

Interactions océan-atmosphère à mésoéchelle

sensibilité au couplage, à la paramétrisation de couche limite et à la résolution

Swen Jullien,

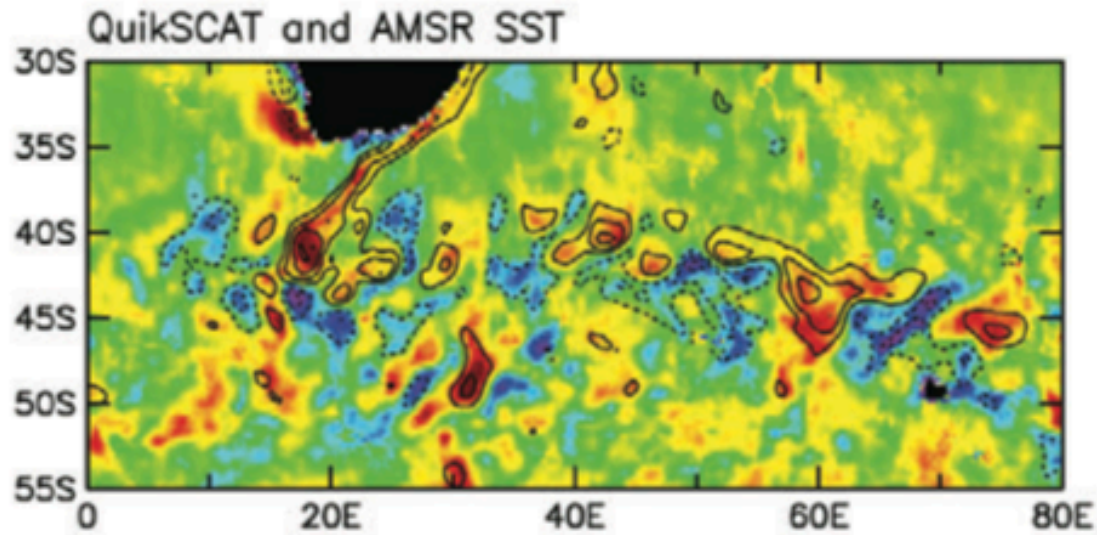
François Colas, Sébastien Masson,

Vincent Echevin, Véra Oerder

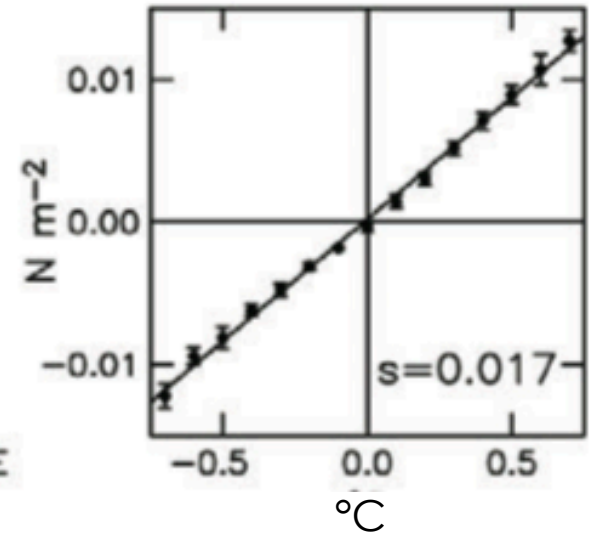
& the PULSATION team



Introduction - Observations



Chelton and Xie 2010



=> Il existe une relation SST-stress à mésoéchelle

- ✓ Mécanismes ?
- ✓ Est-ce important en terme de variabilité du vent ?
- ✓ Quelle résolution nécessaire ?

Introduction – mécanismes potentiels

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} - f \vec{k} \wedge \vec{v} - \frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}} P$$

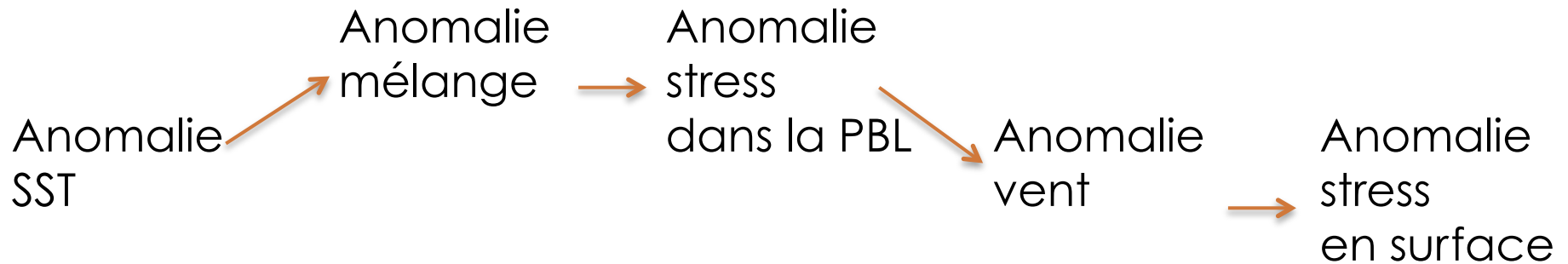
Anomalie
SST



Anomalie
stress
en surface

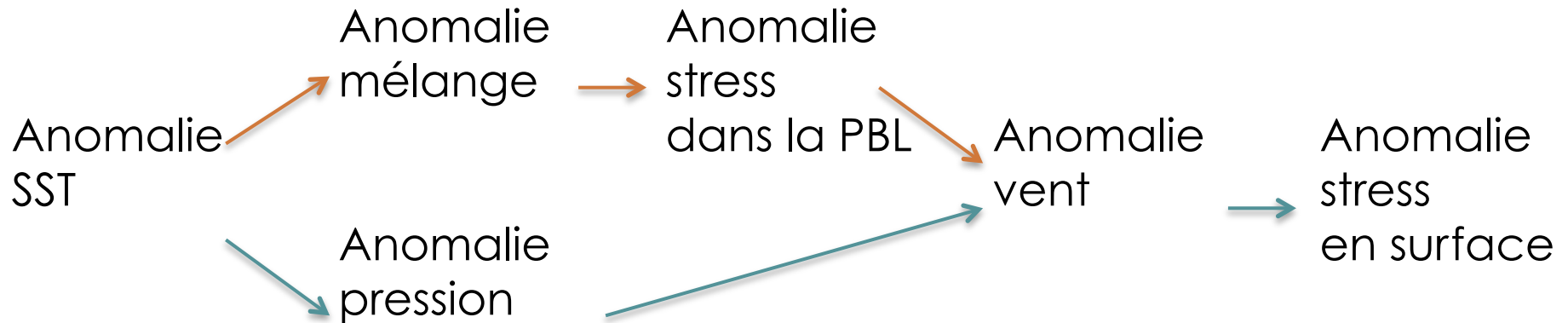
Introduction – mécanismes potentiels

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} - f \vec{k} \wedge \vec{v} - \frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}} P$$



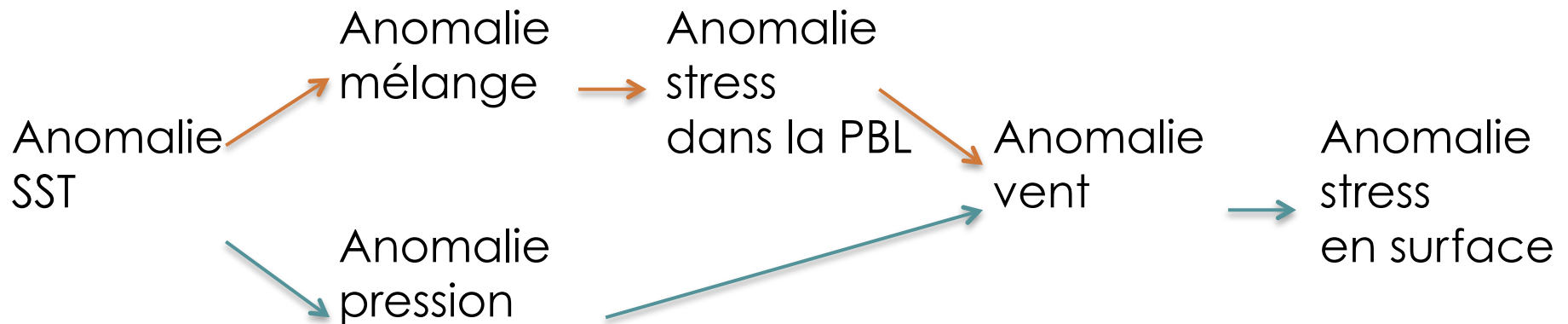
Introduction – mécanismes potentiels

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} - f \vec{k} \wedge \vec{v} - \frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}} P$$



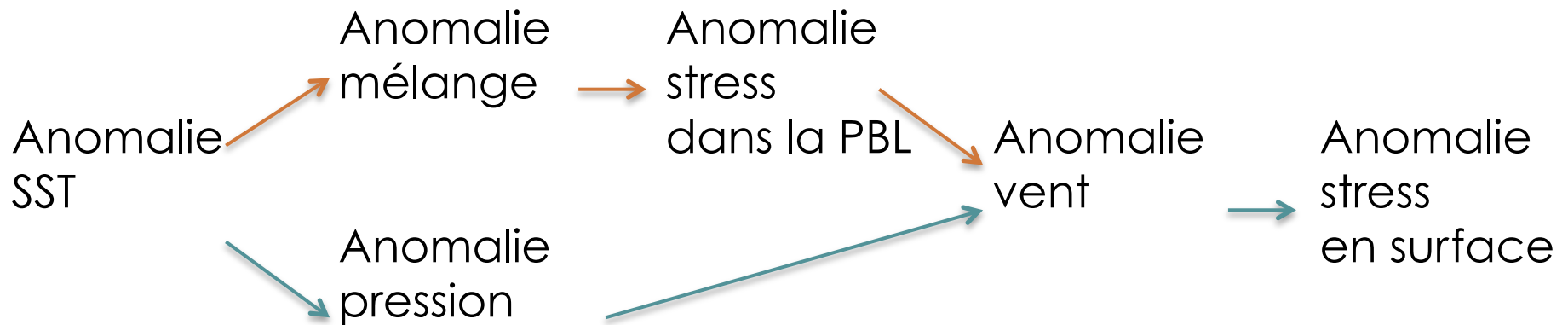
Introduction – mécanismes potentiels

$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} - f \vec{k} \wedge \vec{v} - \frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}} P$$



Introduction – mécanismes potentiels

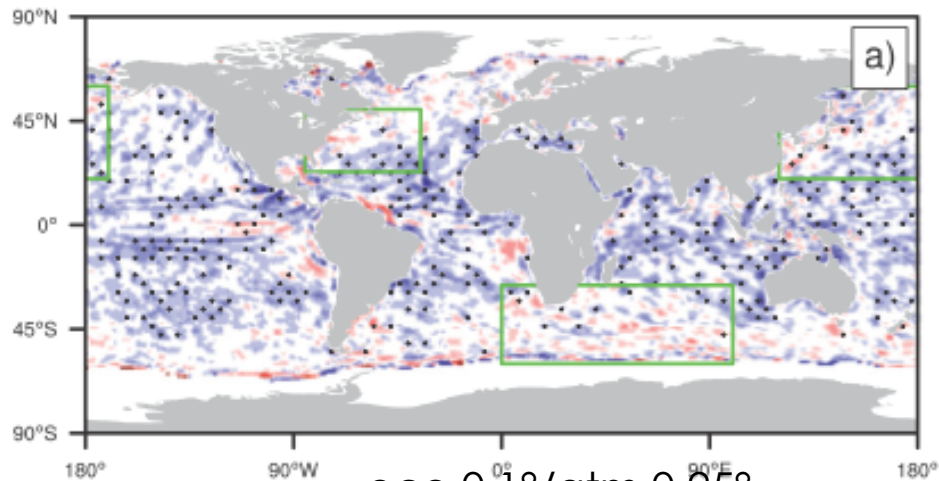
$$\frac{\partial \vec{v}}{\partial t} + \vec{v} \cdot \vec{\nabla} \vec{v} = \frac{1}{\rho} \frac{\partial \vec{\tau}}{\partial z} - f \vec{k} \wedge \vec{v} - \frac{1}{\rho} \overrightarrow{\text{grad}} P$$



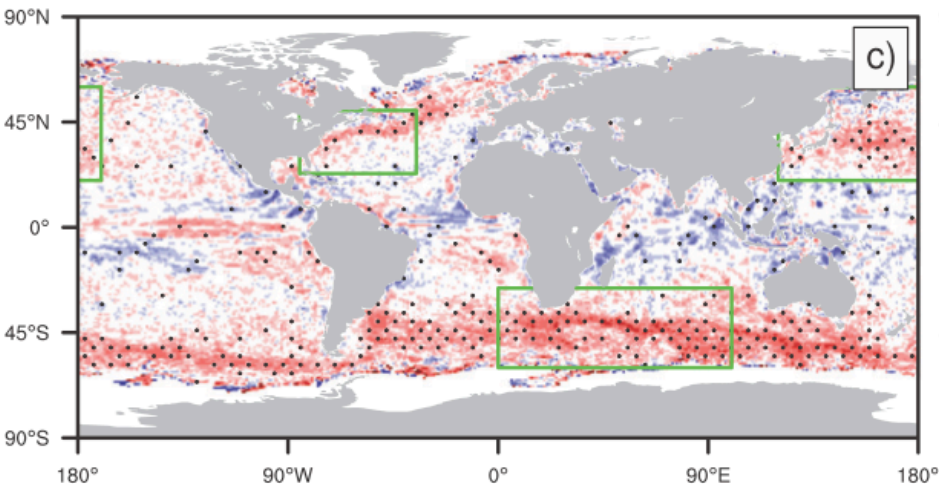
Introduction - Corrélations

Bryan et al. 2010

oce 1°/atm 0.5°



oce 0.1°/atm 0.25°

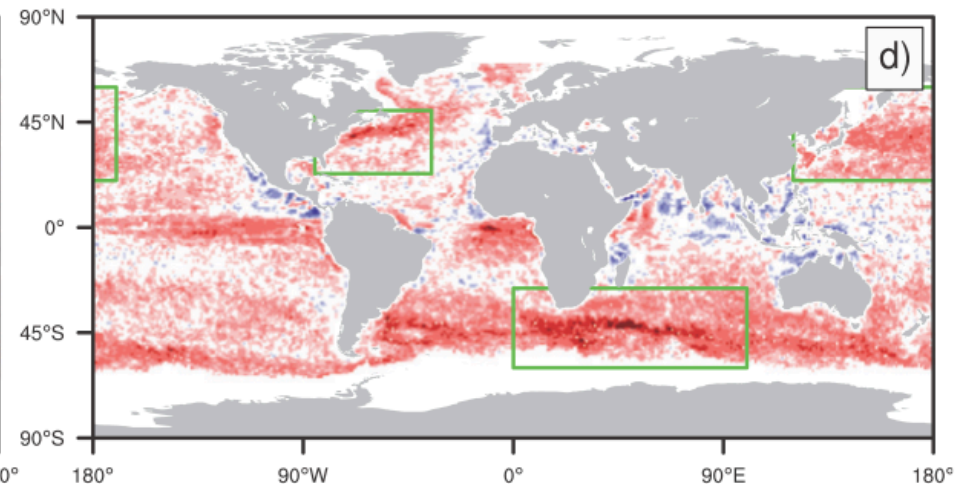


✓ A grande échelle : l'atmosphère force l'océan (e.g. vent + fort => refroidissement de la SST)

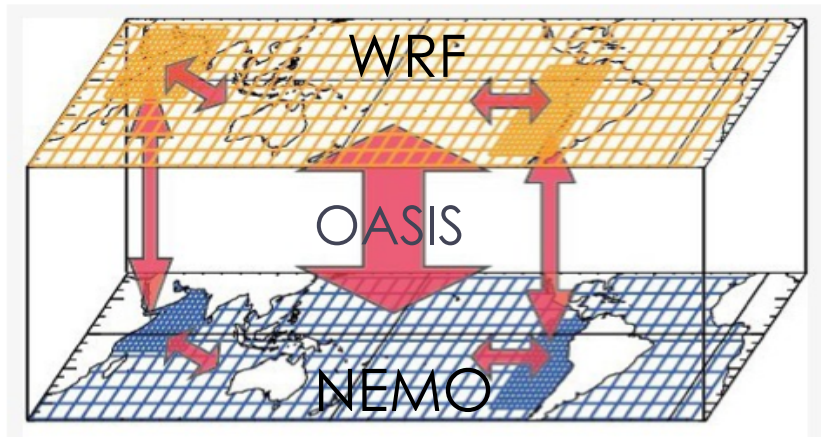
✓ A petite échelle : l'océan force l'atmosphère (e.g. SST + chaude => vent + fort)

✓ Atm 0.5° ~ 0.25°

OBS



Méthodologie



ANR PULSATION

Simulations **45°S-45°N couplées**
3 résolutions : 0.75°, 0.25°, 1/12°

- ✓ Champs **moyens** (mensuels, **5 jours**)
- ✓ **Filtrage** spatial : extraction des anomalies mésoéchelle de SST, stress
- ✓ Corrélation **spatio-temporelle sur une saison, sur une boîte glissante de 2,75° de côté**
- ✓ Moyenne sur **10 ans** des corrélations

Plan

Corrélations SST-stress - Conditions favorables

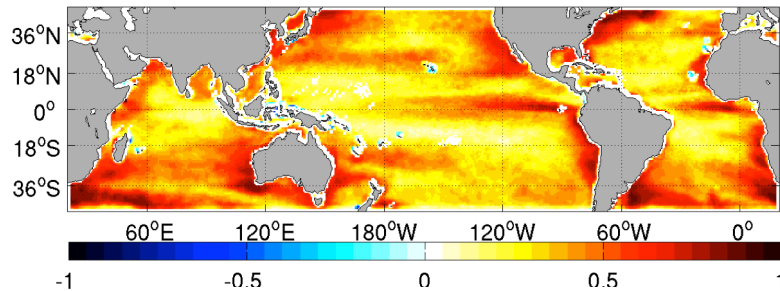
I - Sensibilité au schéma de PBL (TKE vs KPP)

II - Sensibilité à la résolution :

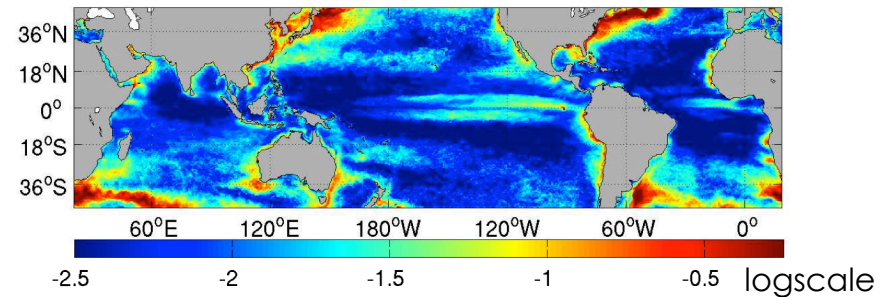
- mécanismes de couplage (corrélations)
- importance de la mésoéchelle océanique pour l'atmosphère (spectres) ?
 - > résolution de SST
 - > résolution atmosphérique

Corrélations SST-stress – Conditions favorables

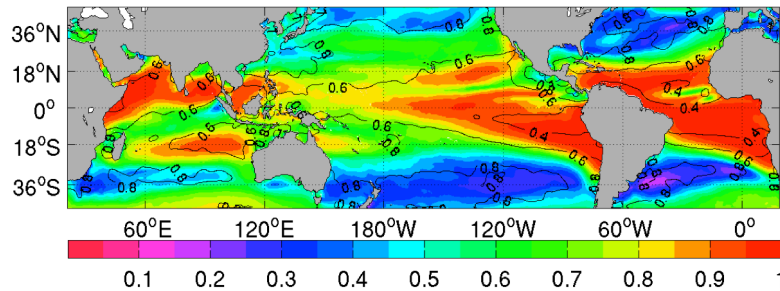
Model cpl 0.25°



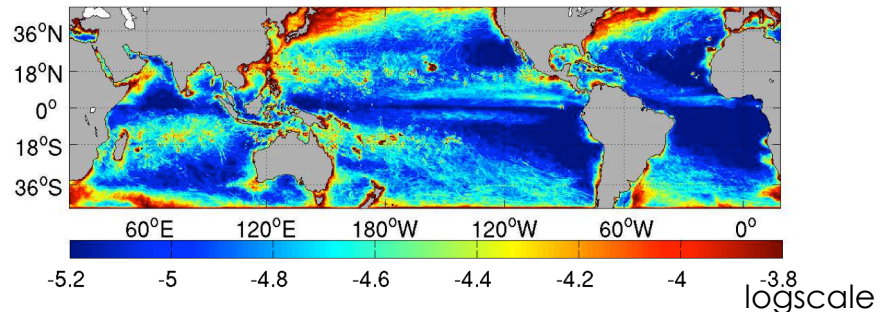
SST anomaly variance



Steadiness



Stress anomaly variance

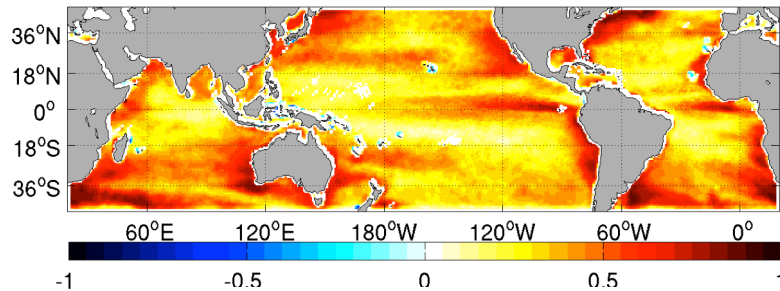


Corrélations fortes :

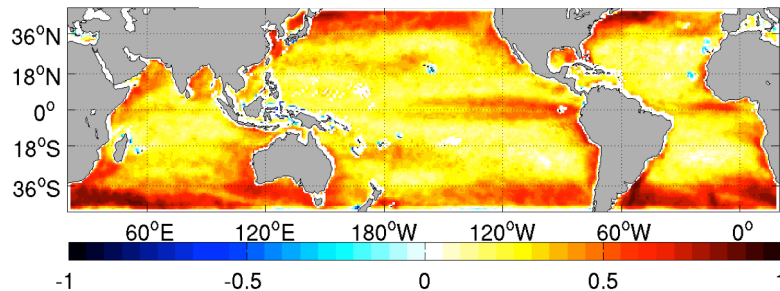
- ✓ là où l'activité mésoéchelle océanique est forte
- ✓ là où le vent est stable (upwellings, baie du Bengale)

I - Sensibilité au schéma de PBL

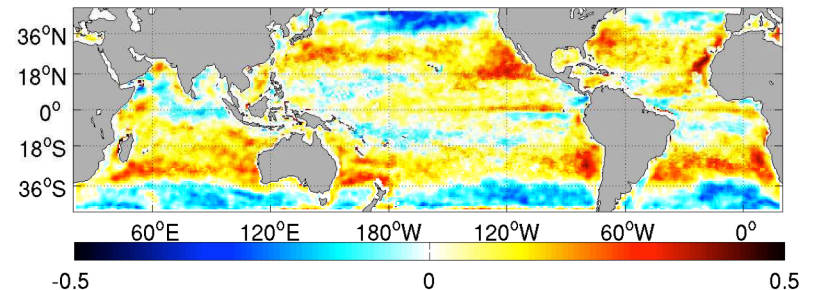
Model cpl 0.25° **YSU**



Model cpl 0.25° **MYNN**



Différence YSU-MYNN



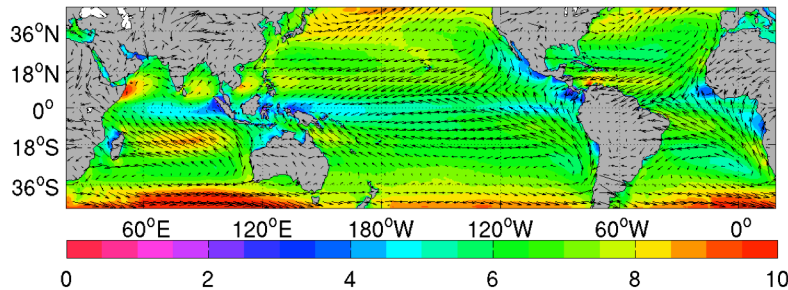
YSU : mélange non-local

MYNN : énergie cinétique turbulente

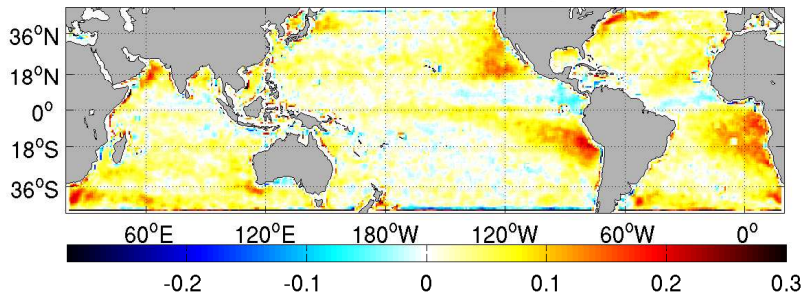
- ✓ **MYNN** plus active aux moyennes latitudes
- ✓ **YSU** plus active dans les upwellings de bord E

I - Sensibilité au schéma de PBL

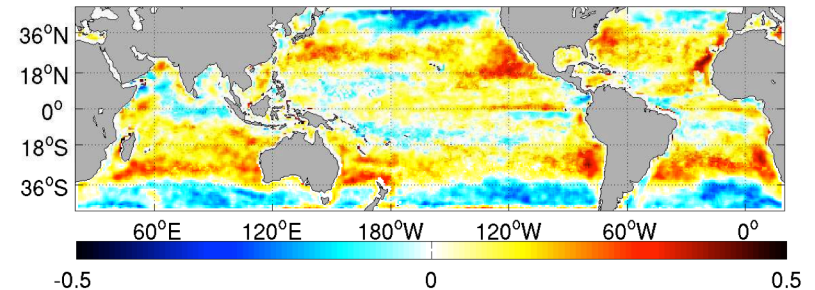
Vent grande échelle



Corrélation vent-pression YSU-MYNN



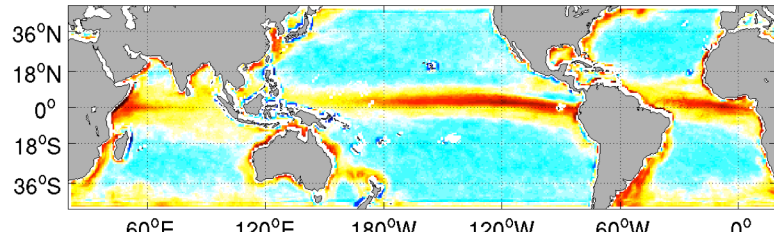
Différence YSU-MYNN



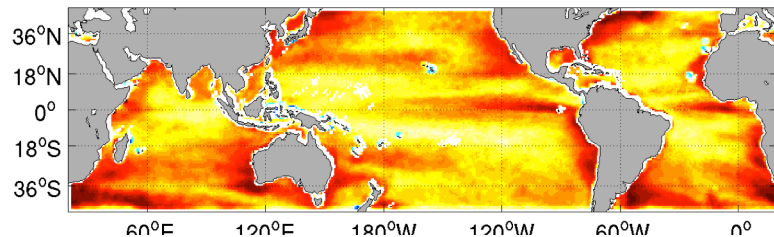
- ✓ **MYNN** plus active aux moyennes latitudes
- ✓ **YSU** plus active dans les upwellings de bord E
 - > MYNN plus sensible au vent grande échelle ?
 - > équilibre différents entre les mécanismes (mélange, pression, advection)

II - Sensibilité à la résolution

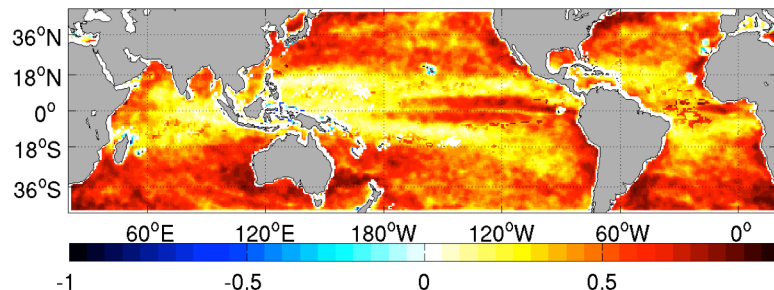
Model cpl 0.75°



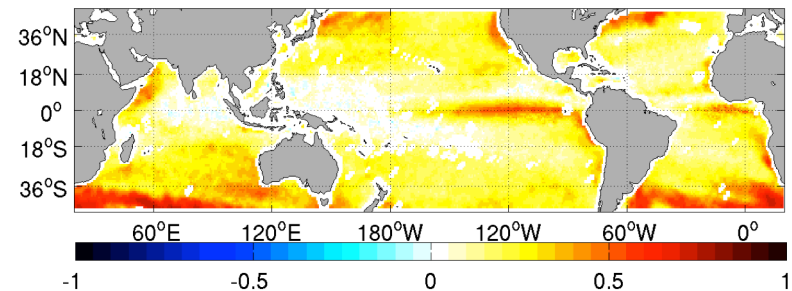
0.25°



1/12°

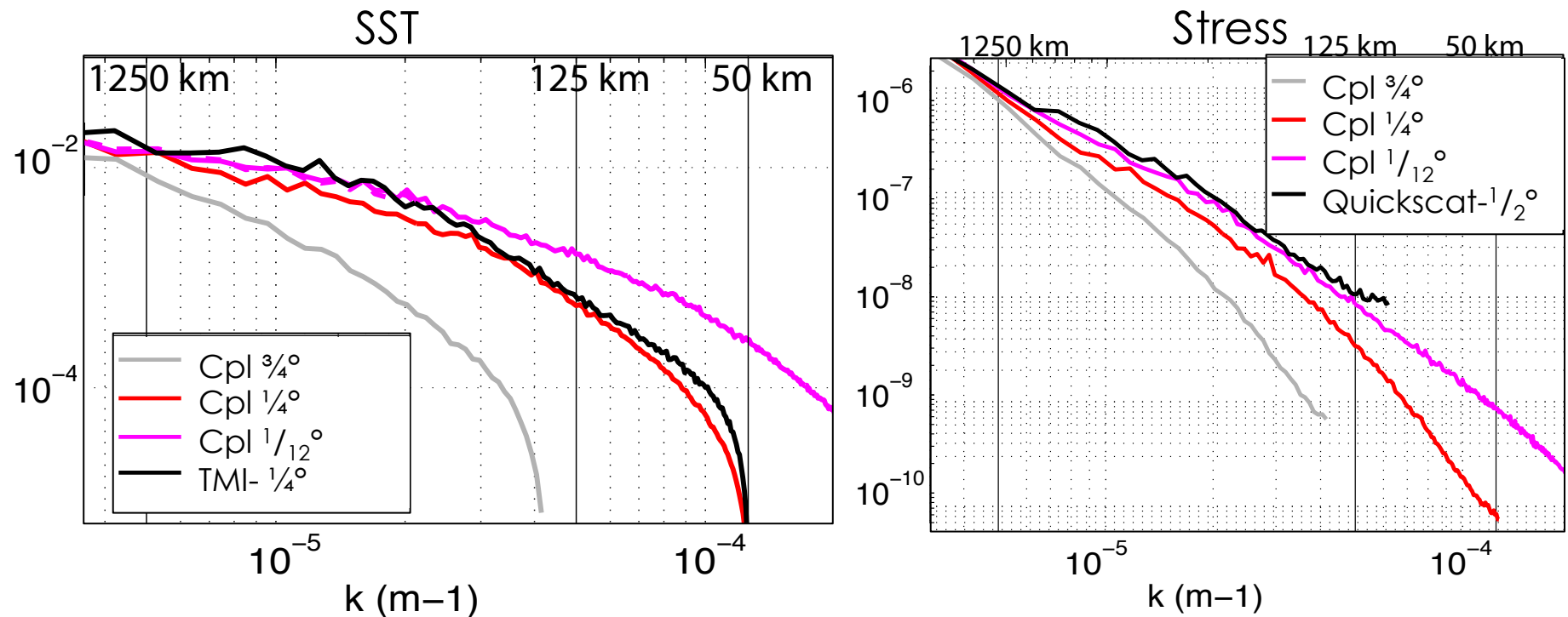


Obs QuickScat/TMI 0.5°



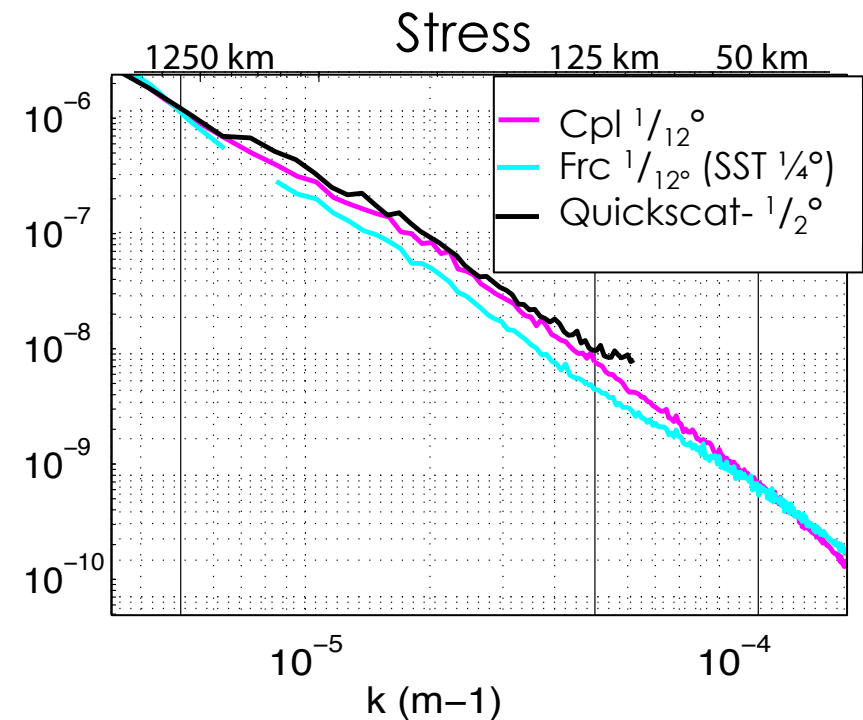
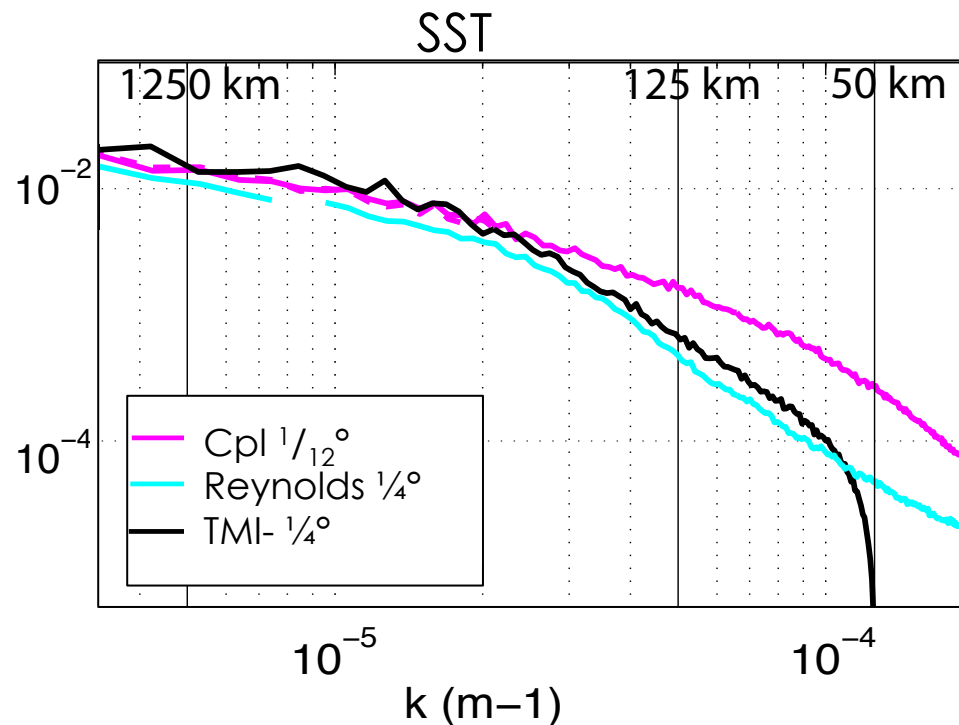
- ✓ 0.75°→0.25° : **changement de physique** au milieu des bassins
- ✓ bords W et TIW : fronts de grande échelle
- ✓ corrélation **augmente avec la résolution** (surtout au centre des bassins→ mésoéchelle renforcée)

II - Sensibilité à la résolution



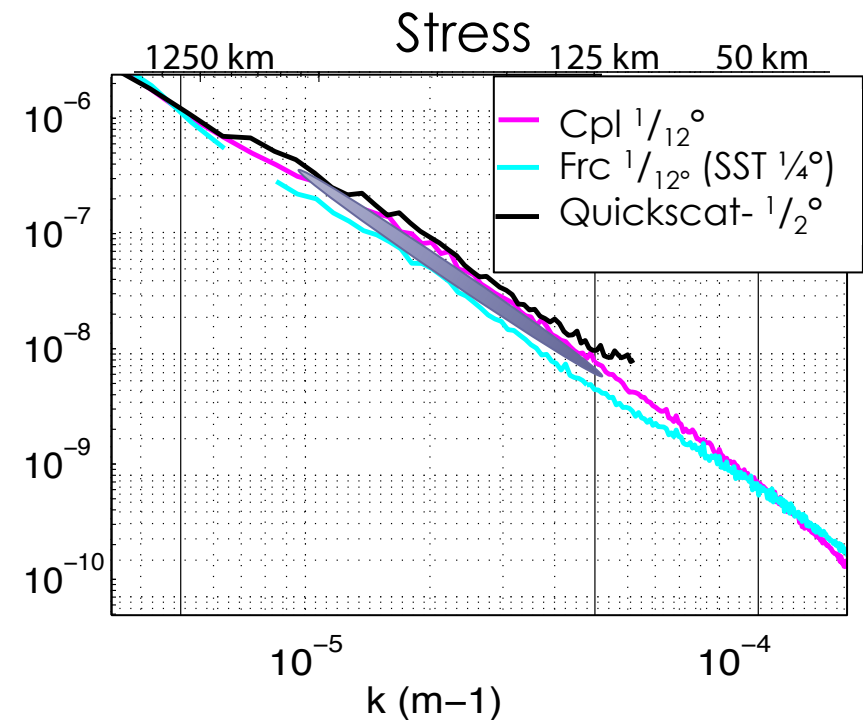
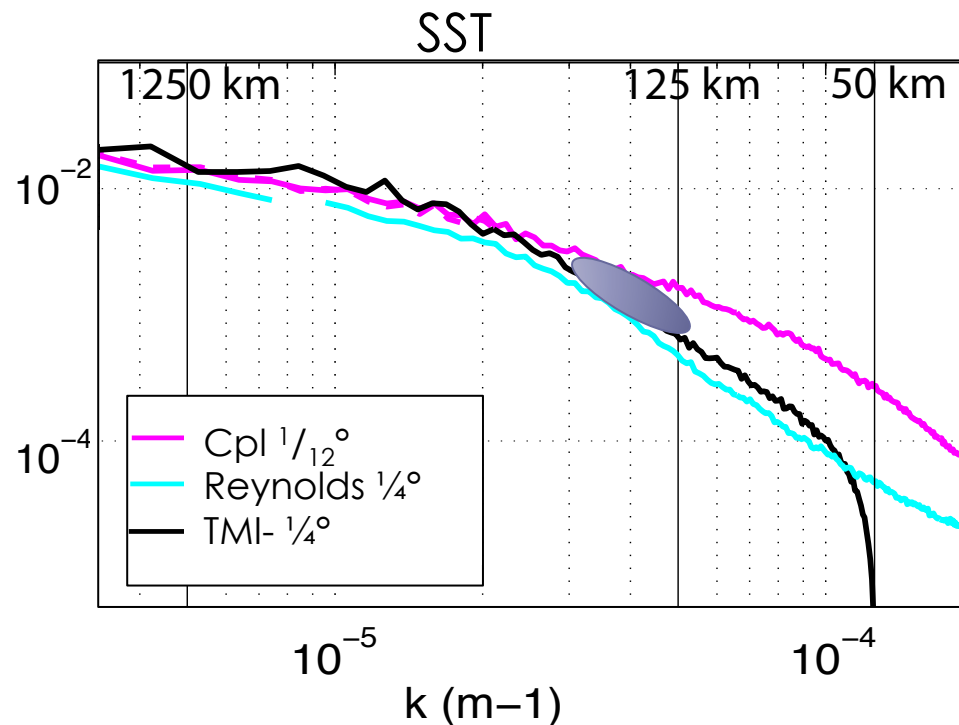
- ✓ SST : modèle $1/4^\circ$ comparable à TMI-AMSR $1/4^\circ$
- ✓ Atmosphère : stress $1/12^\circ$ comparable à QuickScat 50km
- ✓ Résolution effective : $5dx$ pour l'atm, $8dx$ pour l'océan

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



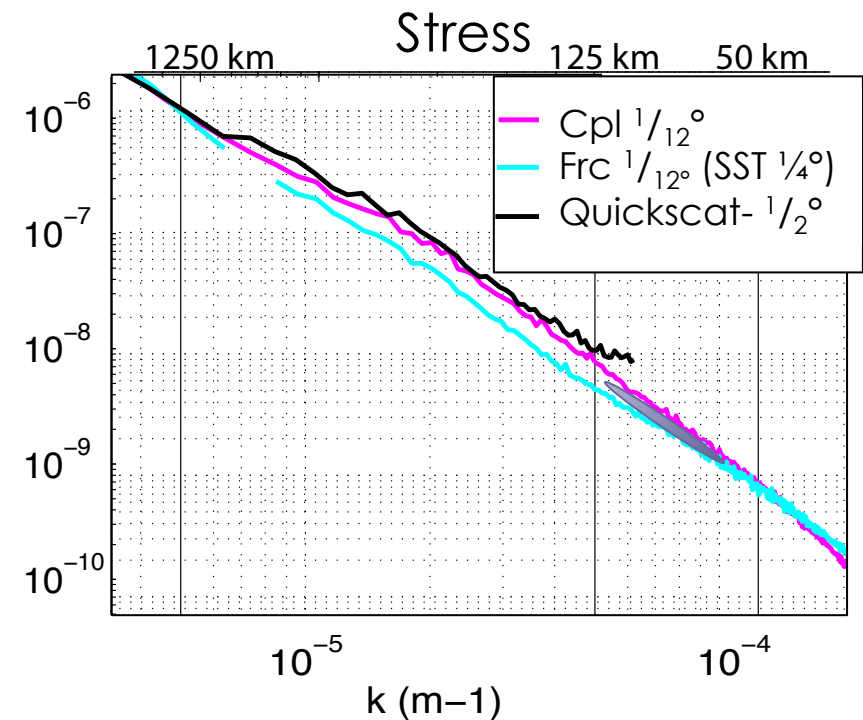
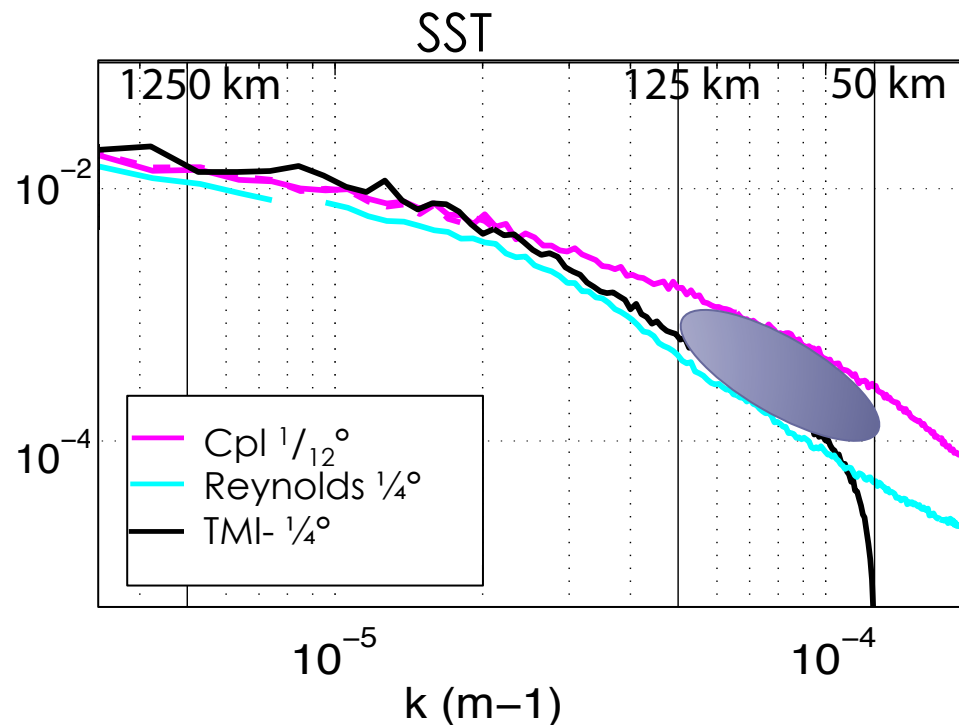
- ✓ Effet significatif du couplage au $1/12^\circ$ sur les échelles entre 125km et 500-1000km
-> dû au couplage ou à la résolution de la SST ?
- ✓ Entre 50km et 125km, la dynamique atmosphérique est moins dépendante du forçage océanique

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



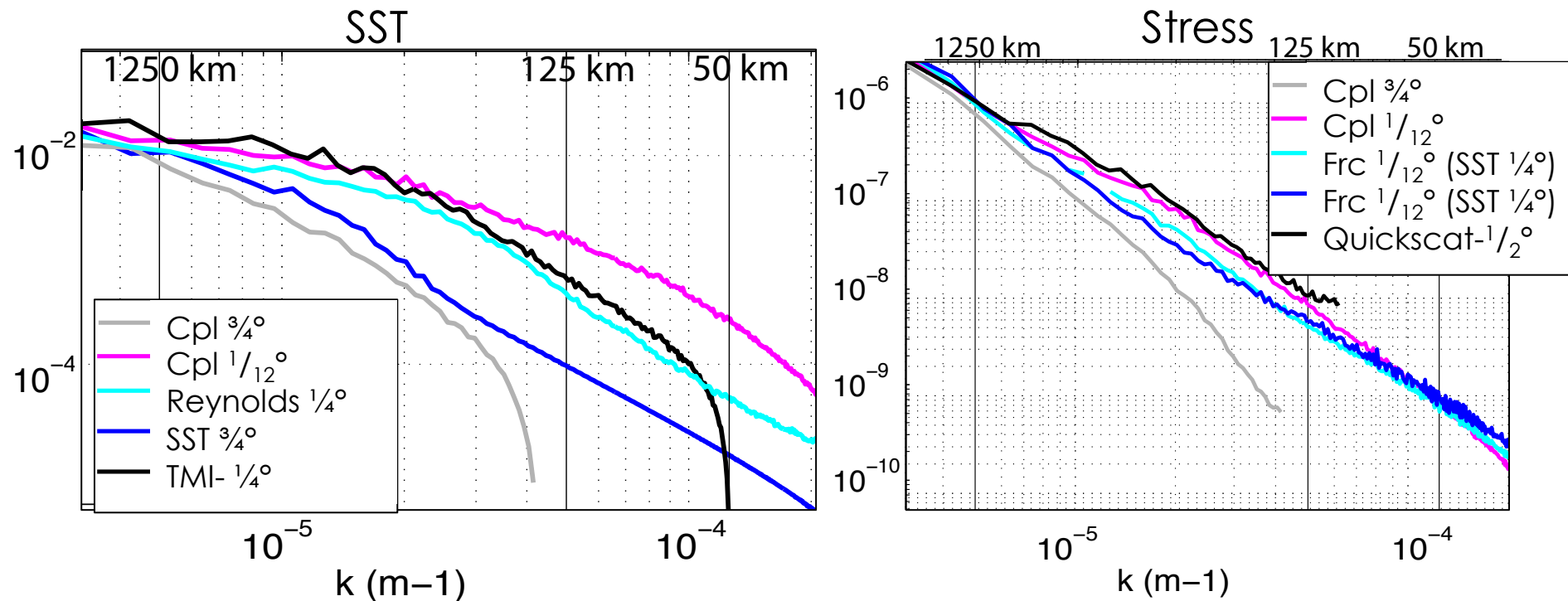
- ✓ Effet significatif du couplage au 1/12° sur les échelles entre 125km et 500-1000km
-> dû au couplage ou à la résolution de la SST ?
- ✓ Entre 50km et 125km, la dynamique atmosphérique est moins dépendante du forçage océanique

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



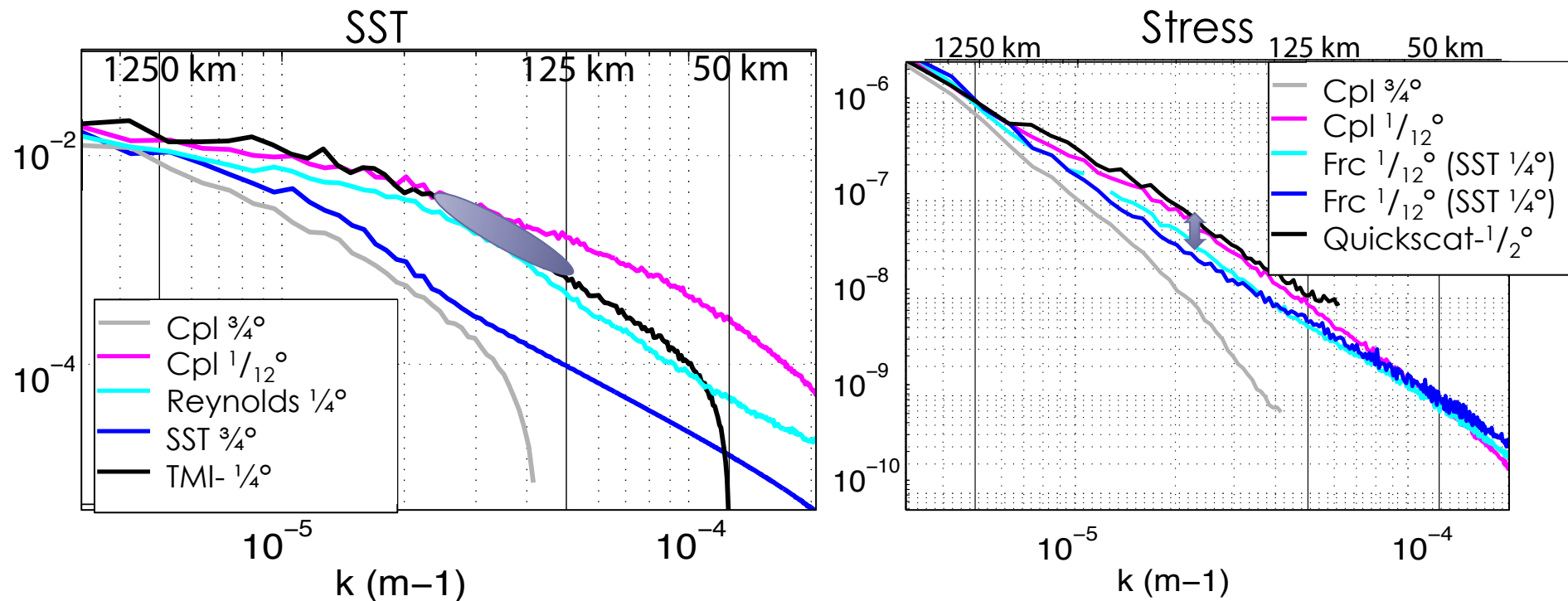
- ✓ Effet significatif du couplage au 1/12° sur les échelles entre 125km et 500-1000km
-> dû au couplage ou à la résolution de la SST ?
- ✓ Entre 50km et 125km, la dynamique atmosphérique est moins dépendante du forçage océanique

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



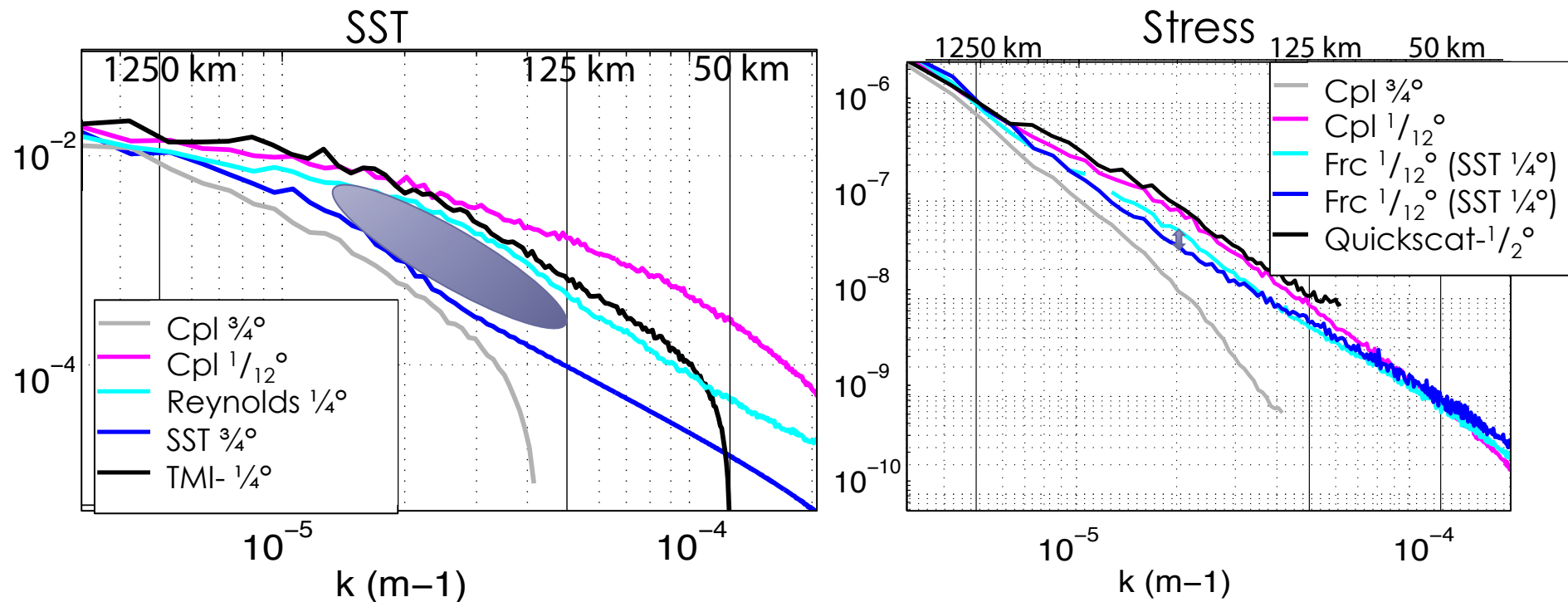
- ✓ Fort effet de la résolution de la SST entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$
- ✓ Effet moindre entre le $3/4^\circ$ et le $1/4^\circ$ alors que la différence de spectre en SST est similaire à celle entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



- ✓ Fort effet de la résolution de la SST entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$
- ✓ Effet moindre entre le $3/4^\circ$ et le $1/4^\circ$ alors que la différence de spectre en SST est similaire à celle entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$

II - Sensibilité à la résolution - SST et couplage



- ✓ Fort effet de la résolution de la SST entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$
- ✓ Effet moindre entre le $3/4^\circ$ et le $1/4^\circ$ alors que la différence de spectre en SST est similaire à celle entre le $1/4^\circ$ et le $1/12^\circ$

Conclusions & Perspectives

Forte sensibilité des corrélations stress-SST

- ✓ au **schéma de PBL**

 - => sensibilité au **vent** grande échelle ?

 - => équilibre des **mécanismes** différents ?
(mélange, advection, pression)

- ✓ à la **résolution**

 - => les mécanismes de couplage changent entre 0.75° et 0.25°

 - => les corrélations augmentent avec la résolution

A haute résolution ($1/4^\circ$ ou +) la **SST** (et le couplage ?)

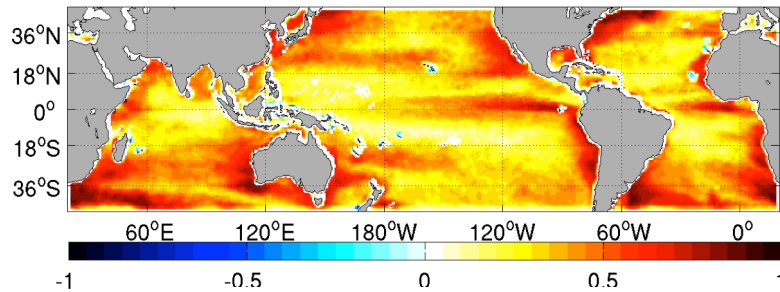
a une forte influence sur la variabilité du stress

-> échelles de $O(1000\text{km})$

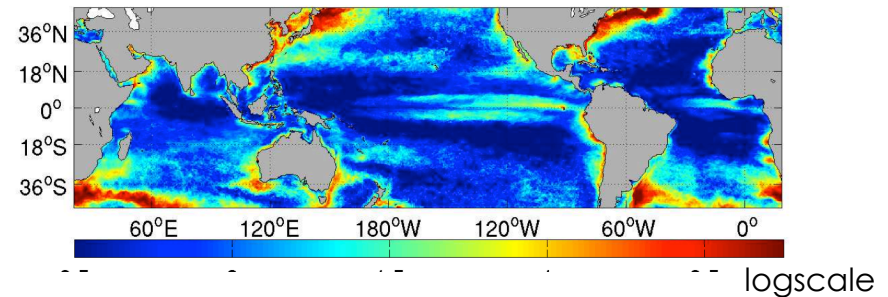
En limite de résolution effective, la dynamique atmosphérique paraît moins sensible à la SST.

I - Sensibilité au schéma de PBL

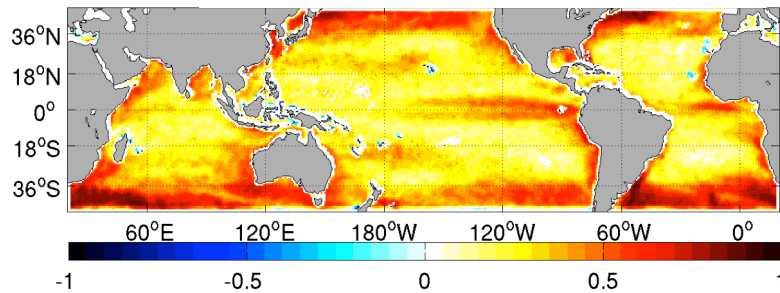
Model cpl 0.25° **YSU**



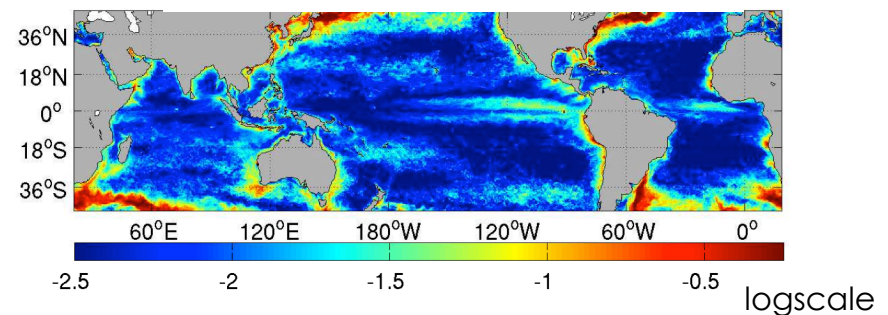
SST anomaly variance



Model cpl 0.25° **MYNN**



SST anomaly variance

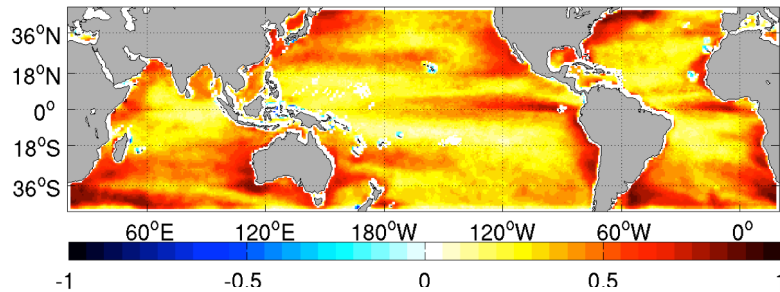


MYNN : kinetic energy
YSU : non-local mixing

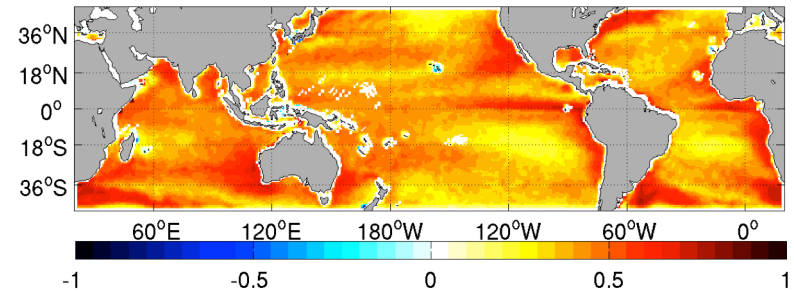
- ✓ **MYNN** plus active aux moyennes latitudes
- ✓ **YSU** plus active dans les upwellings de bord E

I - Sensibilité au schéma de PBL

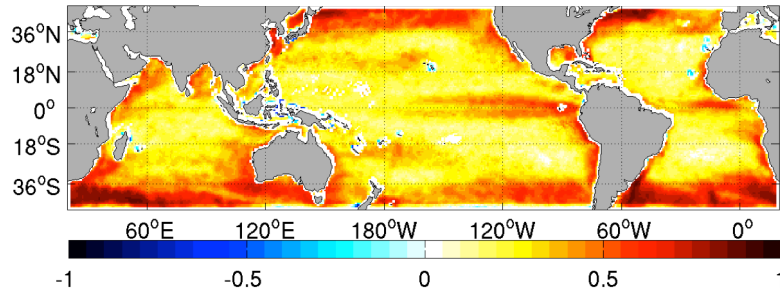
Model **cpl** 0.25° **YSU**



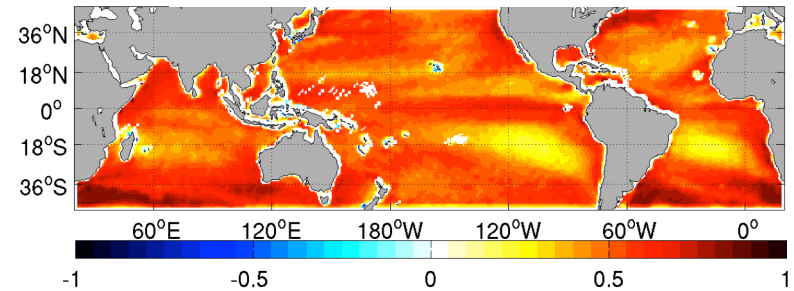
Model **frc** 0.25° **YSU**



Model **cpl** 0.25° **MYNN**



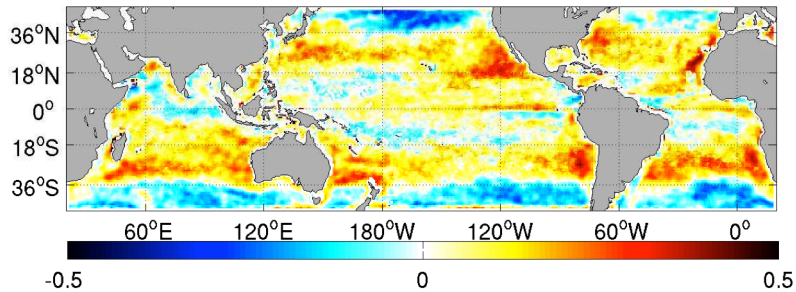
Model **frc** 0.25° **MYNN**



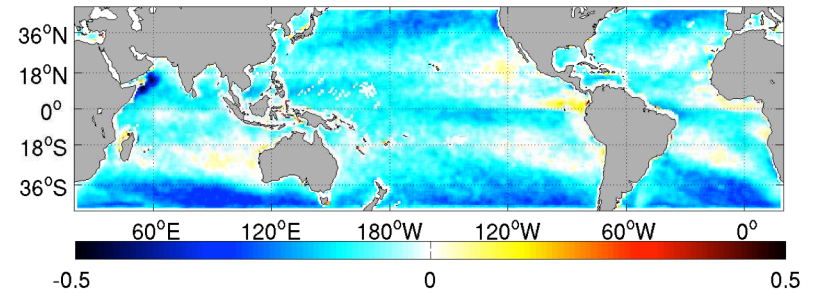
✓ **En forcé : MYNN** plus active partout

I - Sensibilité au schéma de PBL

cpl YSU-MYNN

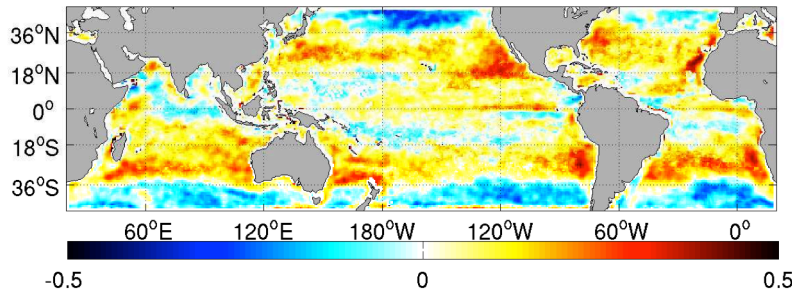


frc YSU-MYNN

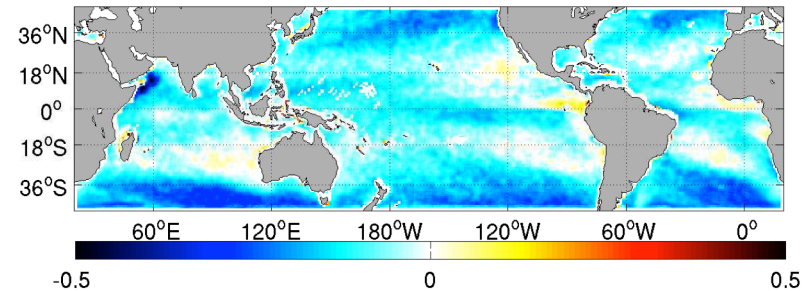


I - Sensibilité au schéma de PBL

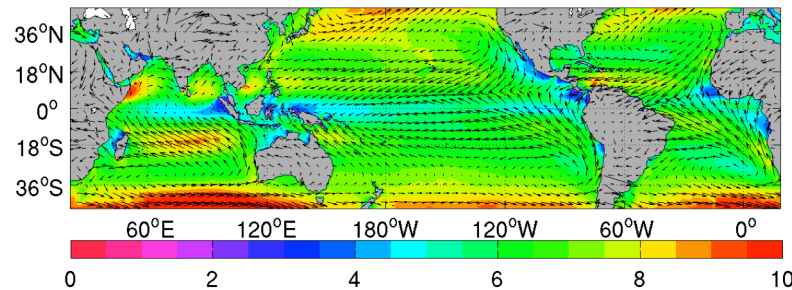
cpl YSU-MYNN



frc YSU-MYNN



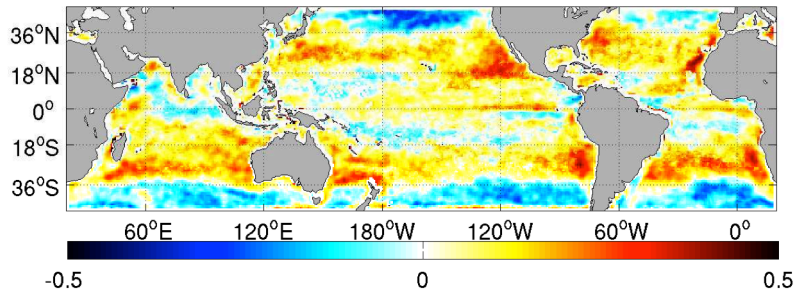
Wind at 10m



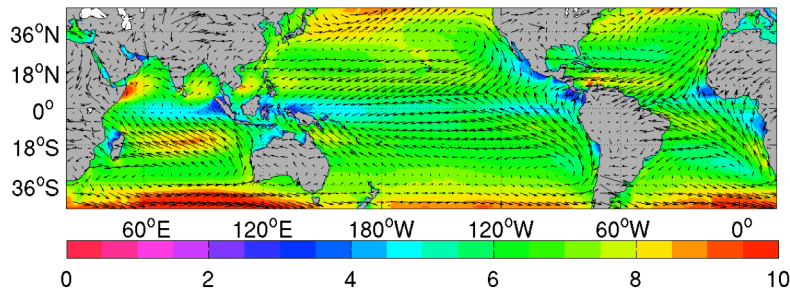
- ✓ **MYNN** plus active aux moyennes latitudes
-> plus sensible au vent grande échelle ?
- ✓ **YSU** plus active dans les upwellings de bord E
-> différents mécanismes :
mélange dans la PBL, équilibre vent-pression ?

I - Sensibilité au schéma de PBL

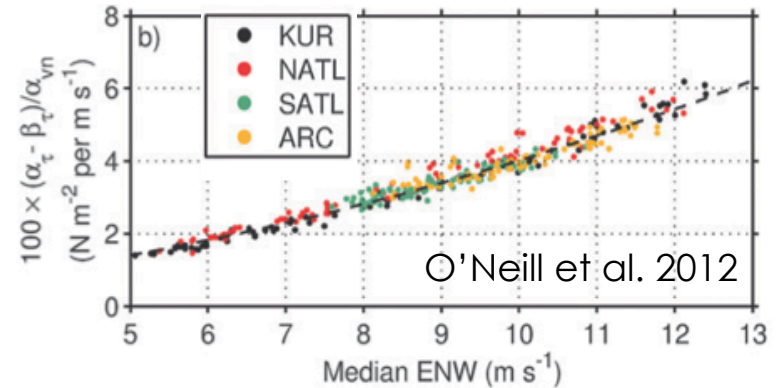
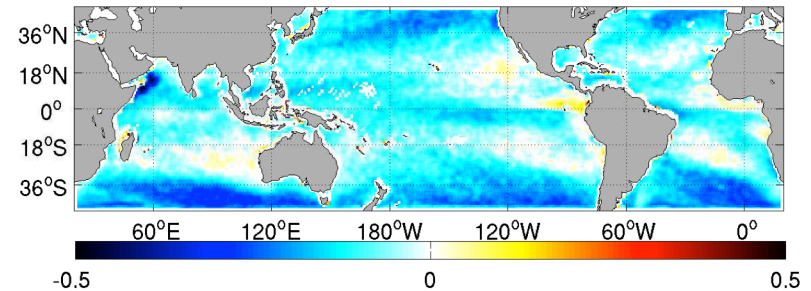
cpl YSU-MYNN



Wind at 10m



frc YSU-MYNN



- ✓ **MYNN** plus active aux moyennes latitudes
-> plus sensible au vent grande échelle ?
- ✓ **YSU** plus active dans les upwellings de bord E
-> différents mécanismes :
mélange dans la PBL, équilibre vent-pression ?