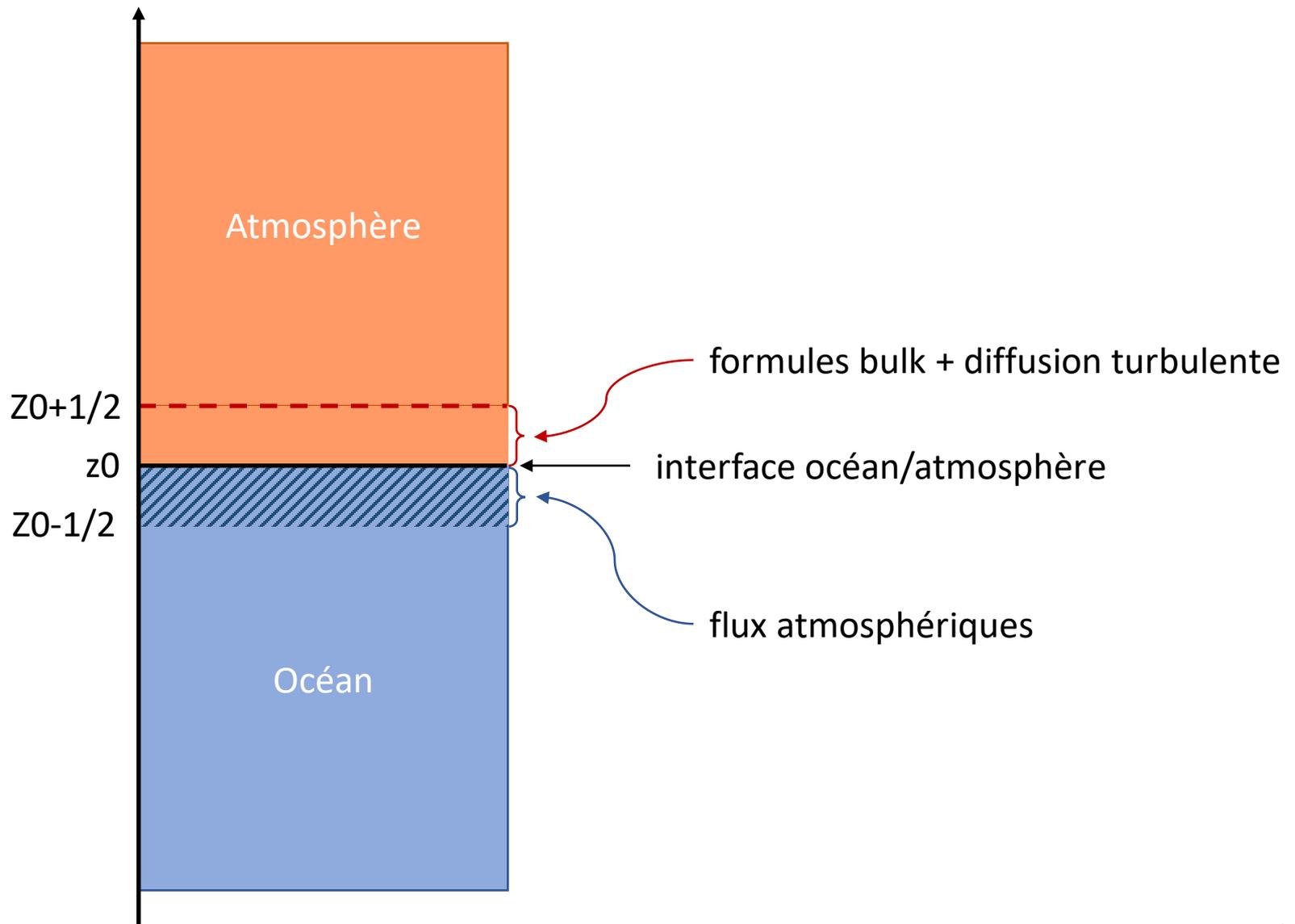




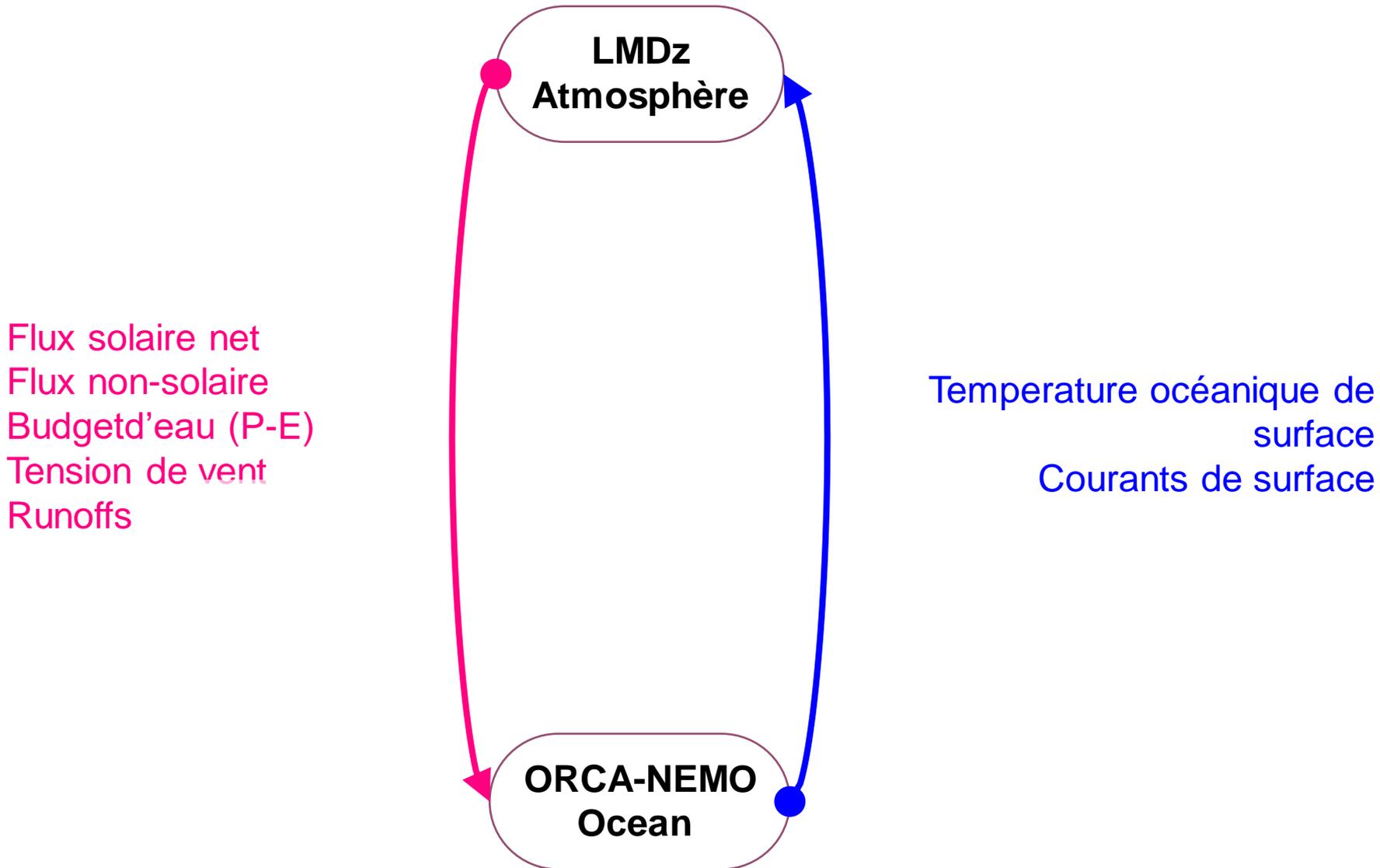
Couplage Océan/Atmosphère par méthode de Schwarz dans IPSLCM

Sébastien Nguyen, Olivier Marti et Arnaud Caubel.

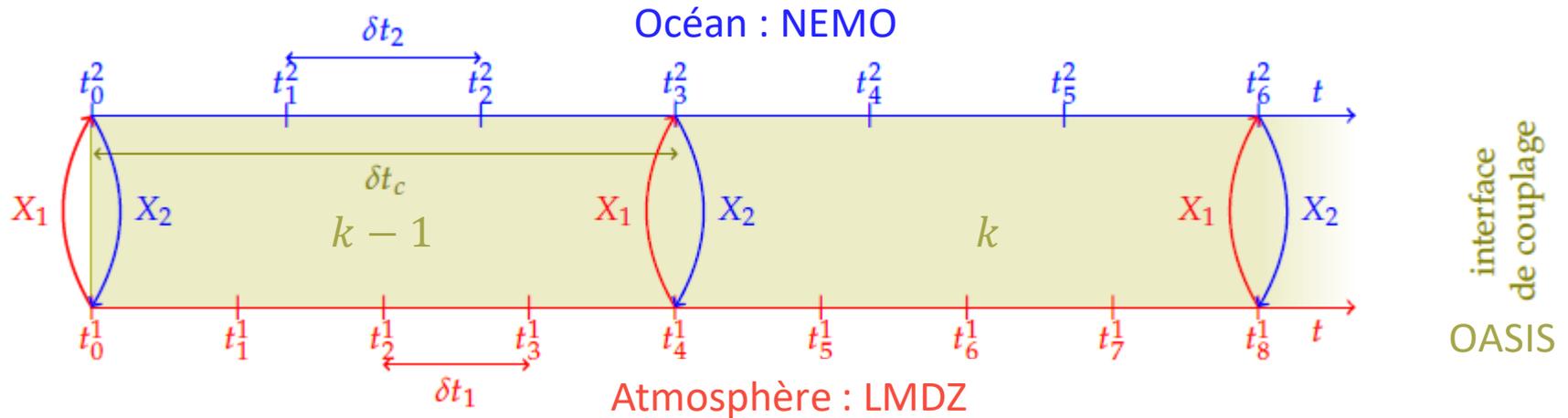
Couplage Océan/Atmosphère dans IPSLCM



Flux échangés



Synchronisation temporelle océan/atmosphère



- OASIS gère les échanges entre LMDZ et NEMO tous les δt_c
- On choisit δt_c multiple commun de δt_1 et δt_2
- Sur la fenêtre de couplage k on couple avec les valeurs issues de $k - 1$

Pourquoi améliorer le couplage Océan/Atmosphère ?

Maths :

- Améliorer la consistance temporelle des schémas numériques

Physique :

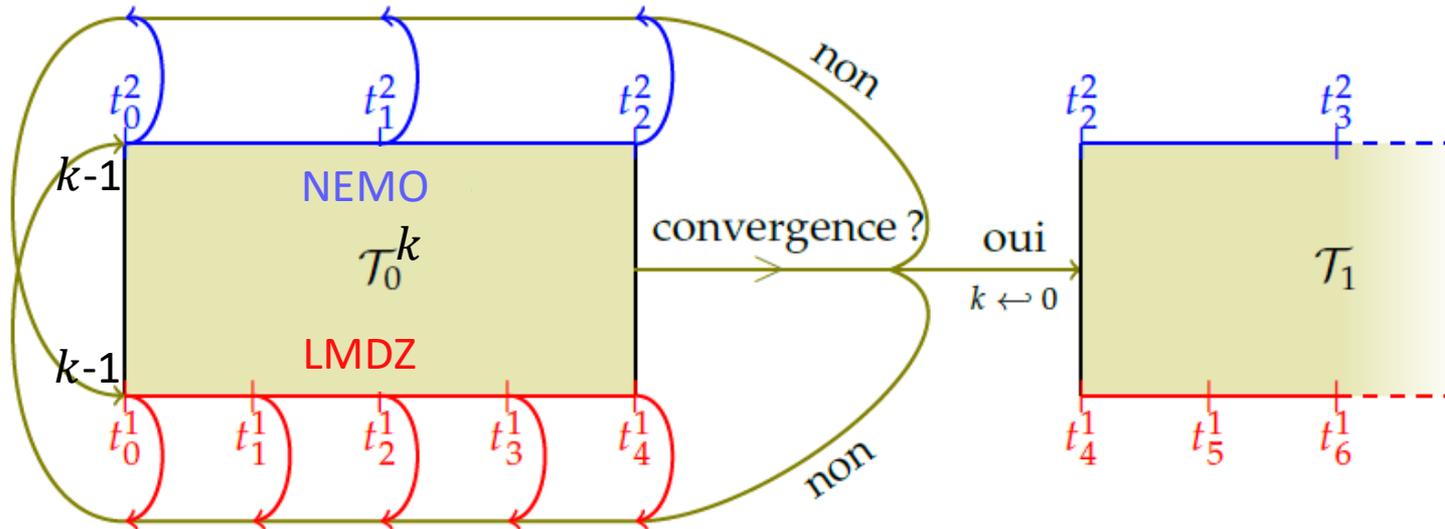
- Mieux représenter l'évolution temporelle de l'interface

Bénéfices espérés :

- Meilleure représentation du cycle diurne
- Réduction de la dispersion des solutions

(c.f. RESEARCH REPORT N° 8651 INRIA 2014 F. Lemarié et al.)

Algorithme de Schwarz implémenté (suboptimal)



- On itère sur la fenêtre de couplage
- À chaque itération de Schwarz les flux sont mis à jour avec ceux de l'itération précédente
- L'état de l'atmosphère et de l'océan sont réinitialisés avec ceux du début de la fenêtre
- On s'arrête au bout de 50 itérations pour tester la convergence
- L'algorithme est implémenté en dehors des modèles (dans libIGCM)

50 itérations de Schwarz $\delta t_c=1J$, Jour 5

IPSLCM5A2

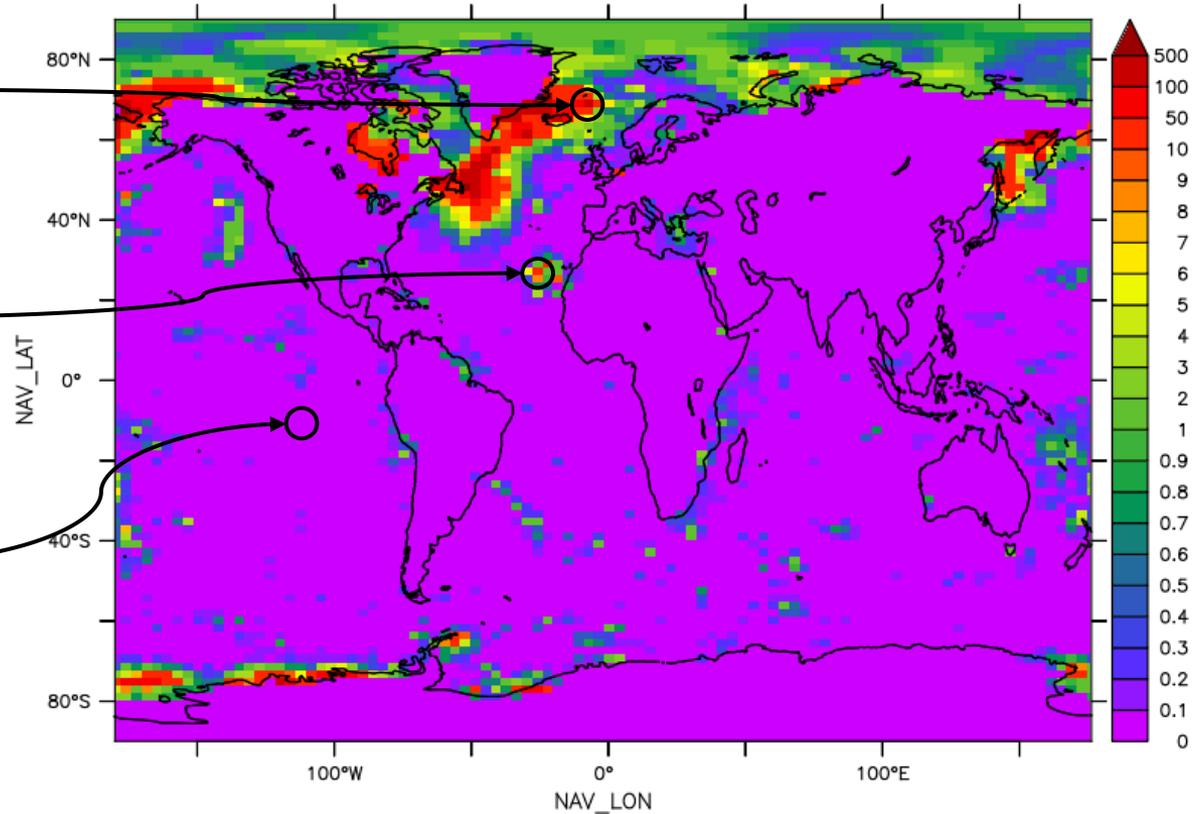
PyFERRET (opt) Ver.7
NOAA/PMEL TMAP
17-APR-2018 16:58:32

DATA SET:
ALOSA05D50_18500105_18500105_fixat

Point fort glace :
7,5W 69N

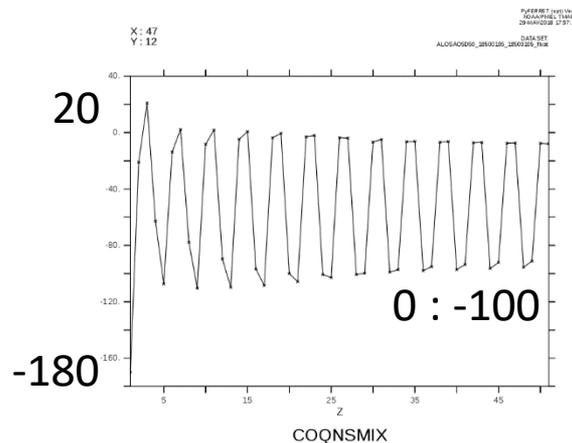
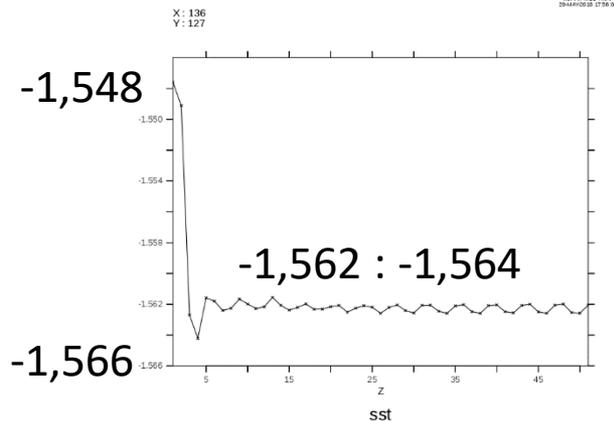
Point fort
proche tropique :
26,25W 27,5N

Point faible
proche équateur :
112.5W 6.6S

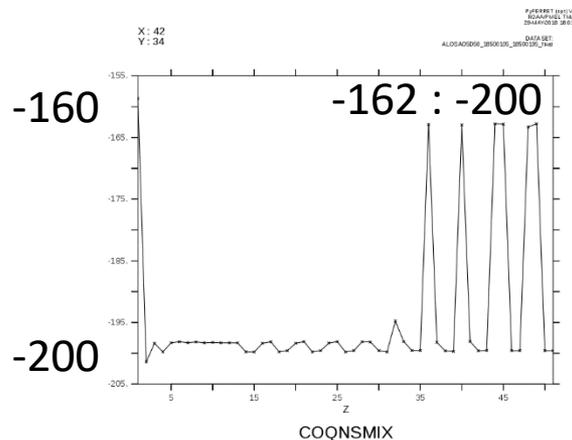
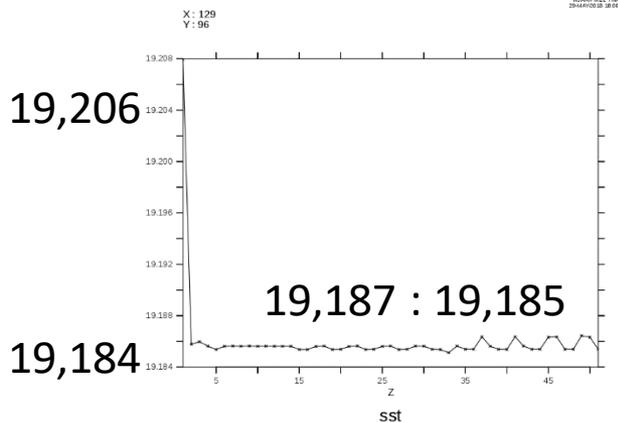


COQNSMIX[k=10:51@max]-COQNSMIX[k=10:51@min]

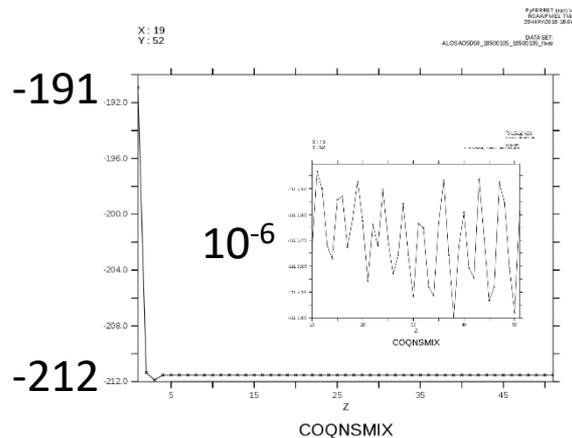
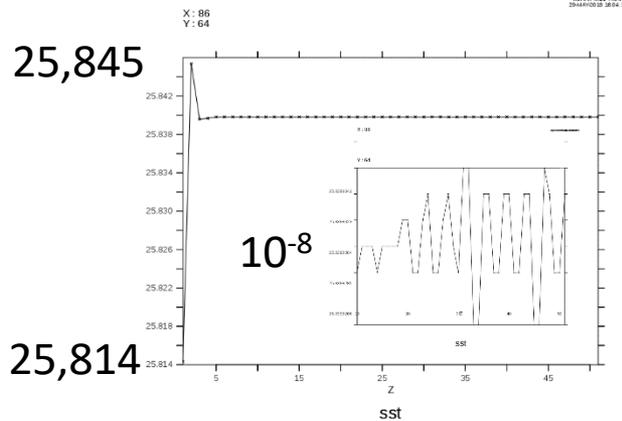
Point fort glace :
7,5W 69N



Point fort
proche tropique :
26,25W 27,5N



Point faible
proche équateur :
112.5W 6.6S



Période de 4 itérations de Schwarz

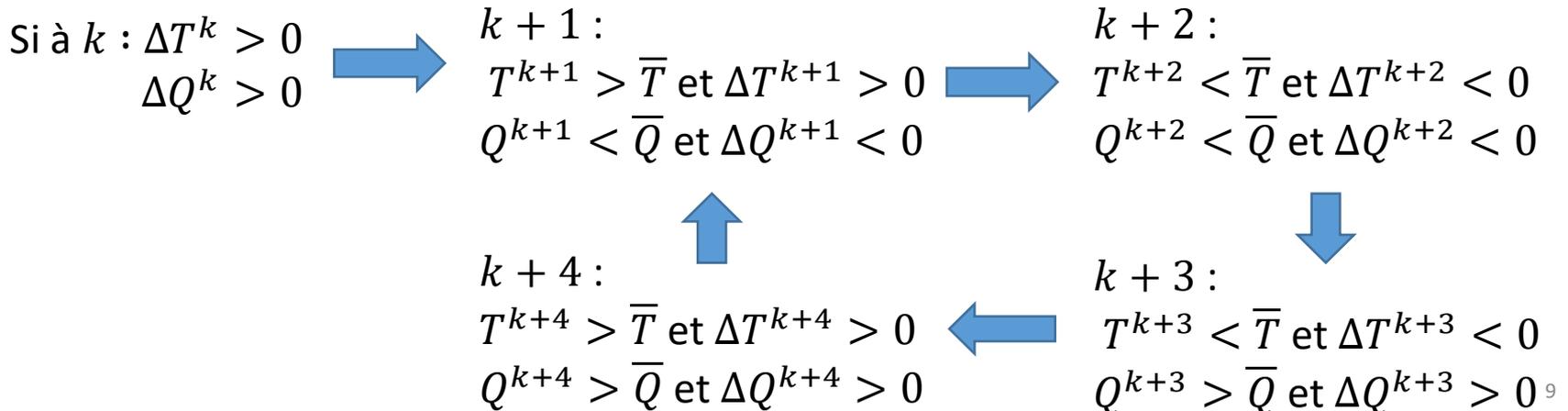
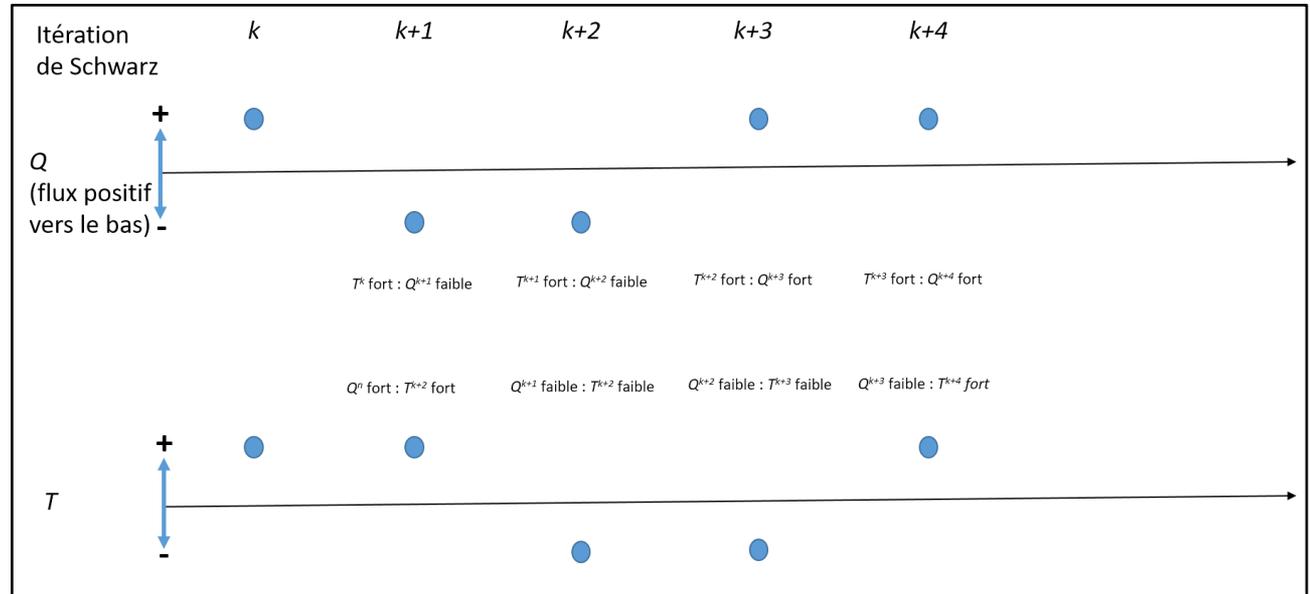
On linéarise autour
des valeurs moyennes

$$\begin{cases} T^{k+1} = \bar{T} + \alpha \cdot \Delta Q^k \\ Q^{k+1} = \bar{Q} - \beta \cdot \Delta T^k \end{cases}$$

$$\alpha, \beta > 0$$

$$\Delta T^k = T^k - \bar{T}$$

$$\Delta Q^k = Q^k - \bar{Q}$$



Initialisation par itération sur les C.L.

On ne calcule que la physique verticale sur la composante indiquée, modèle complet sur la composante restante.

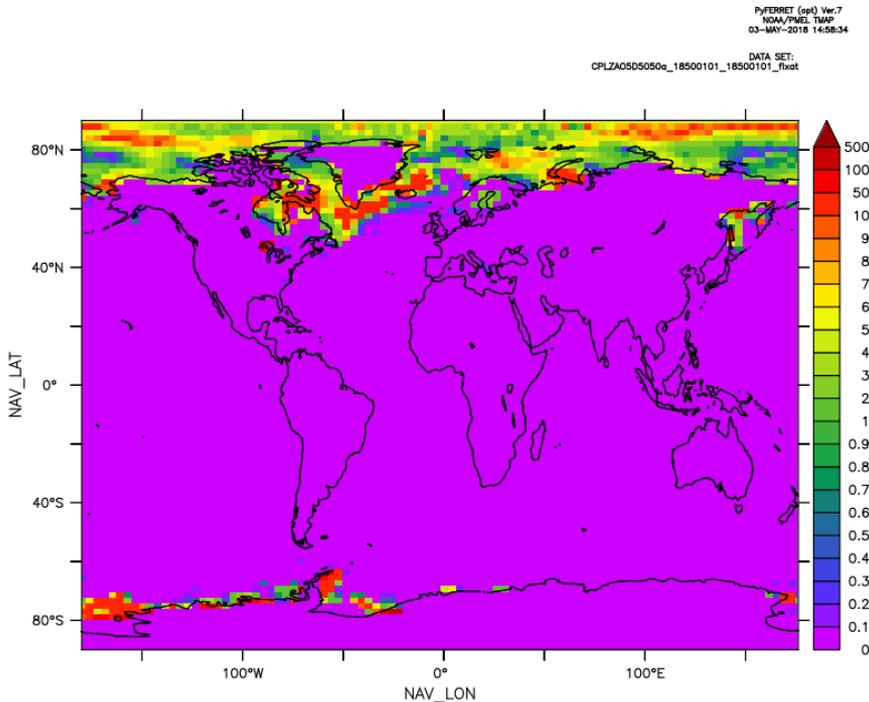
- | | 50 itérations | | 50 itérations |
|-----------|---------------|---|-----------------|
| • OCE | | + | Schwarz complet |
| • ATM | | + | Schwarz complet |
| • OCE/ATM | | + | Schwarz complet |

Dans les trois cas on a des résultats similaires

50 itérations C.L. + 50 Schwarz $\delta t_c=1J$, Jour 1

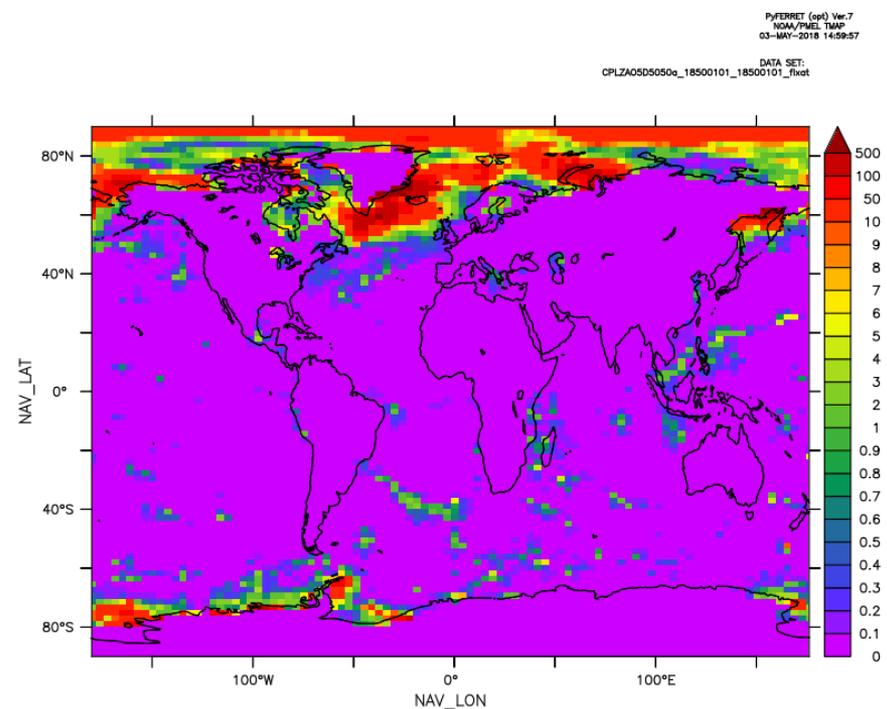
IPSLCM5A2

Itérations sur les couches limites



(COQNSMIX[K=10:51@MAX]-COQNSMIX[K=10:51@MIN])

Itérations modèles complets



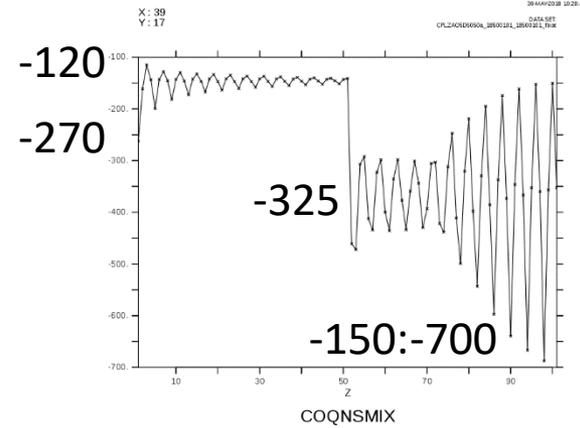
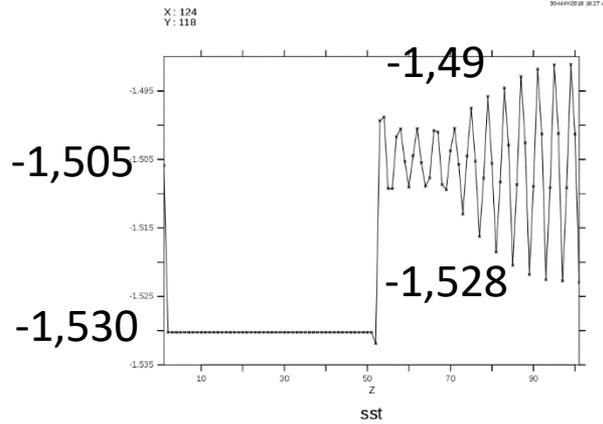
(COQNSMIX[K=60:101@MAX]-COQNSMIX[K=60:101@MIN])

On choisit 3 points :

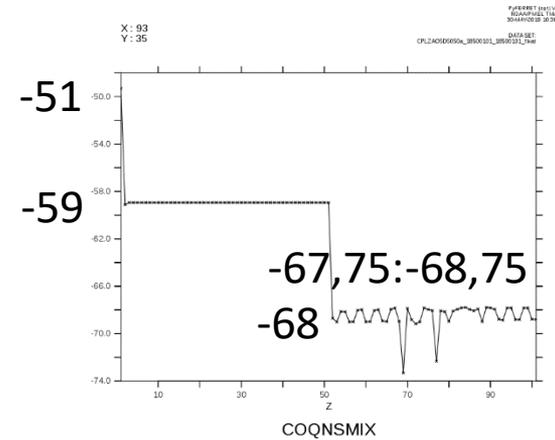
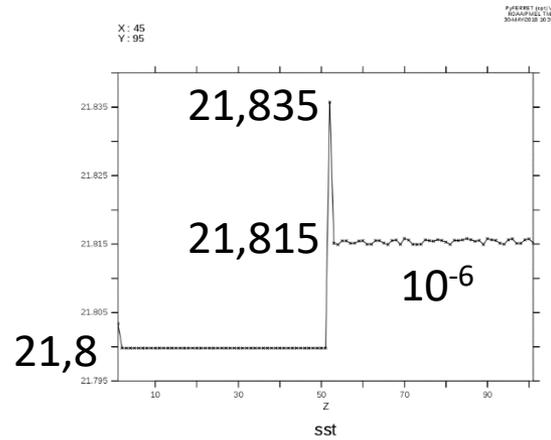
- Oscillations fortes dans la glace arctique
- Oscillations modérées dans l'océan
- Oscillations faibles dans l'océan

C.L. ATM+OCE

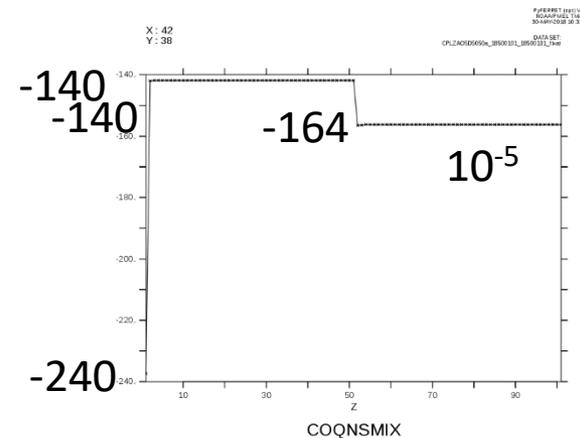
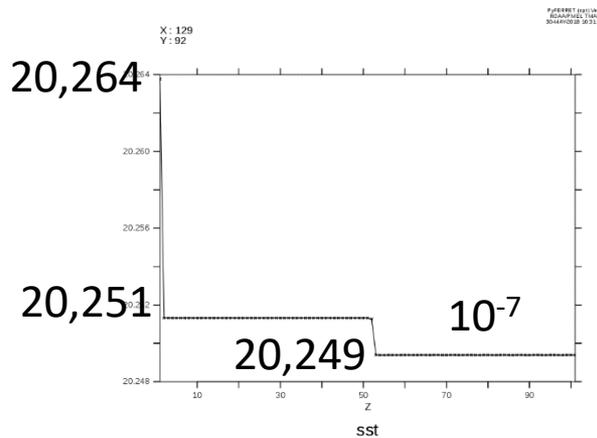
Point fort glace :
37,5W 59,68N



Point modéré
océan :
165E 25,58N



Point faible
proche tropique :
26,25W 19,89N



Conclusion, Perspectives & plus

fait

- Implémentation de l'algorithme de Schwarz dans la boucle libIGCM
- Itération sur les couches limites seules (modifs NEMO et LMDZ)

conclusion

- La condition limite est globalement améliorée
- La glace répond mal à l'algorithme de Schwarz

à faire

- Itérer l'algorithme de Schwarz sans restarts -> modifs LMDZ et NEMO
- Sortir les champs à chaque itération de Schwarz
- Baisser le pas de temps du couplage

perspectives

- Implanter des formules bulks polynomiales
- Optimiser le terme de surface pour accélérer la convergence

Algorithme de Schwarz

$$\text{Atm} \begin{cases} F_a X_a^k(t, \vec{x}) = f_a & (\text{Navier-Stokes + Conditions Limites}) \\ X_a(0, \vec{x}) = X_a^0 \end{cases}$$

$$\text{Oce} \begin{cases} F_o X_o^k(t, \vec{x}) = f_o & (\text{Navier-Stokes + Conditions Limites}) \\ X_o(0, \vec{x}) = X_o^0 \end{cases}$$

$$B_\Gamma(X_a(t, \gamma), X_o(t, \gamma)) = 0$$

itération k

$$\text{Atm} \begin{cases} F_a X_a^k(t, \vec{x}) = f_a \\ B_{aa} X_a^k(t, \gamma) = B_{ao} X_o^{k-1}(t, \gamma) \\ \rightarrow \rho_a K_{X,z}^a \partial_z X_a^k(t, \gamma) = G_{bulk}(X_a^{k-1}(t, \gamma), X_o^{k-1}(t, \gamma)) \end{cases}$$

$$\text{Oce} \begin{cases} F_o X_o^k(t, \vec{x}) = f_o \\ B_{oo} X_o^k(t, \gamma) = B_{oa} X_a^{k-1}(t, \gamma) \\ \rightarrow \rho_o K_{X,z}^o \partial_z X_o^k(t, \gamma) = \rho_a K_{X,z}^a \partial_z X_a^{k-1}(t, \gamma) \end{cases}$$

Algorithme de Schwarz optimisé

itération k

$$\left\{ \begin{array}{l} F_a X_a^k(t, \bar{x}) = f_a \\ B_{aa} X_a^k(t, \gamma) = B_{ao} X_o^{k-1}(t, \gamma) \\ \rightarrow \rho_a K_{X,z}^a \partial_z X_a^k(t, \gamma) = G_{bulk}(X_a^{k-1}(t, \gamma), X_o^{k-1}(t, \gamma)) \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} F_o X_o^k(t, \bar{x}) = f_o \\ B_{oo} X_o^k(t, \gamma) = B_{oa} X_a^{k-1}(t, \gamma) \\ \rightarrow \rho_o K_{X,z}^o \partial_z X_o^k(t, \gamma) = \rho_a K_{X,z}^a \partial_z X_a^{k-1}(t, \gamma) \end{array} \right.$$

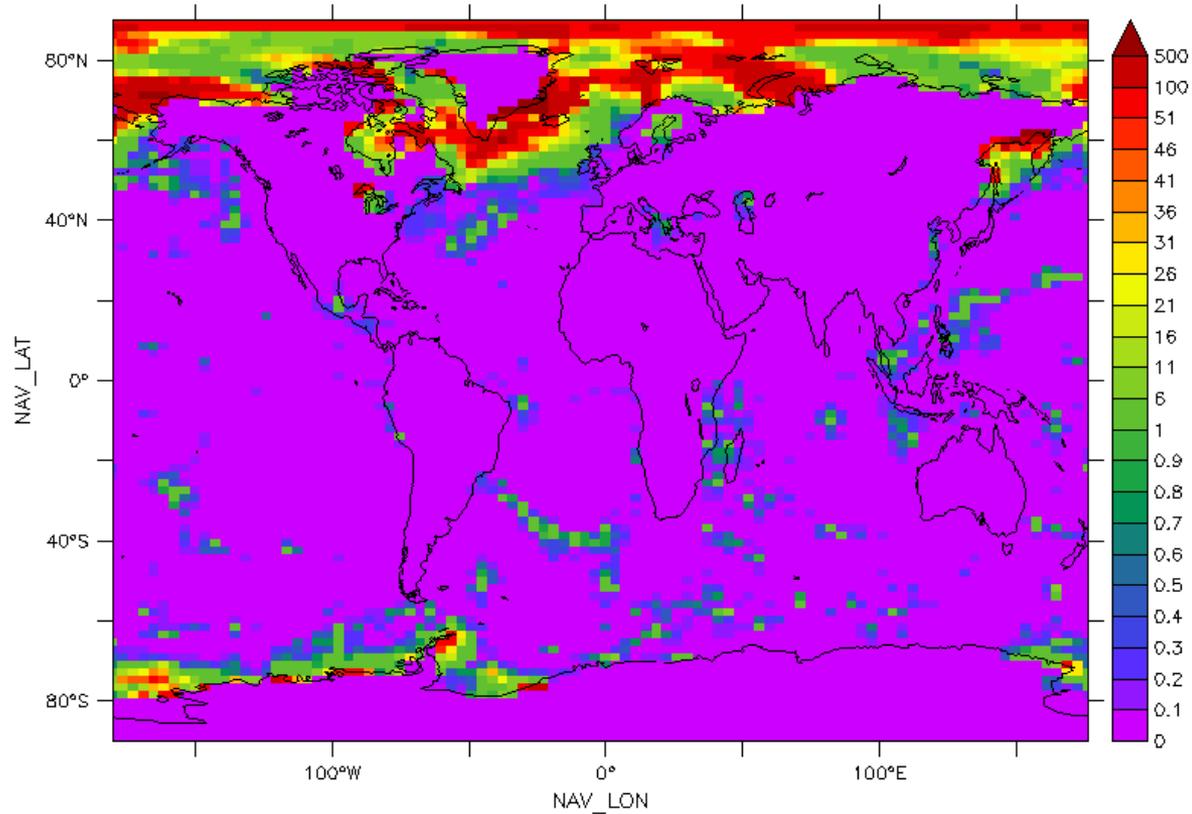
$$B_{i,j} = B_i^\varphi + H_{i,j}$$

Linéarisation des formules bulk (formules polynomiales)
pour un choix plus simple des $H_{i,j}$.

50 itérations de Schwarz Couplage 1J, Jour 1

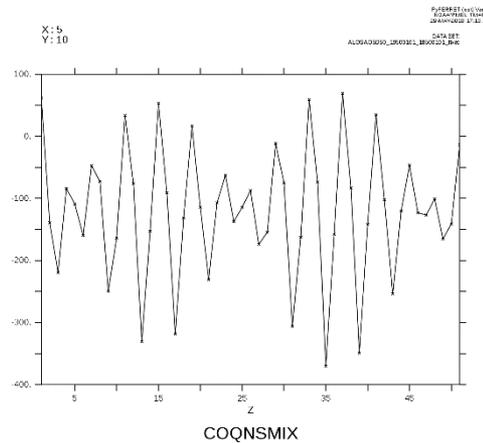
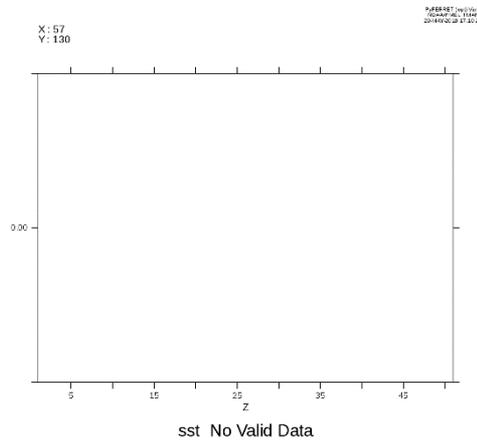
FERRET Ver. 6.93
NOAA/PMEL TMAP
17-APR-2018 13:30 28

DATA SET: ALOSA05D50_18500101_18500101_fixat



COQNSMIX[k=10:51@max]-COQNSMIX[k=10:51@min]

Point fort glace 165W 73N



Couplage Océan/Atmosphère dans IPSLCM

