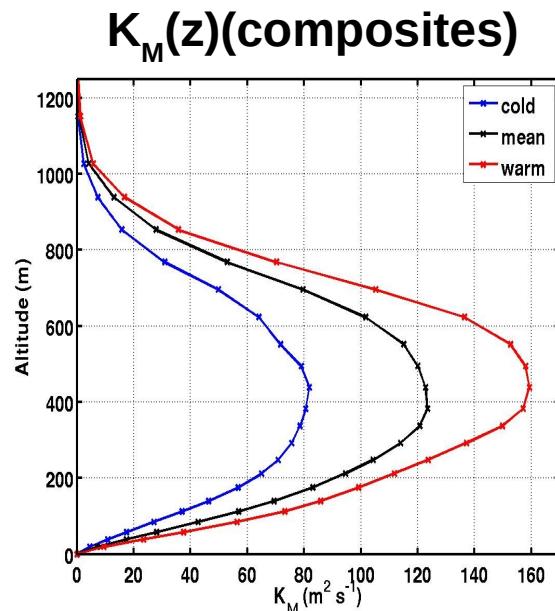
Variations saisonnières



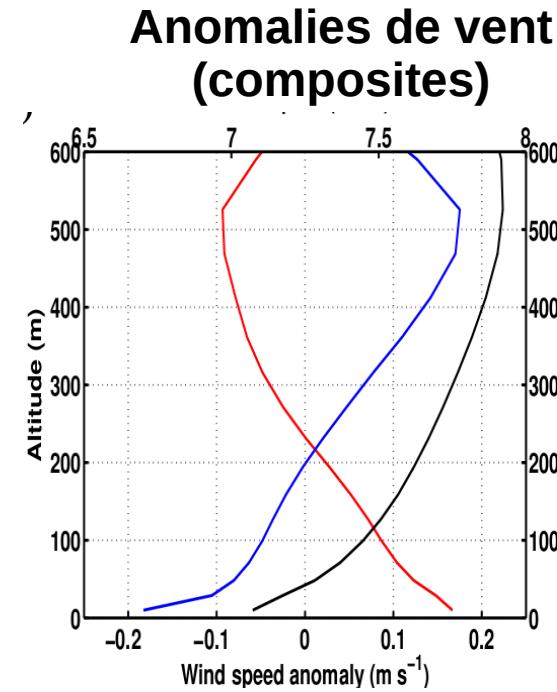
- Couplage un peu surestimé dans le modèle
- Couplage plus fort en hiver reproduit par le modèle

Mécanismes de couplage

Tension de vent = stress turbulent à l'interface océan-atmosphère $\vec{\tau} = \rho K_M \partial_z \vec{v}$



K_M plus fort sous des anomalies chaudes



Cisaillement $\partial_z V$ plus faible sous des anomalies chaudes

$$\begin{aligned}
 \vec{\tau} &= \rho K_M \partial_z \vec{v} = \rho K_M (\overline{\partial_z \vec{v}} + \partial_z \vec{v}') = \rho (\overline{K_M} + K'_M) \overline{\partial_z \vec{v}} + \rho K_M \partial_z \vec{v}' \\
 &= \underbrace{\rho \overline{K_M} \overline{\partial_z \vec{v}}}_{\vec{\tau}_0} + \underbrace{\rho K'_M \overline{\partial_z \vec{v}}}_{\vec{\tau}_1} + \underbrace{\rho K_M \partial_z \vec{v}'}_{\vec{\tau}_2} \quad \tau' = \tau_1' + \tau_2'
 \end{aligned}$$

grande-échelle

Variations saisonnières du couplage

Tension de vent = stress turbulent à l'interface océan-atmosphère $\vec{\tau} = \rho K_M \partial_z \vec{v}$

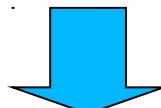
Cas d'une anomalie chaude ($SST' > 0$) :

$$\tau' = \tau_1' + \tau_2'$$
$$\tau_1' = \rho K_m' \partial_z \bar{v} > 0$$
$$\tau_2' = \rho K_m \partial_z v' < 0$$
$$|\tau_1'| \sim 2|\tau_2'|$$

A diagram illustrating the decomposition of the total wind stress τ' into two components: τ_1' and τ_2' . The total stress is given by $\tau' = \tau_1' + \tau_2'$. The component τ_1' is enclosed in a red dotted box and is defined as $\tau_1' = \rho K_m' \partial_z \bar{v} > 0$. The component τ_2' is enclosed in a blue dotted box and is defined as $\tau_2' = \rho K_m \partial_z v' < 0$. A blue double-headed arrow between the boxes indicates that $|\tau_1'| \sim 2|\tau_2'|$.

$$K_m'_{\text{hiver}} \sim K_m'_{\text{été}}$$

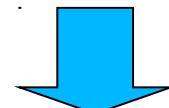
$$\partial_z \bar{v}_{\text{hiver}} > \partial_z \bar{v}_{\text{été}}$$



$$\tau_1'_{\text{hiver}} > \tau_1'_{\text{été}}$$

$$K_m(\text{hiver}) \sim K_m(\text{été})$$

$$\partial_z v'_{\text{hiver}} > \partial_z v'_{\text{été}}$$



$$\tau_2'_{\text{hiver}} > \tau_2'_{\text{été}}$$

Conclusions et perspectives

- Mise en place d'un **modèle régional couplé NEMO-OASIS-WRF** au 1/12°
- Modèle couplé **relativement réaliste** malgré certains biais (nord du domaine)
- Le modèle **reproduit le couplage méso-échelle et sa saisonnalité**
- **anomalies de stress** essentiellement dues aux **anomalies de mélange dans la couche limite (Km)**, et **partiellement compensées** par une modification du cisaillement vertical de vent
- **couplage plus fort en hiver** car vent et **cisaillement grande échelle** sont plus forts

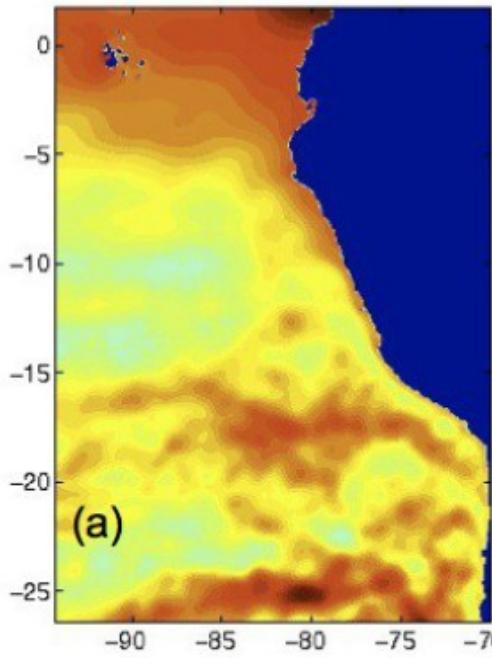
Perspectives

Impact du couplage à méso-échelle sur la dynamique océanique, le climat régional et l'activité biogéochimique

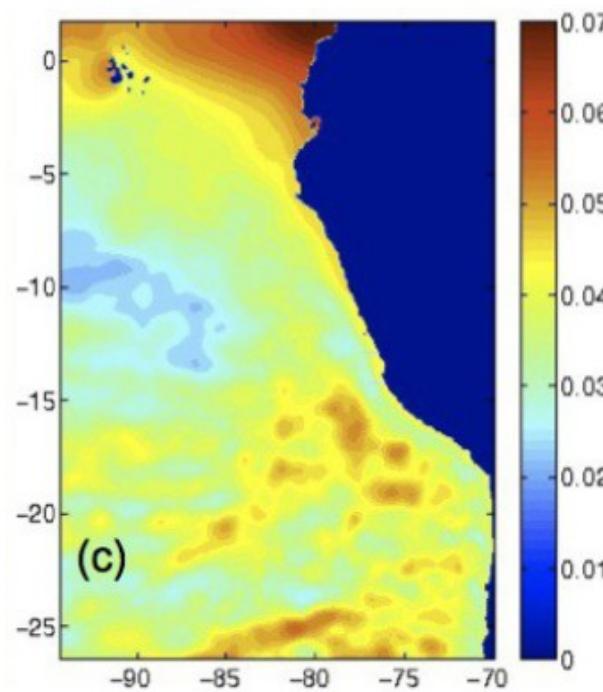
Paramétrisation des conditions limites

Variabilité du niveau de la mer (période 2003-2007)

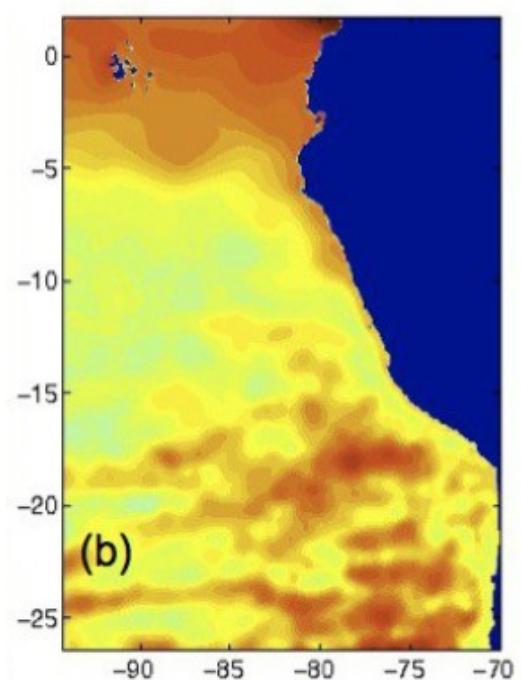
référence:
Trop12 (NEMO 1/12°)
ceinture tropicale (40°N-40°S)
ANR PULSATION



Peru12
forcé par OBC de
Trop12 avec **OBC**



Peru12
forcé par OBC de
Trop12 avec **BDY**



- Ondes côtières ne sont pas bien transmises par OBC, BDY OK