

**Vera Oerder**, François Colas, Vincent Echevin, Sebastien 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°**

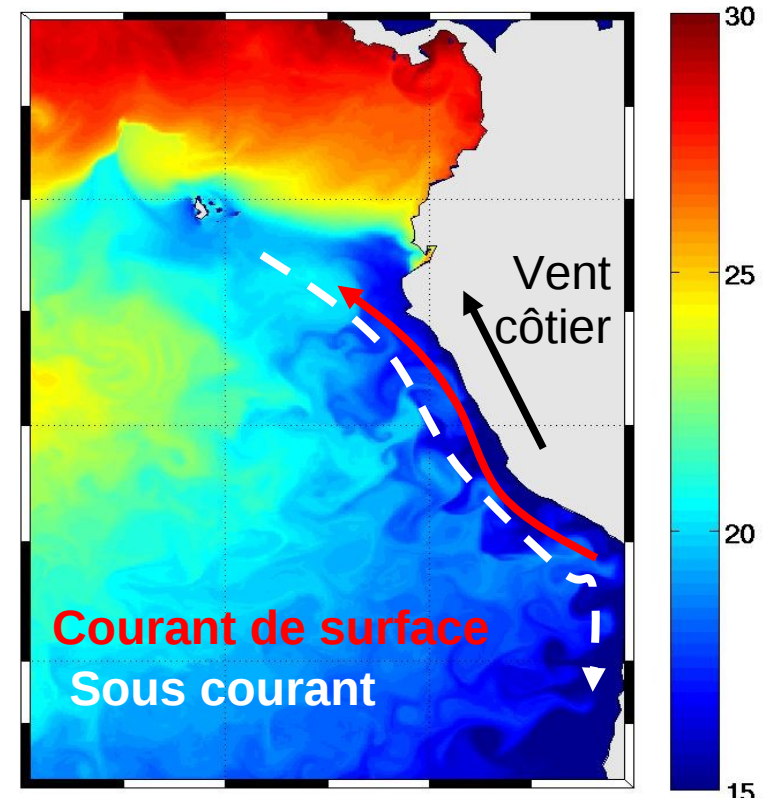
## **3) Processus couplage vent/SST à méso-échelle océanique**

# Modèle d'océan

## Configuration: Pérou12 1/12°

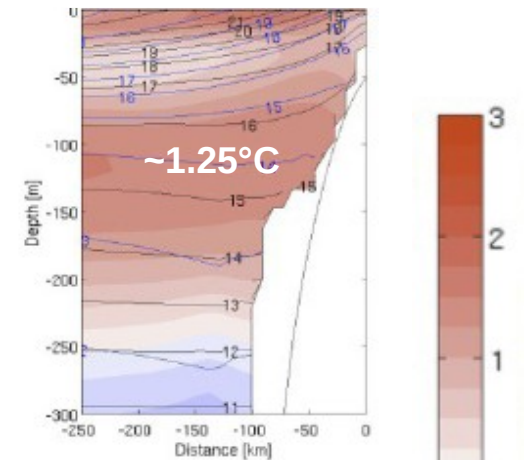
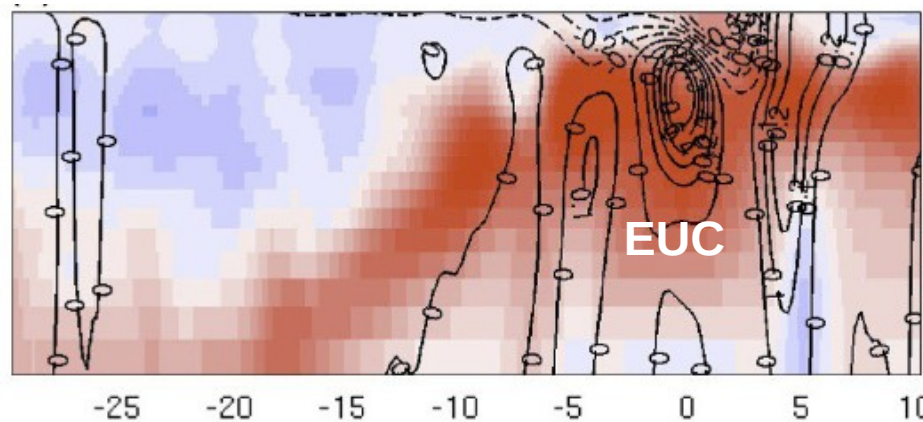
- NEMO version 3.4
  - 75 niveaux entre 0 et 6000 m
  - **Shéma d'advection:** UBS pour les traceurs et le moment
  - **Turbulence verticale:** TKE
  - **Conditions aux limites:**  
module BDY:  
Flather (1976) pour le barotrope  
(Engedahl 1995) barocline
- 3 OGCMs: - Mercator: ORCA025-T323 (run libre)  
- 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

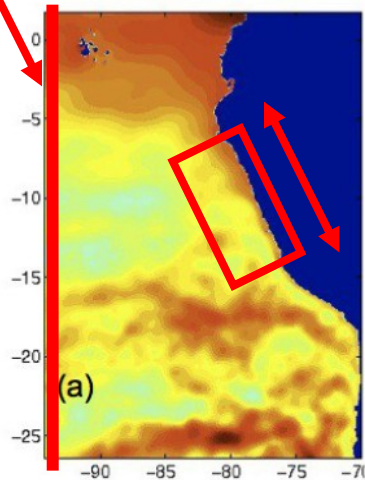


# Impact du forçage aux frontières

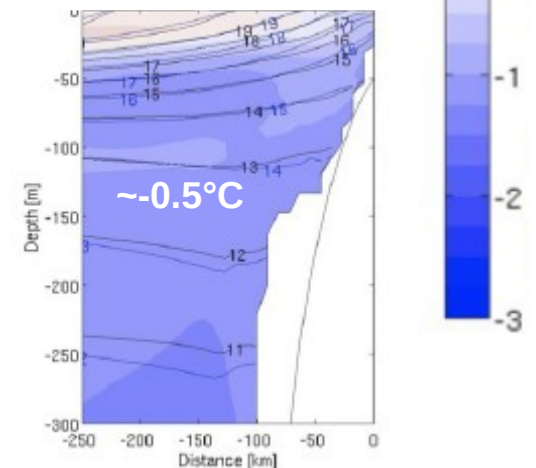
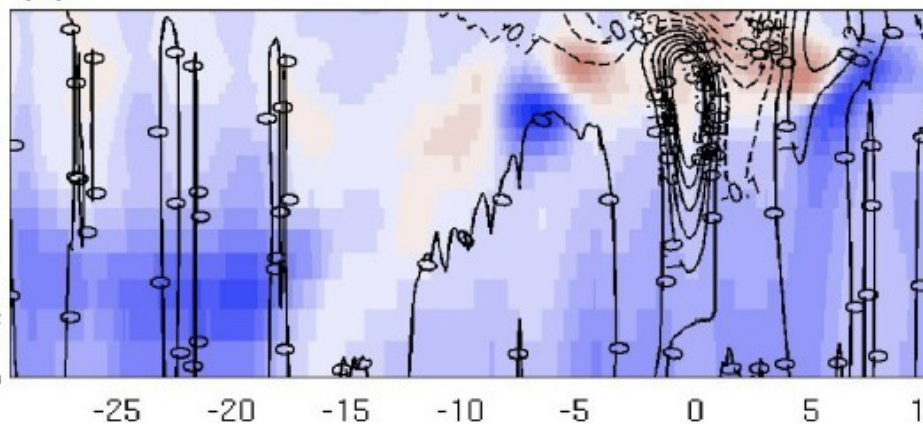
T(ORCA025-T323)-T(CARS) à 100°W



Section 100°W



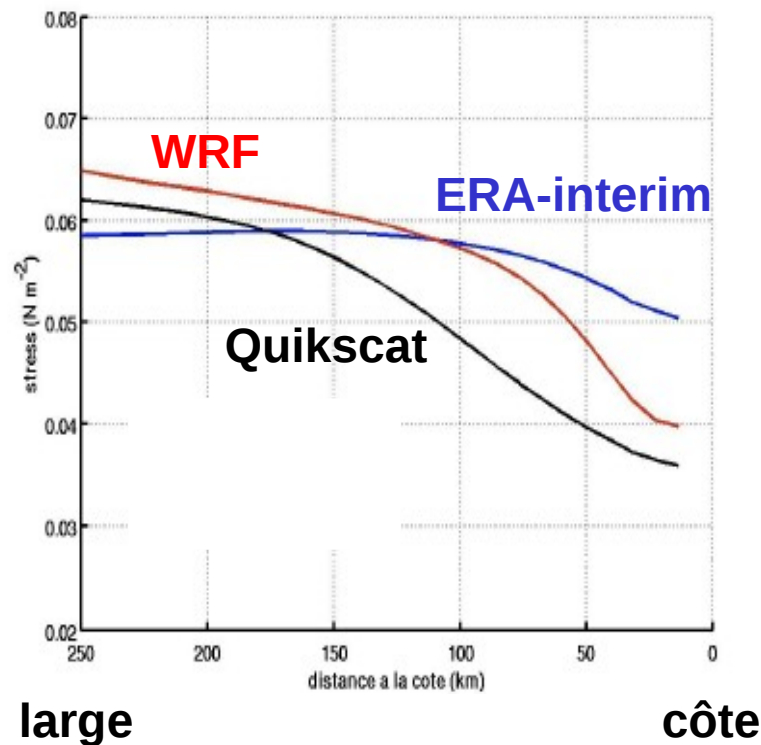
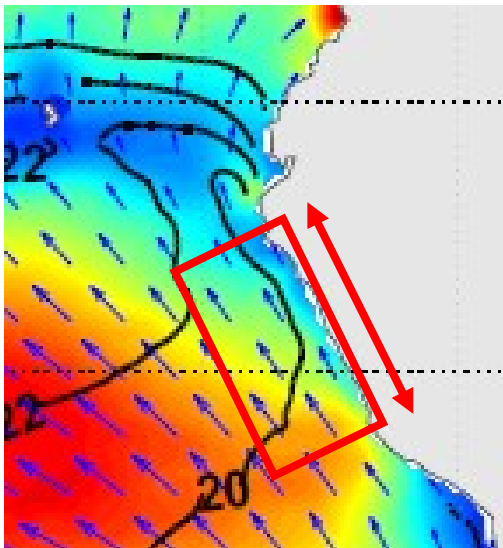
T(trop12)-T(CARS) à 100°W



- biais chaud de  $\sim 1.25^{\circ}\text{C}$  dans peru12\_mercator
- biais froid de  $\sim -0.5^{\circ}\text{C}$  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

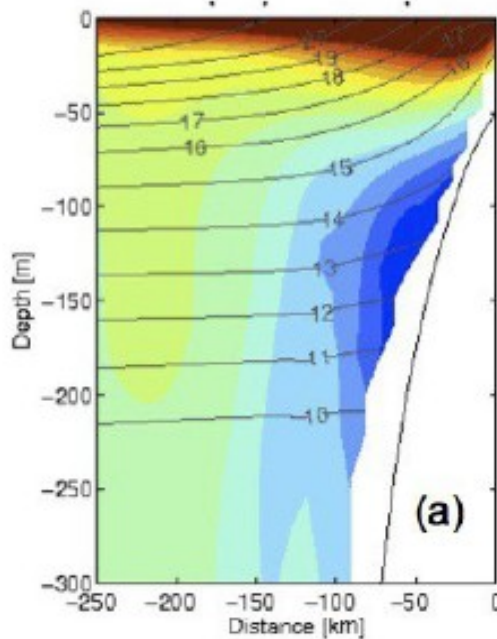


- **ERA-interim :**
  - Drop-off faible
  - vent trop fort à la côte
- **Amélioration dans WRF**

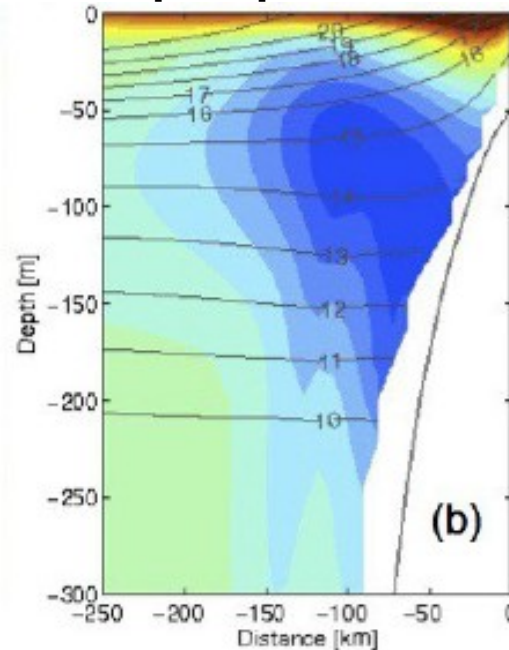
# Sensibilité au forçage de vent

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

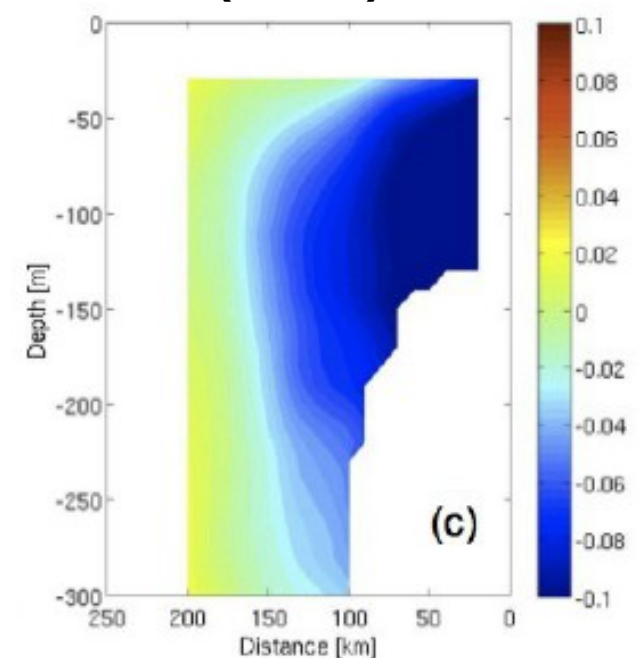
Peru12 forcé  
par ERA-interim



Peru12 forcé  
par quikscat



Observations  
(ADCP)



- 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

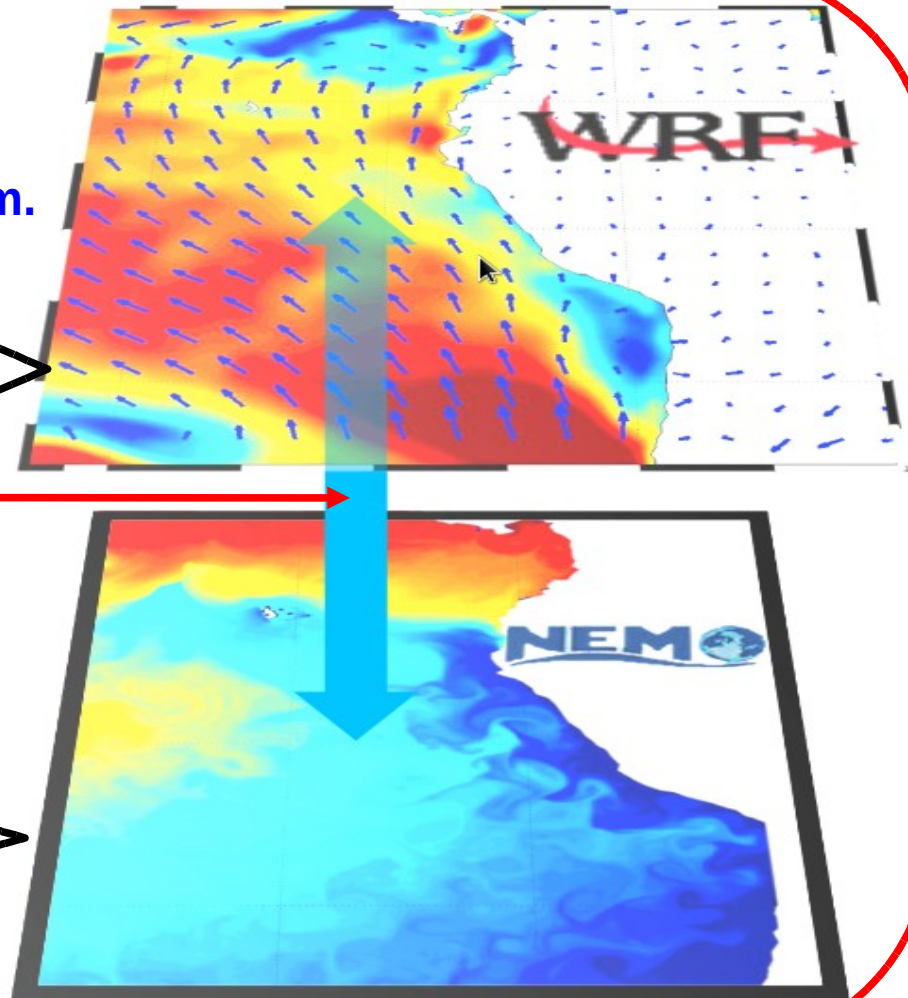
frontières ERAinterim

OASIS3-MCT coupler

Océan : NEMO Peru12 1/12°

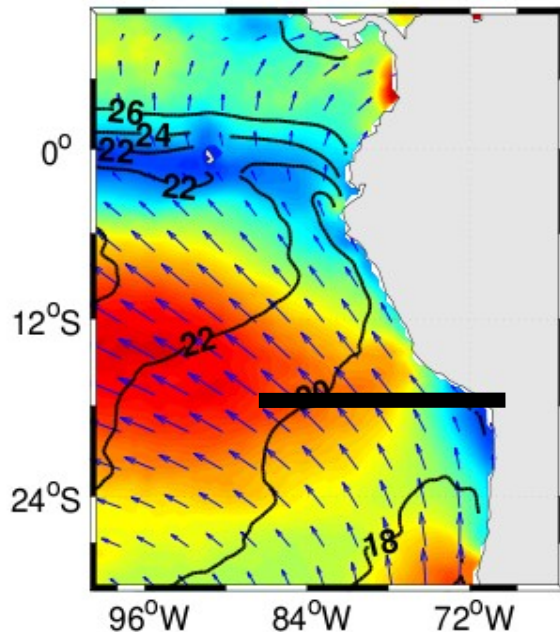
Frontières : NEMO 0.25 ° (Drakkar)

Période : 2005-2008

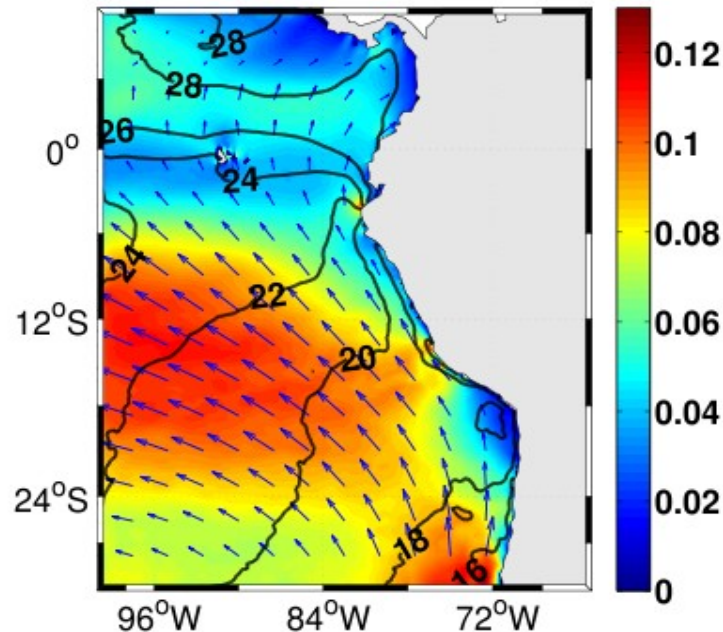


# Evaluation du modèle couplé

(a) Observations

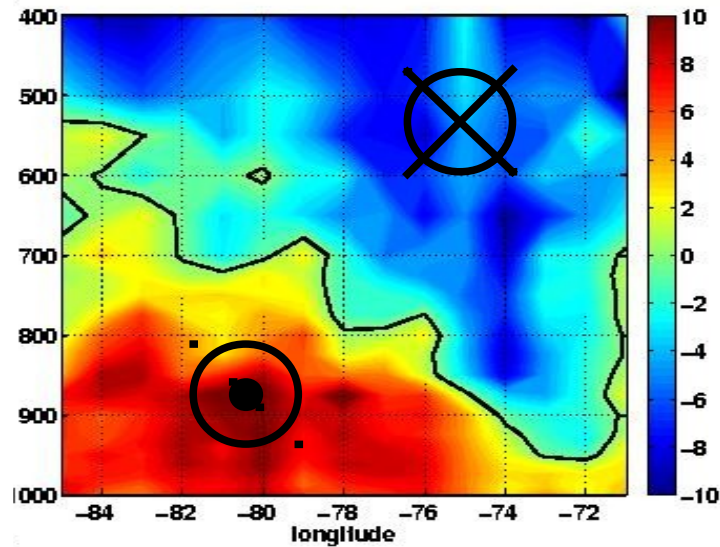


(b) Modèle

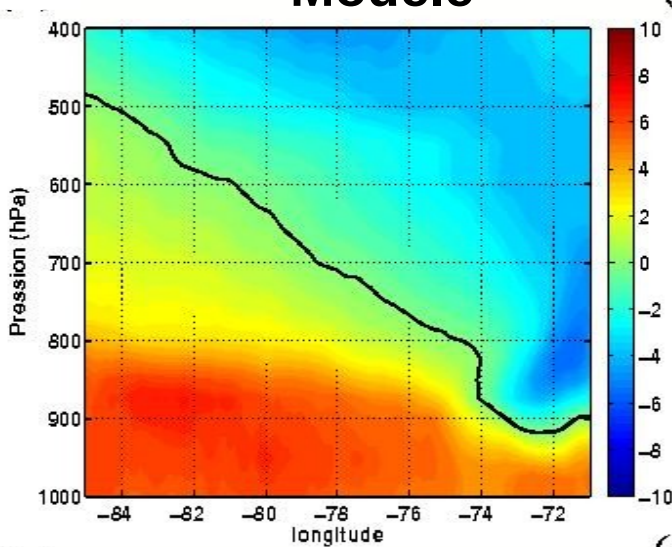


Moyenne annuelle de la tension de vent (couleurs) et de la SST (contours)

Observations



Modèle



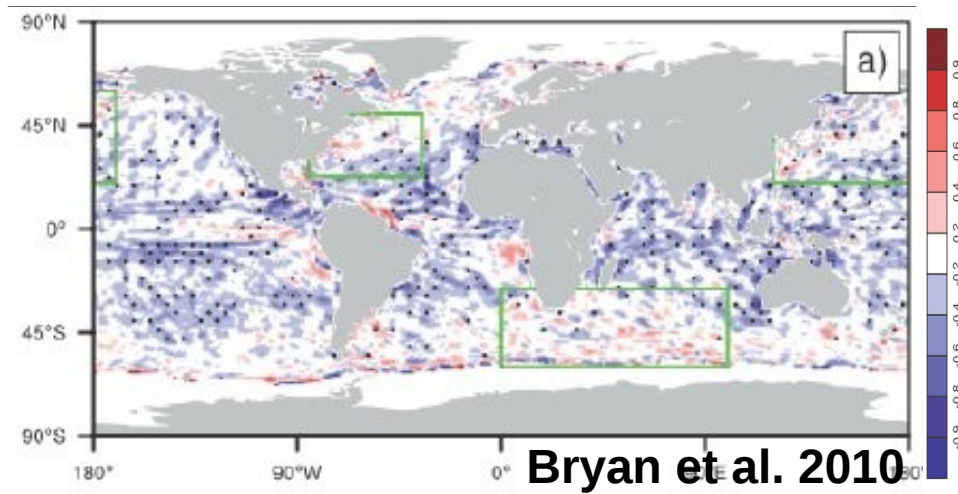
Vent méridien à 20°S  
(Octobre 2008, données VOCALS)



# Couplage SST-Stress à méso-échelle

**A grande échelle**

Corrélation SST-tension de vent



corrélation < 0 (en bleu) :

**Vent + fort=> évaporation + forte**

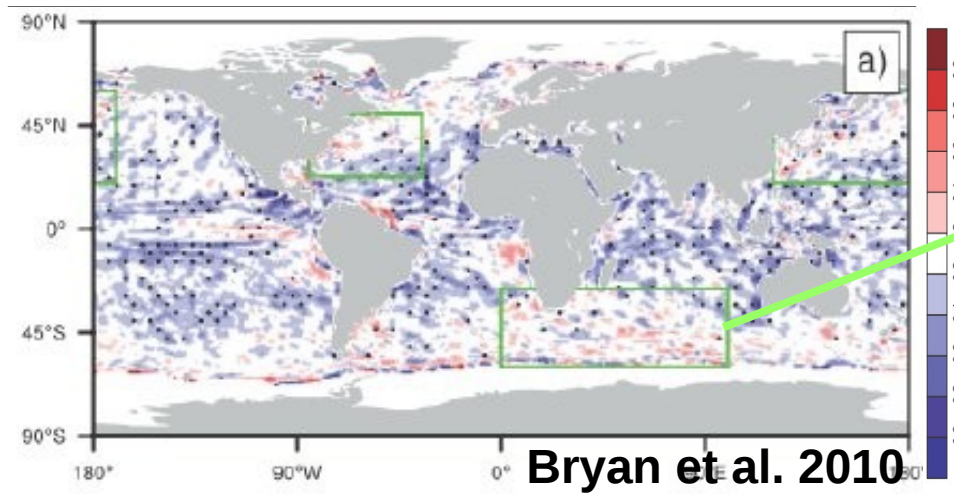
**Vent + fort =>entrainement dans la  
couche de mélange**

**=>Le vent force l'océan**

# Couplage SST-Stress à méso-échelle

A grande échelle

Corrélation SST-tension de vent



corrélation < 0 (en bleu) :

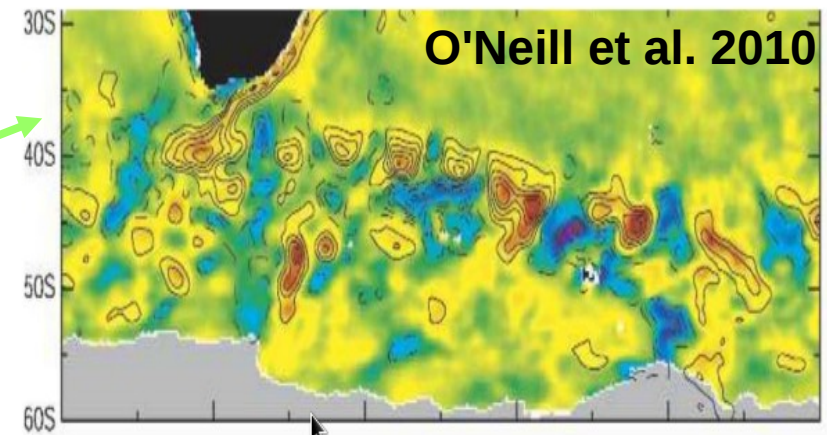
Vent + fort => évaporation + forte

Vent + fort => entraînement dans la couche de mélange

=> Le vent force l'océan

A méso-échelle

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



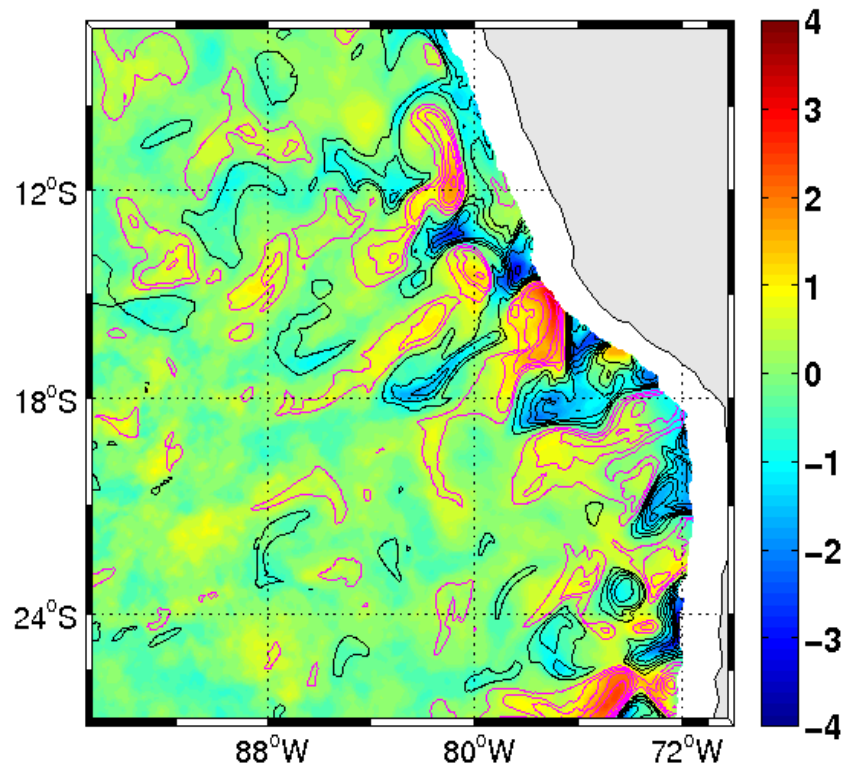
$SST' \propto \tau' \Rightarrow \text{corrélation} > 0$

Vent + fort  $\Leftrightarrow$  SST + chaude

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

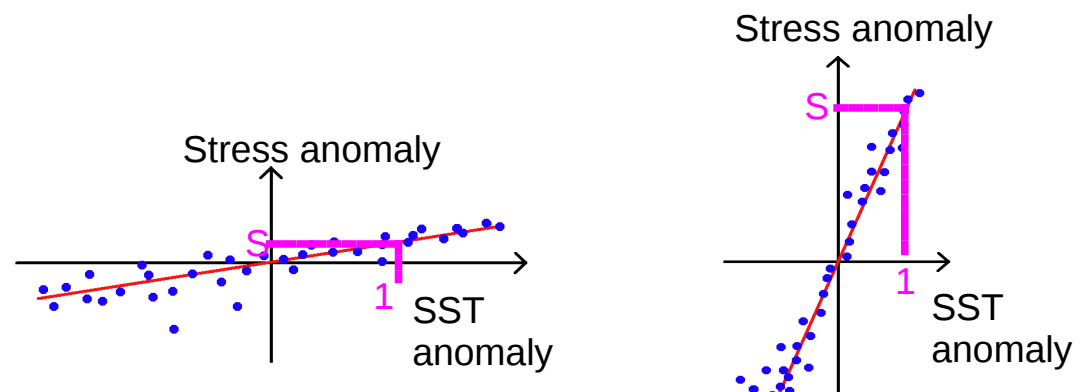
# Caractérisation du couplage: méthode

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



Simulation couplée  
juillet 2007

Scatterplot : anomalies de stress  
en fonction des anomalies de SST



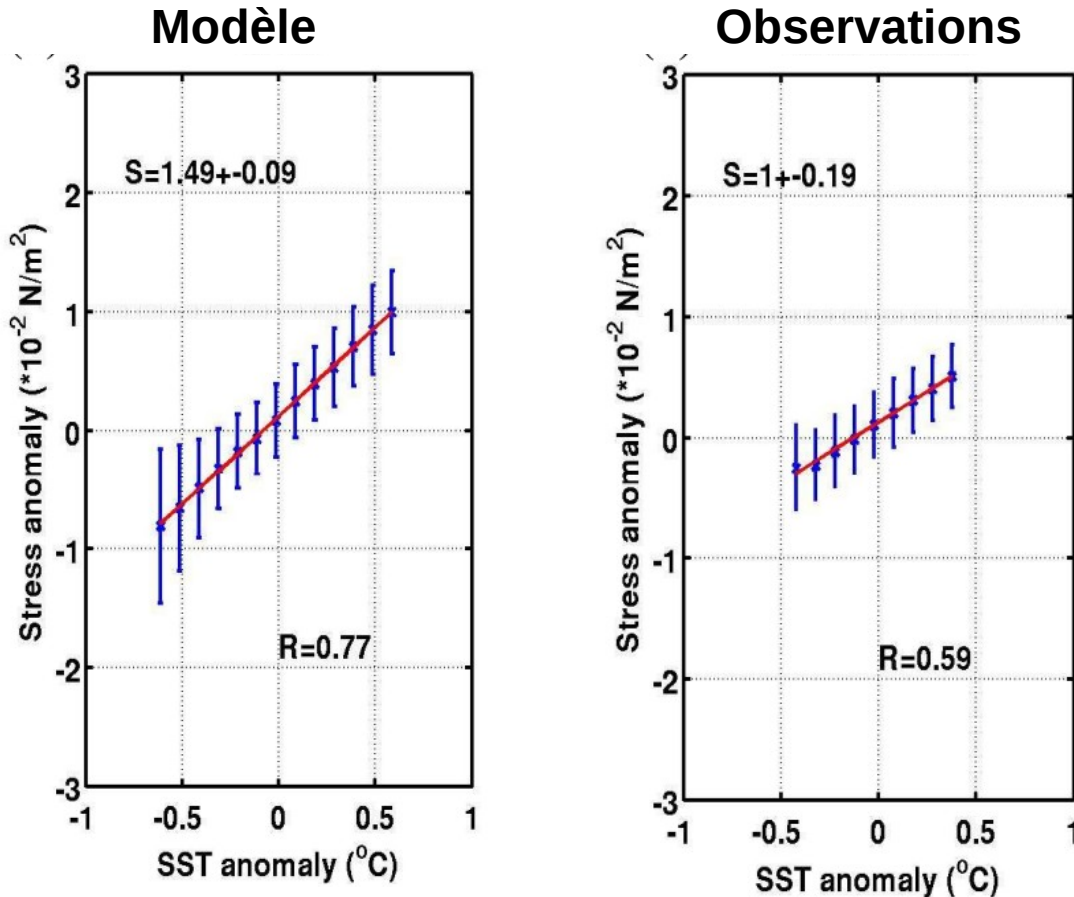
$R$  = corrélation entre SST' et tau'

$S$  = 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

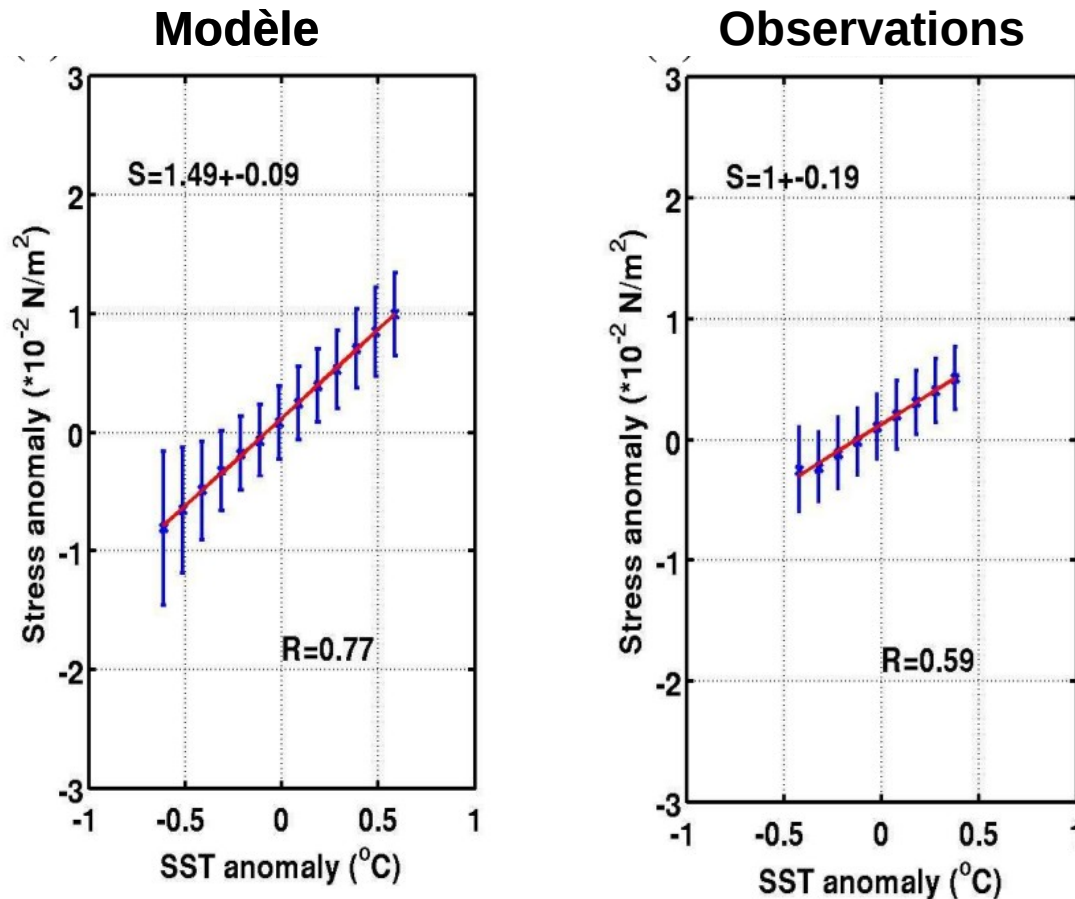


- Couplage un peu surestimé dans le modèle

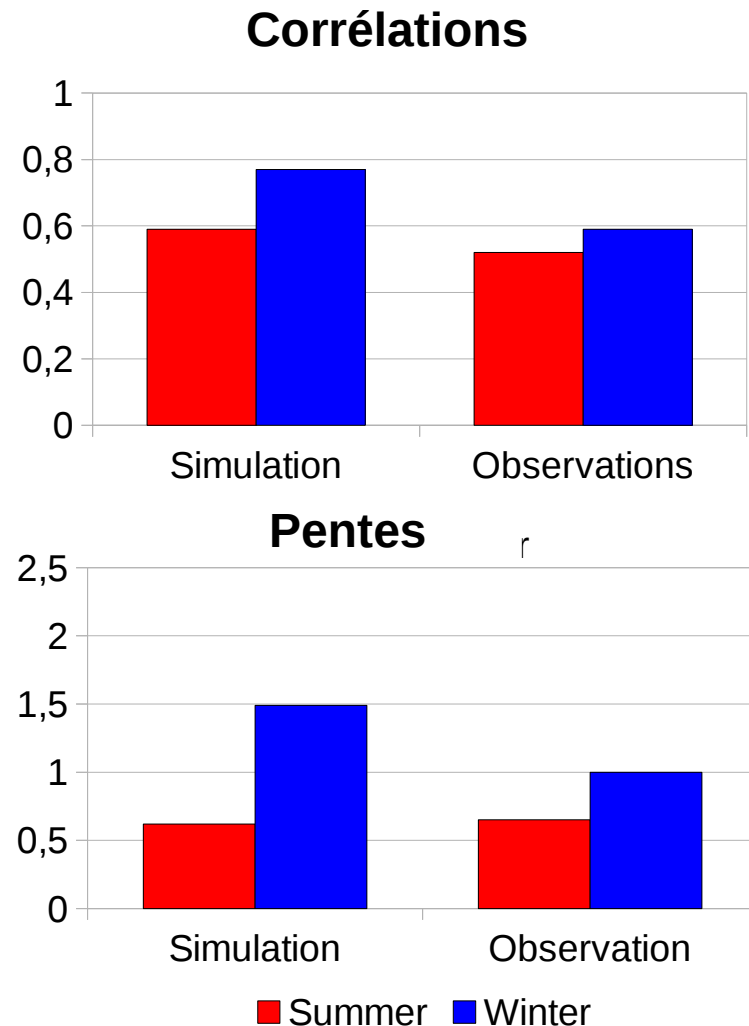


# Caractérisation du couplage: résultats

scatterplot en hiver austral 9 °S - 18 °S



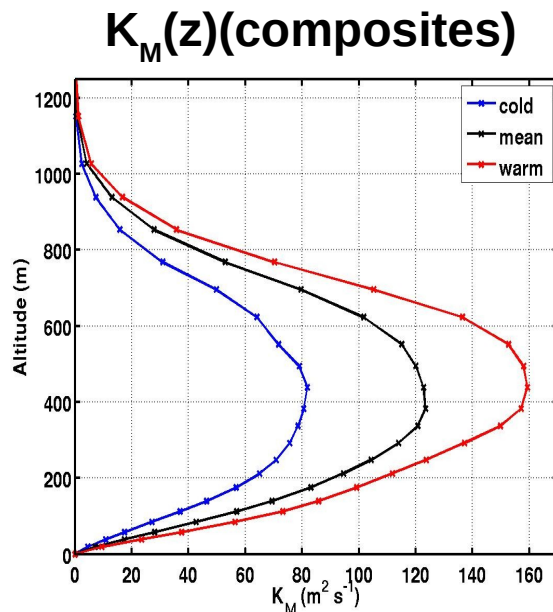
Variations saisonnières



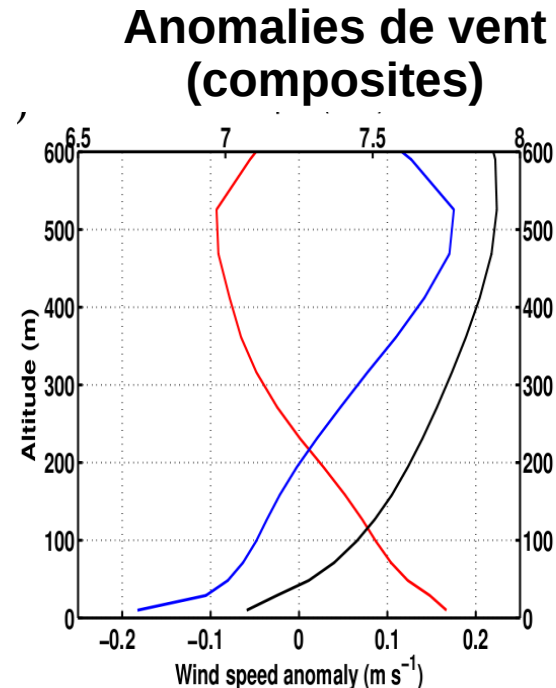
- Couplage un peu surestimé dans le modèle
- Couplage plus fort en hiver reproduit par le modèle

# 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**

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

$$\tau' = \tau_1' + \tau_2'$$

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) :

$$\tau' = \tau_1' + \tau_2'$$

$\tau_1' = \rho K_m' \partial_z \bar{v} > 0$

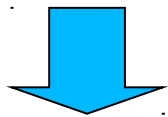
$\longleftrightarrow$

$\tau_2' = \rho K_m \partial_z v' < 0$

$$|\tau_1'| \sim 2 |\tau_2'|$$

$$K_m'_{hiver} \sim K_m'_{été}$$

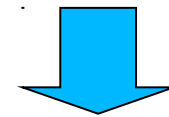
$$\partial_z \bar{v}_{hiver} > \partial_z \bar{v}_{été}$$



$$\tau_{1\prime}^{hiver} > \tau_{1\prime}^{été}$$

$$K_m(hiver) \sim K_m(été)$$

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



$$\tau_{2\prime}^{hiver} > \tau_{2\prime}^{été}$$

# 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

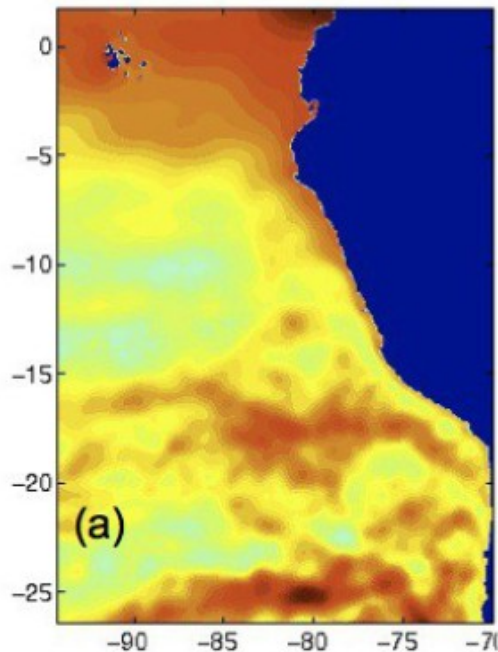




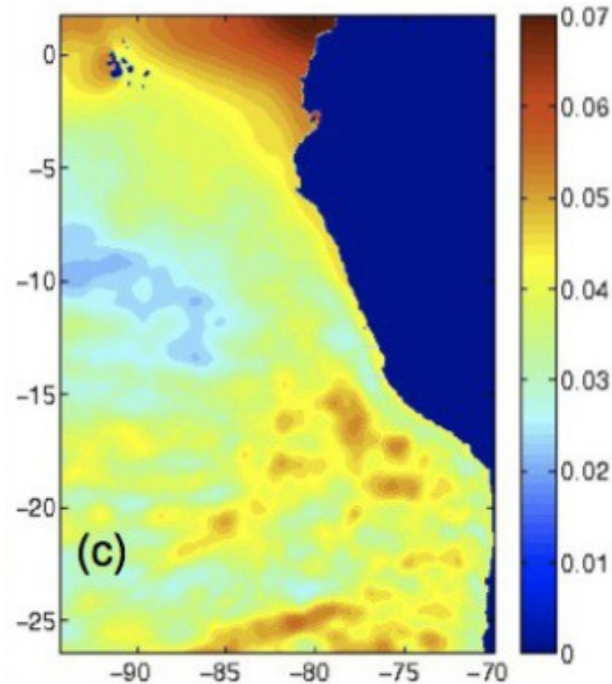
# Paramétrisation des conditions limites

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

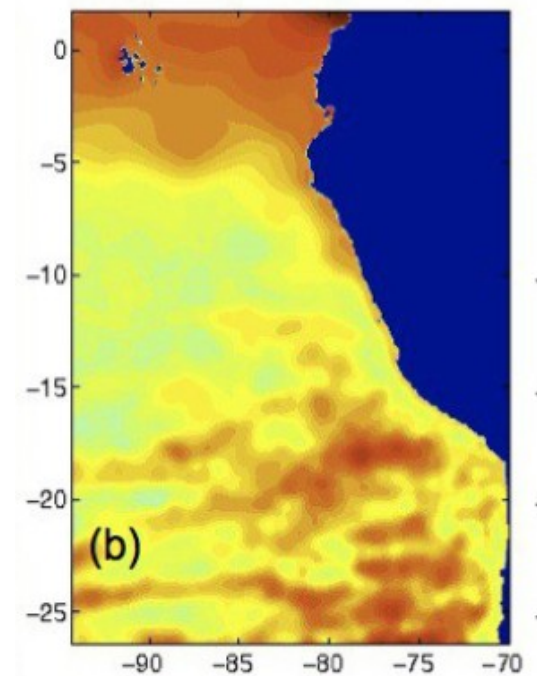
référence:  
Trop12 (NEMO 1/12°)  
ceinture tropicale (40°N-40°S)  
ANR PULSATION



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