

Etude de la circulation océanique autour des îles
Malouines en fonction de différents modes de
calculs du mélange vertical.

OPB 205 – Modélisation Océanique – A. Doglioli

LE CLEC'H Sébastien

M1 OPB

2012 - 2013

Objectif :

A partir de l'outil ROMS-AGRIF, modéliser les courants de la région océanique des îles Malouines en modifiant uniquement le paramètre mélange vertical (« vertical mixing »).

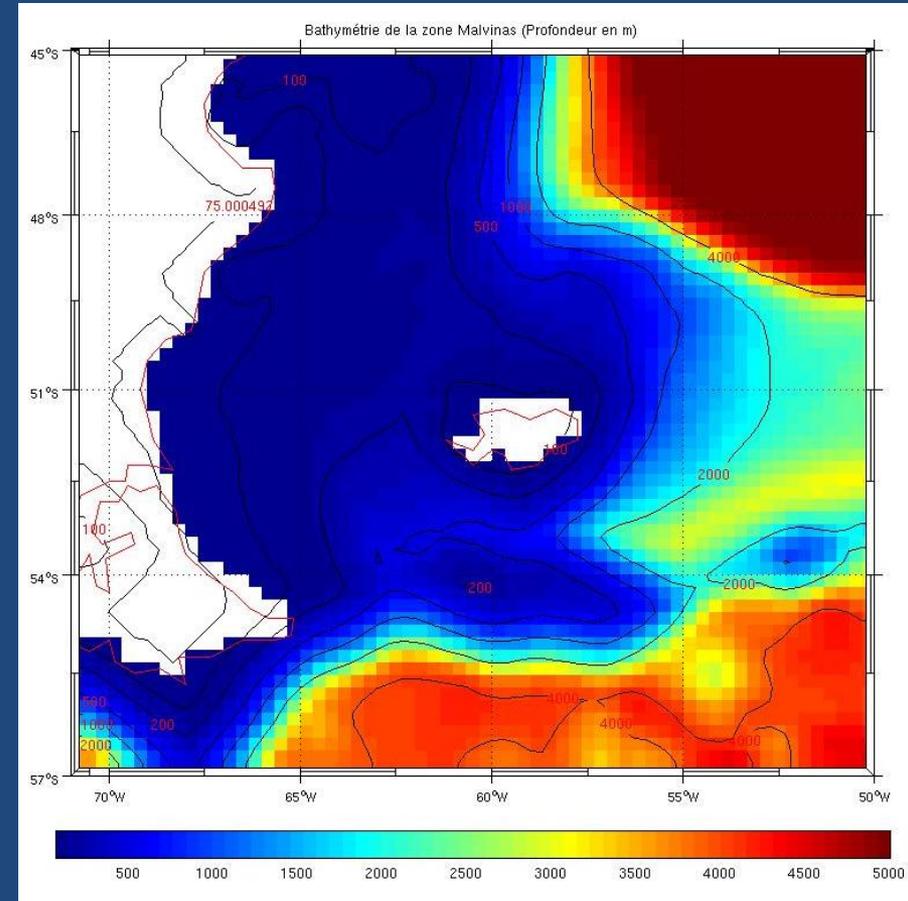
Les modifications concernent l'estimation selon deux méthodes différentes :

- 1) A partir de la fréquence de Brunt Väisälä .
- 2) A partir du profil KPP de Large et al. (1994).

Figure 1 : Carte géographique (source : wikipedia)



Figure 2 : Carte bathymétrique



➡ Zone d'étude : latitude = entre 45°S et 57°S ; longitude = entre 50°W et 70°W.

➡ Présence d'un grand plateau continental (zone couleur bleu fig. 2).

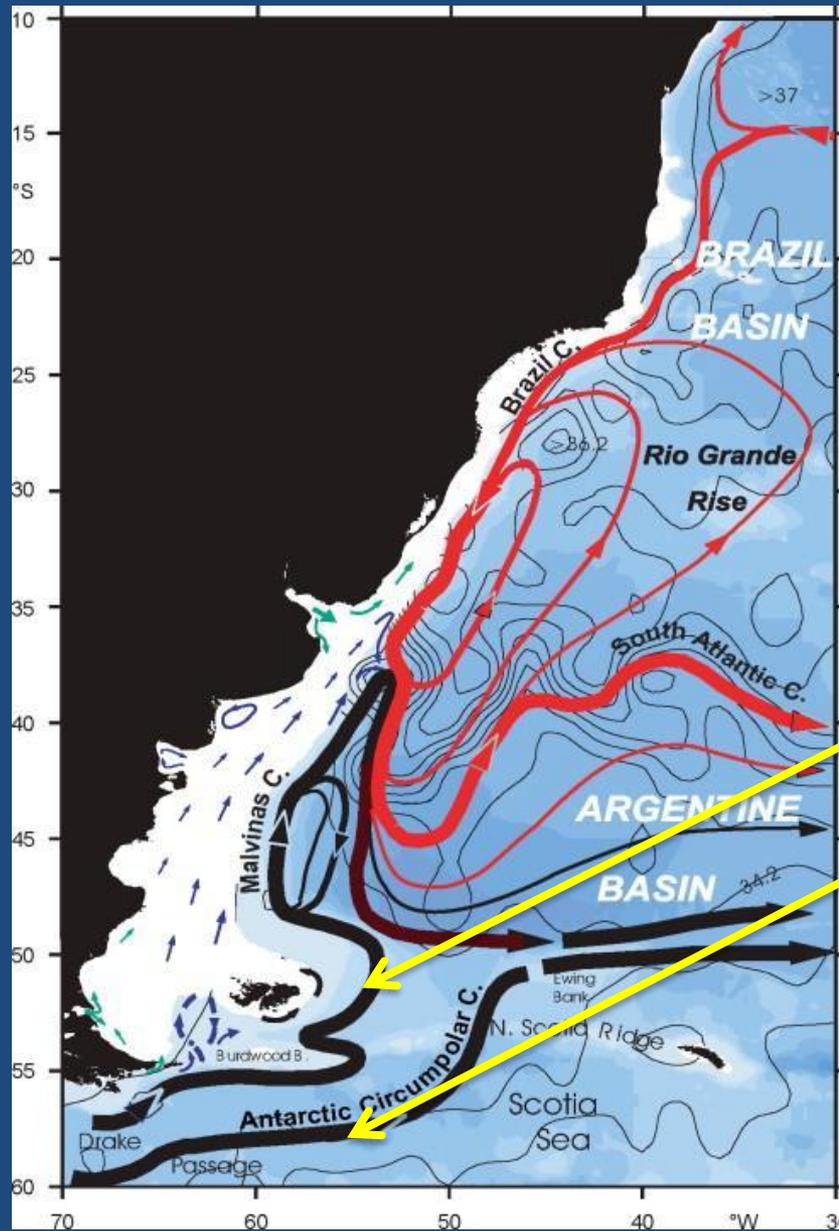


Figure 3 : Carte courantologique de la zone d'étude (source : Palma et al. 2008)

Principaux courants :

Courant des Malouines

Courant Ant. Circumpolaire

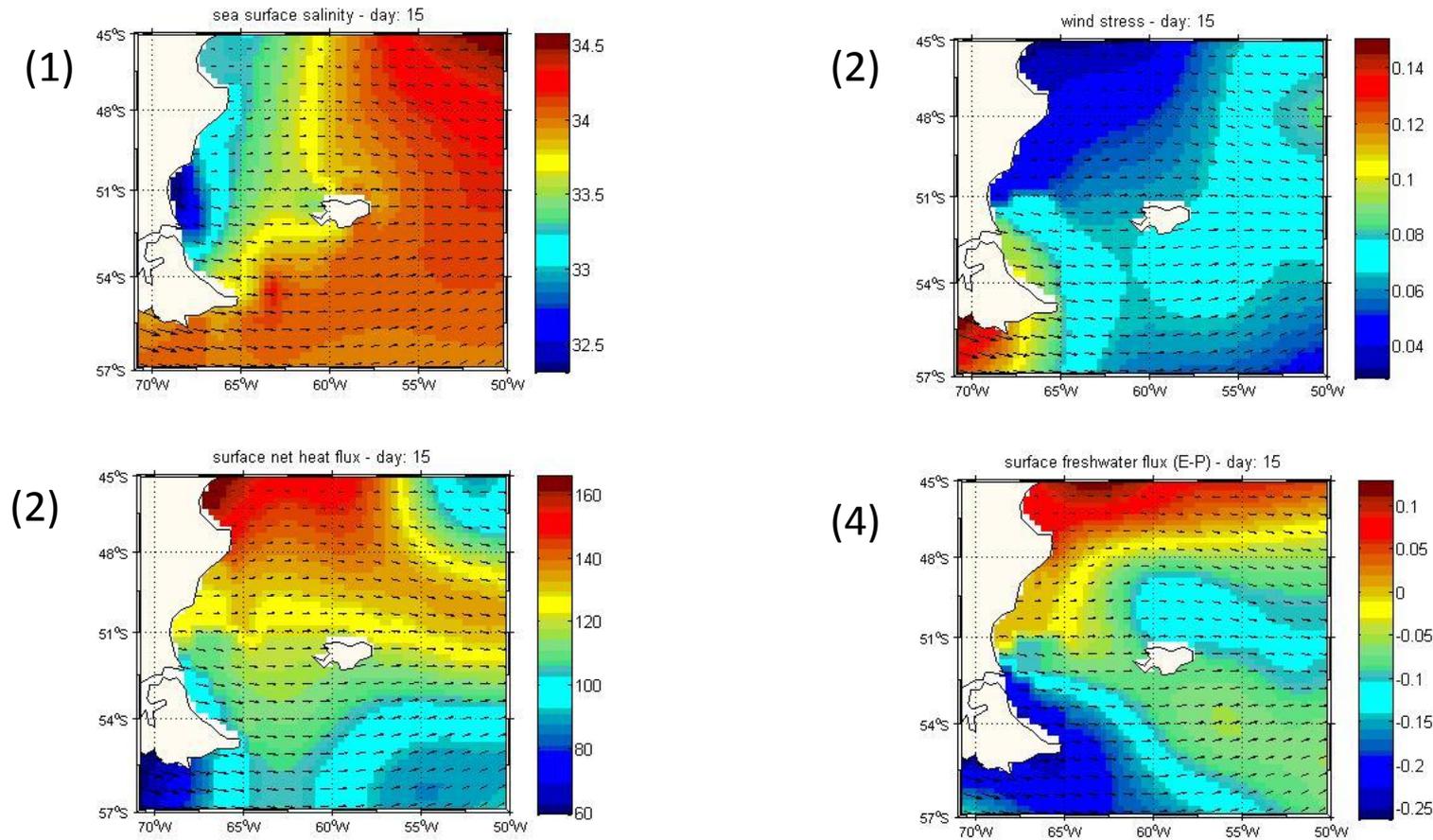


Figure 4 : Conditions estivales pour la (1) salinité, (2) vitesse du vent, (3) flux de chaleur de surface et (4) Evaporation – Précipitation.

Figure 5 : Variation de température de surface entre (1) l'été et (2) l'hiver.

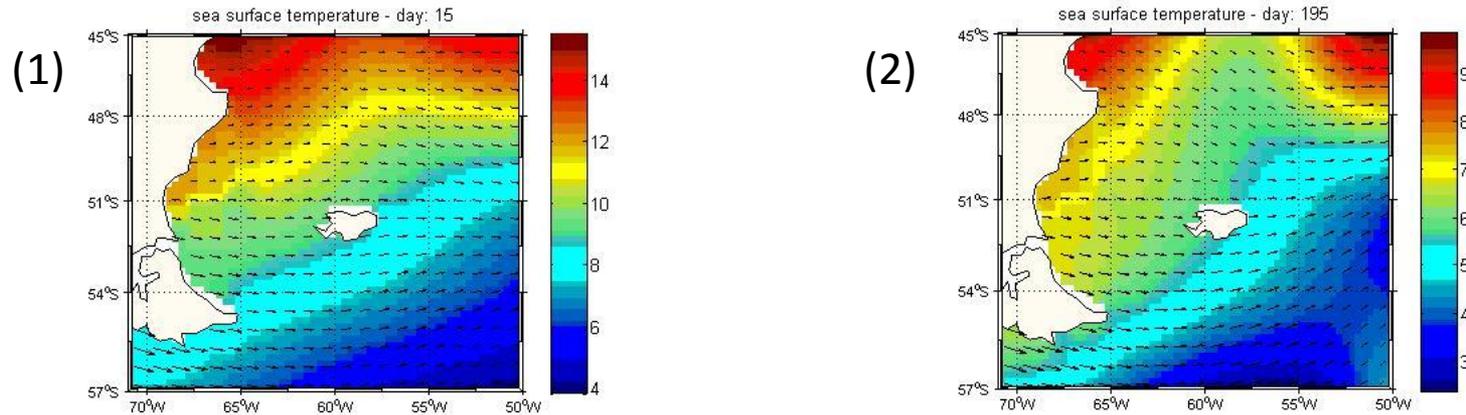
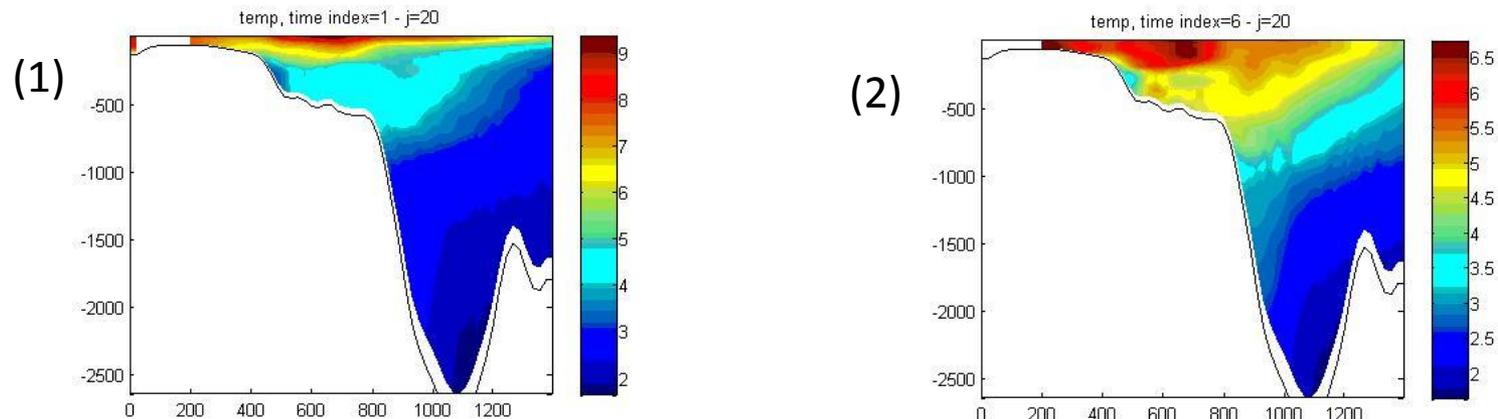


Figure 6 : Profil de température entre (1) l'été et (2) l'hiver à la latitude 51°S.



Introduction

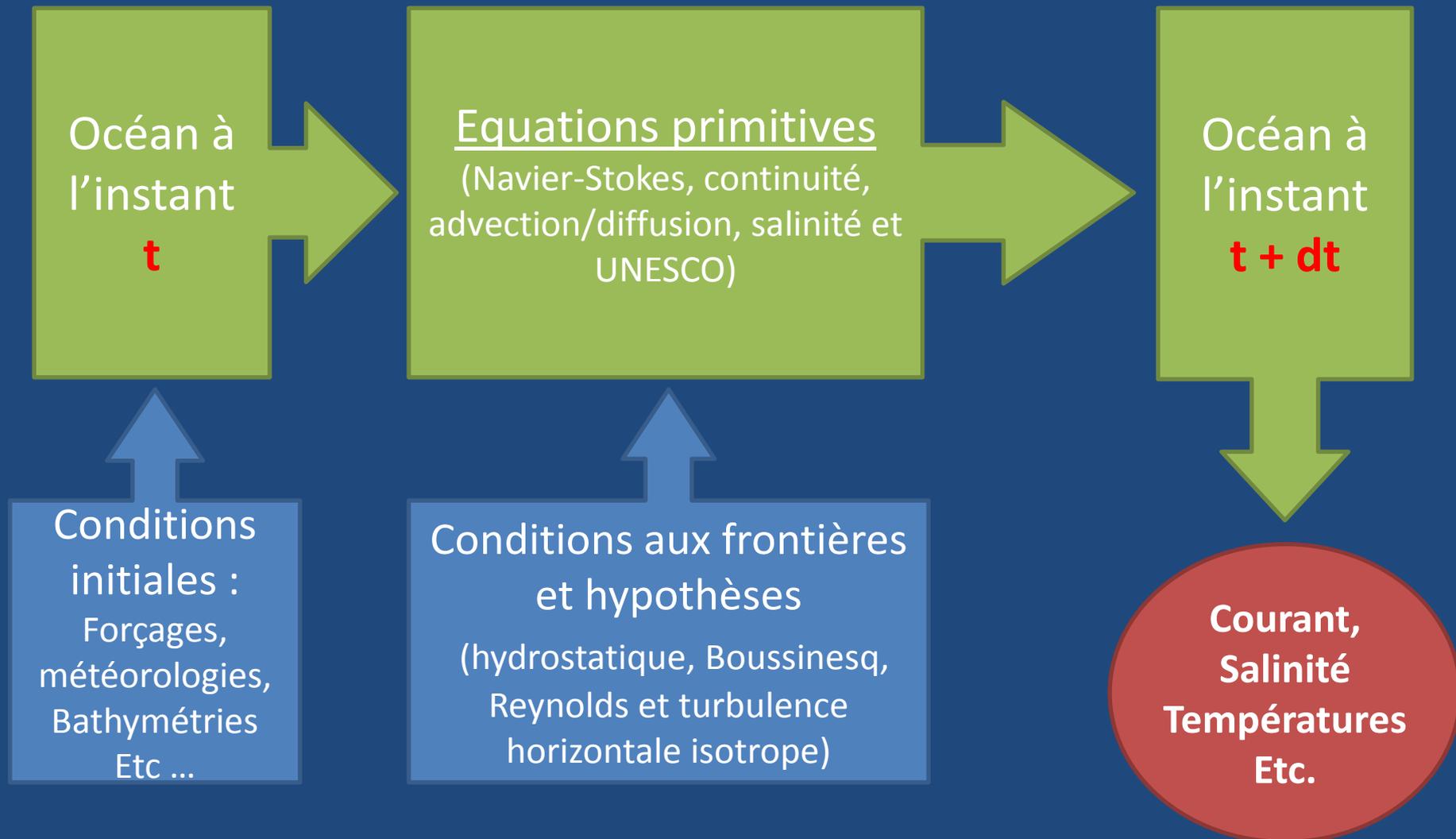
Méthode

Résultats

Conclusion

Bibliographie

Modèle ROMS-AGRIF (IRD / INRIA)



Résolution des équations primitives impossible !!

Besoin de faire des approximations.

Approximation des termes de flux turbulents
par ajouts d'équations de « fermetures »

**Utilisation des équations de
l'écoulement moyen de Reynolds**

**Apparition de termes de coefficient
turbulent : Horizontaux et Verticaux.**



- Coefficients turbulents horizontaux : selon Smargorinski (1963).
- Coefficients turbulent verticaux = « vertical mixing » : 2 méthode utilisées.
 - Méthode de Large et al.(1994) → nommé KPP (K-Profile Parametrization)
Plusieurs couches qui suivent un profil vertical appelé profil K.
Des conditions aux limites pour la surface libre et pour le fond sont appliquées pour paramétriser les coefficients verticaux de ces couches et représenter fidèlement les processus physiques qui y sont liés (cisaillement au fond, forçage atmosphériques de surface)
 - Méthode de Brunt-Väisälä Frequency mixing (BVF) → les coefficients sont déterminés sur la base de la stabilité de la fréquence de Brunt- Väisälä.

Tableau 1 : Paramètres d'implémentations

Paramètres	Implémentation iles Malouines
Longitude (°E) : Min - Max	-71 ; -50
Latitude (°S) : Min - Max	-57 ; -45
Résolution	1/3
LLm - MMm	62 - 57
Nombre de couches verticales	32
Prof. Min à la côte - Prof. Max	75 m - 5000 m
Frontières latérales ouvertes	N-S-E-O
Durée de la simulation	10 ans

Tableau 2 : Paramètres temporels

Paramètres temporels	
NTIMES	1200
Dt	2160 sec
NDTFAST	60

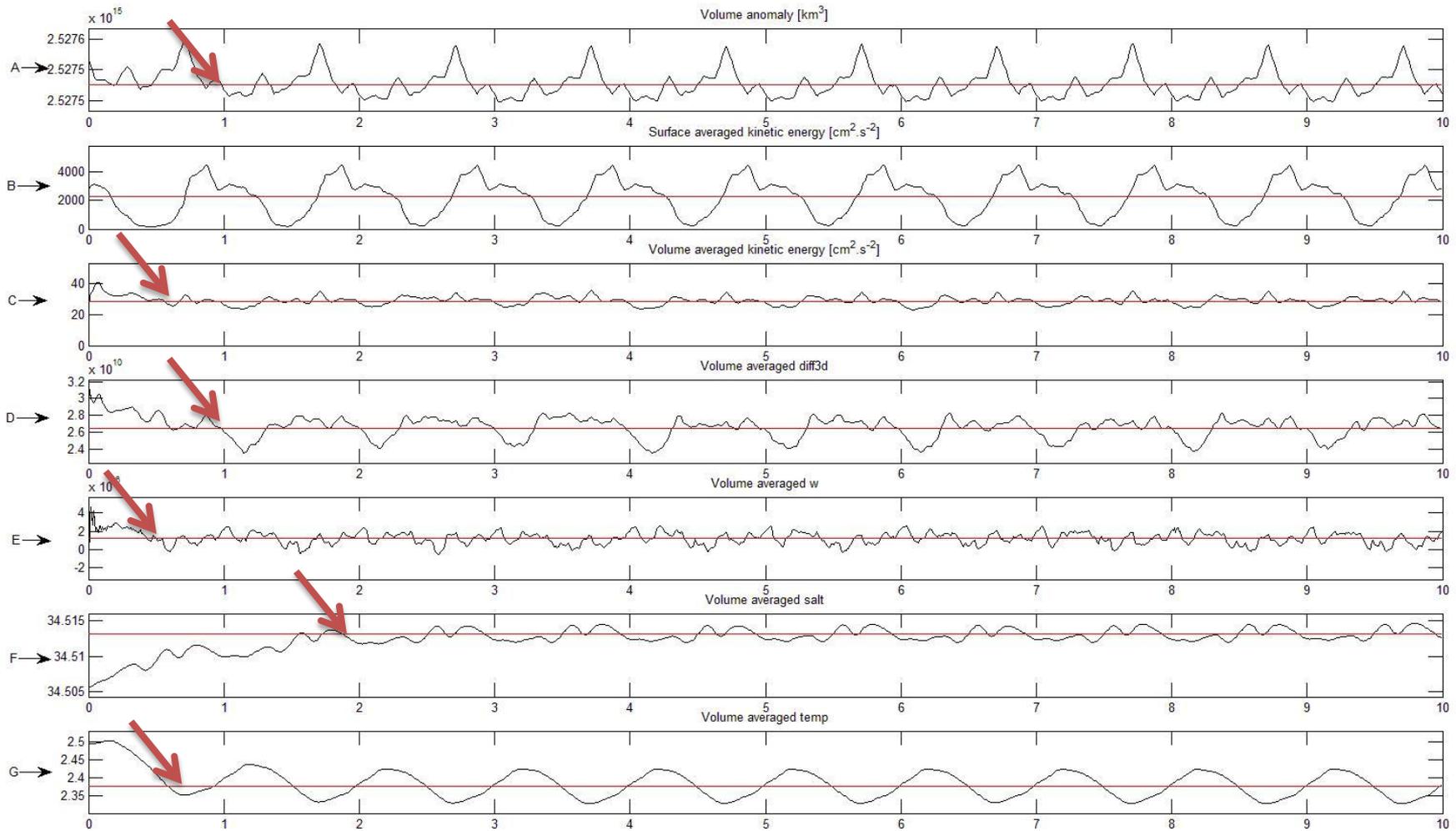


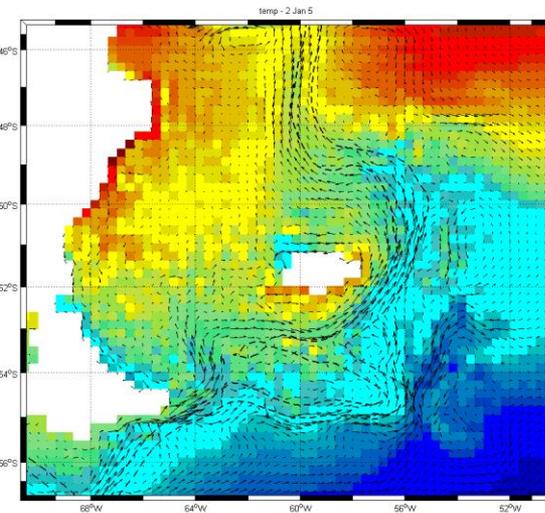
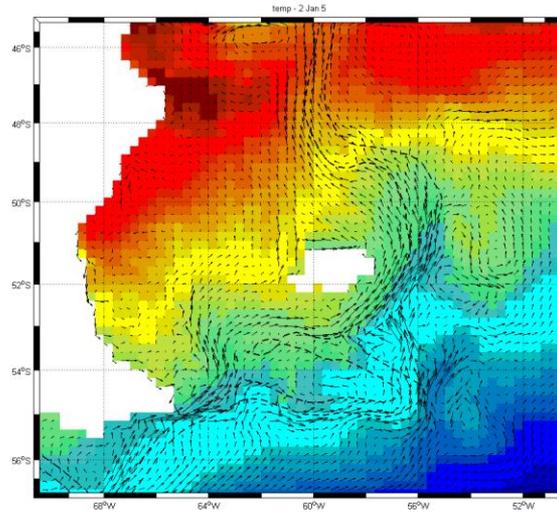
Figure 7 : Diagnostique de la modélisation avec les valeurs moyennées sur la période de la simulation.

→ Date à partir de laquelle le modèle se stabilise.

Méthode BVF

Méthode KPP

Année 5



Année 6

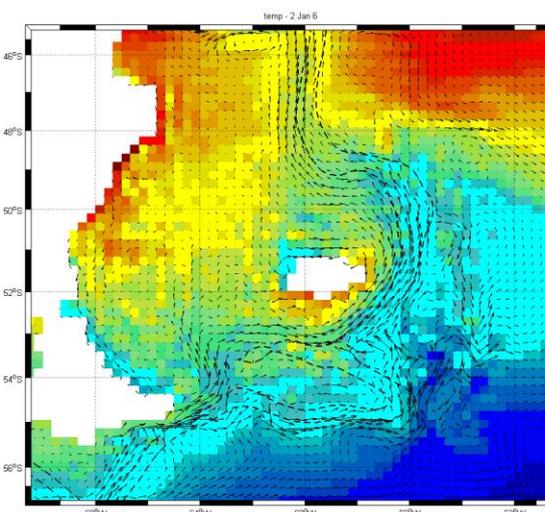
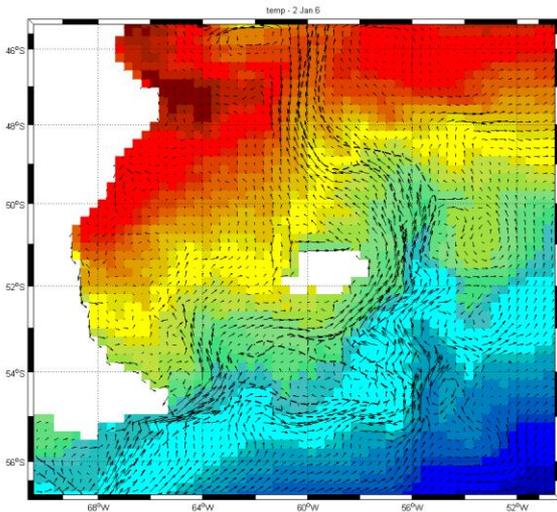


Figure 8a : comparaison des résultats de modélisation en fonction du mode de calcul du mélange vertical.

Année 7

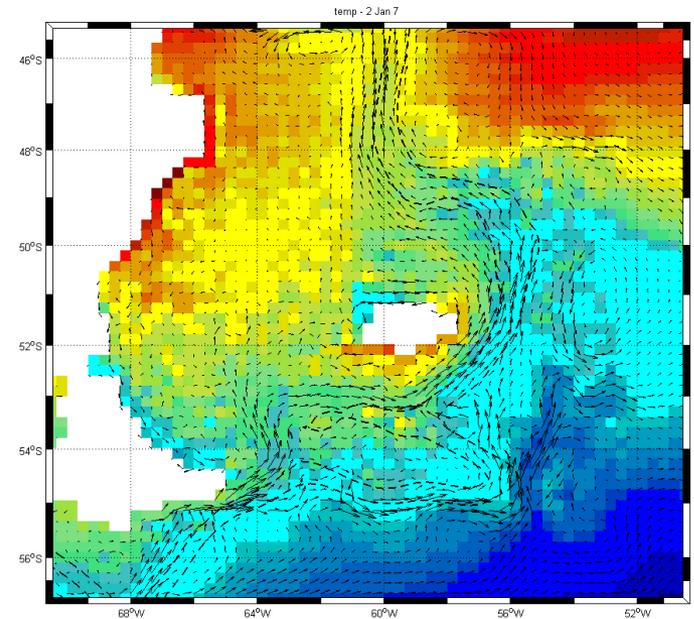
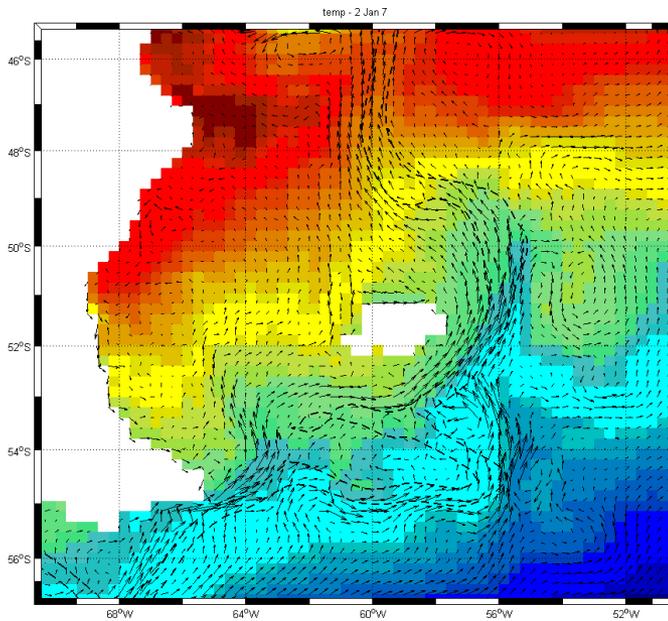


Figure 8b : comparaison des résultats de modélisation en fonction du mode de calcul du mélange vertical.

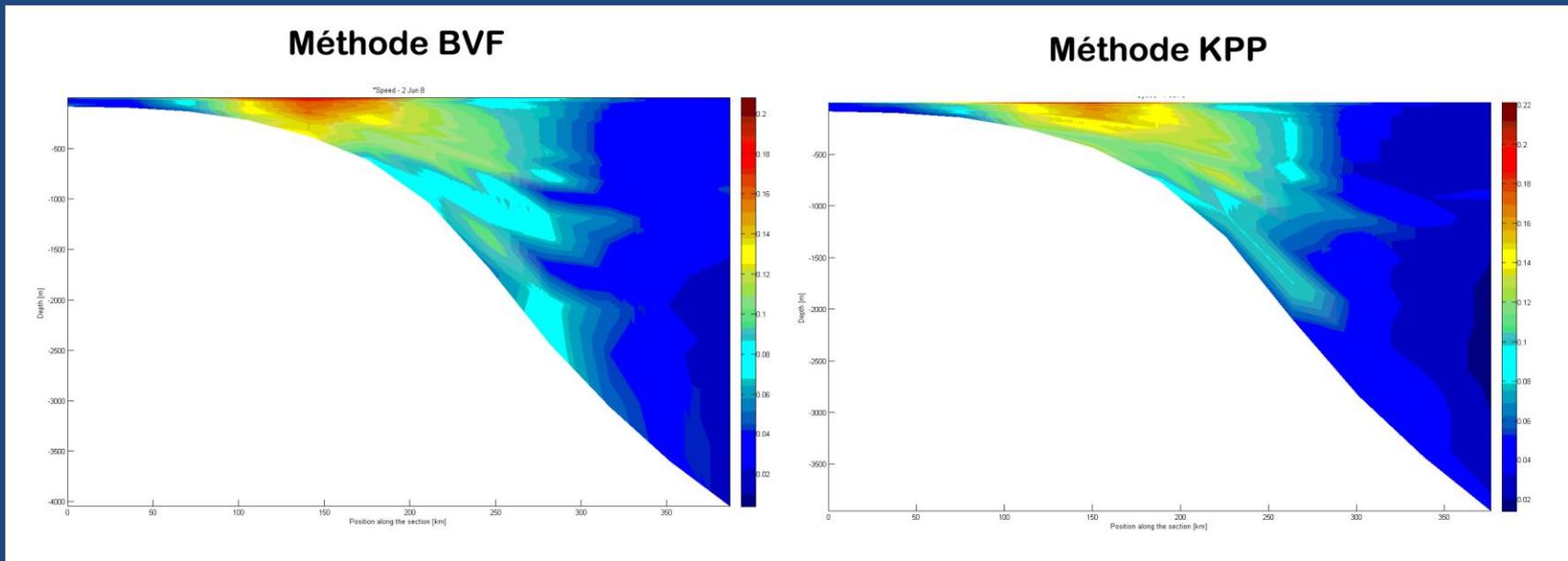


Figure 9 : Profil vertical de la vitesse du courant des Malouines sur la latitude 46°S.

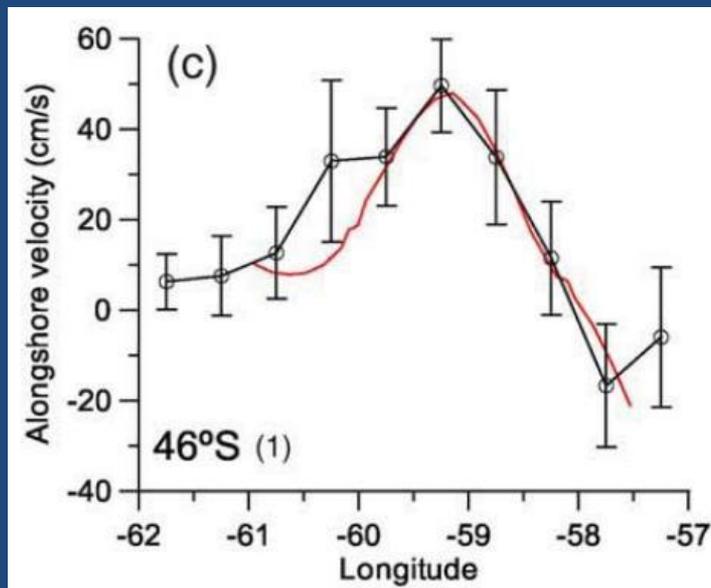


Figure 10 : Vitesse de courant à la latitude 46°S obtenu par le modèle POM en rouge et des données In situ en noir. (source : Palma et al. 2008)

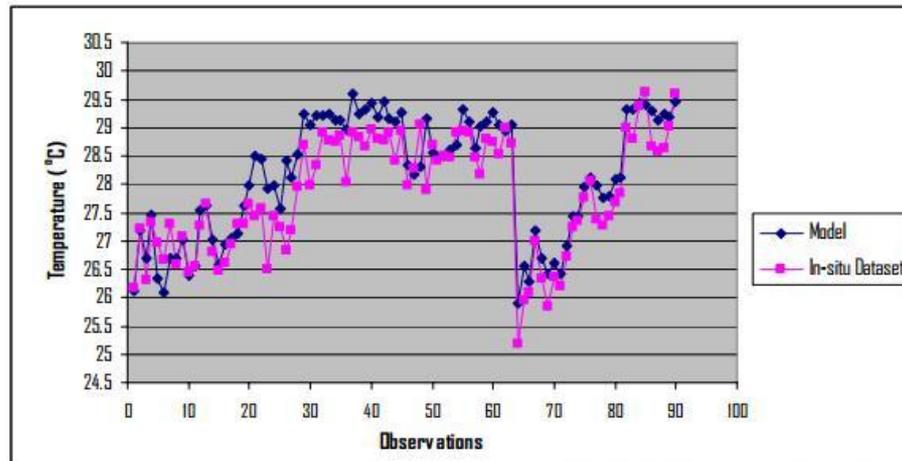


Figure 3. SST Comparison between In-situ Dataset and Model Based on BVF Vertical Mixing

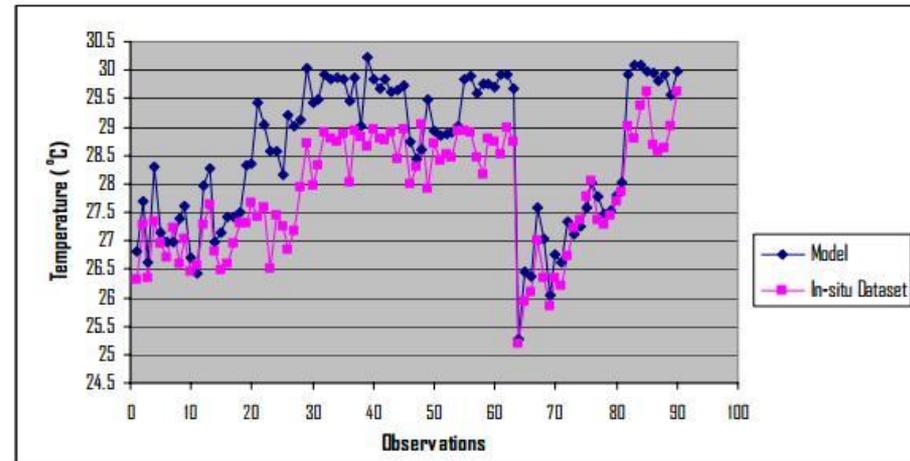


Figure 2. SST Comparison between In-situ Dataset and Model Based on KPP Vertical Mixing

Figure 11 : Comparaison entre les valeurs de températures modélisées selon les différentes méthode et des valeurs de températures in situ (STT) pendant la saison de la mousson du nord. (Source : Nurweda et al. 2008)

Mousson du nord		
Vertical Mixing méthode	KPP	BVF
Coef, de corrélation	0.90	0.925
Erreur quadratique	9.1639E-01	5.1607E-01

Tableaux 3 : Analyses statistiques des données de STT modélisées et in situ. (Source : Nurweda et al. 2008)

Mousson du sud		
Vertical Mixing méthode	KPP	BVF
Coef, de corrélation	0.9180	0.8799
Erreur quadratique	7.4884E-01	5.7639E-01

- Courant avec BVF plus puissant qu'avec KPP.
- Courant avec BVF plus turbulent qu'avec KPP.
- Températures plus forte avec BVF qu'avec KPP.
- Températures plus lissées avec BVF qu'avec KPP.
- Résultats ROMS similaire résultats POM.
- Même ordre de grandeurs que mesures in situ.

Méthode BVF plus proche des valeurs in situ.

➡ Est-ce le cas pour toutes les variables du modèles ?

- [1] Alan F Blumberg and George L Mellor. A description of a three-dimensional coastal ocean circulation model. *Coastal and estuarine sciences*, 4 :1–16, 1987.
- [2] G. Cambon, K. Goubanova, P. Marchesiello, B. Dewitte, S. Illig, and V. Echevin. Assessing the impact of downscaled winds on a regional ocean model simulation of the Humboldt system. *Ocean Modelling*, 65 :11–24, May 2013.
- [3] W. G. Large, J. C. McWilliams, and S. C. Doney. Oceanic vertical mixing : A review and a model with a nonlocal boundary layer parameterization. *Reviews of Geophysics*, 32(4) :363–403, 1994.
- [4] P Nurweda, I Dewa Nym, Takahiro Osawa, I Wayan Arthana, et al. Study of ocean circulation in indonesian archipelago sea using three dimensional ocean model. *Ecotrophic, Journal of Environmental Science*, 4(2), 2009.
- [5] Elbio D. Palma, Ricardo P. Matano, and Alberto R. Piola. A numerical study of the southwestern atlantic shelf circulation : Stratified ocean response to local and offshore forcing. *Journal of Geophysical Research : Oceans*, 113(C11) :n/a–n/a, 2008.
- [6] Pierrick Penven, L. Debreu, Patrick Marchesiello, and J. C. McWilliams. Evaluation and application of the ROMS 1-way embedding procedure to the central california upwelling system. *Ocean Modelling*, 12 :157–187, 2006.

Equations Primitives

$$\frac{\delta u}{\delta t} + \vec{U} \nabla u - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\delta P}{\delta x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\delta^2 u}{\delta z^2}$$

$$\frac{\delta v}{\delta t} + \vec{U} \nabla v - f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\delta P}{\delta y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\delta^2 v}{\delta z^2}$$

$$\frac{\delta T}{\delta t} + \vec{U} \nabla T = A_h \nabla_h^2 T + A_v \frac{\delta^2 u}{\delta z^2} + \frac{\delta^2 T}{\delta z^2} \frac{\delta I}{\delta z}$$

$$\frac{\delta S}{\delta t} + \vec{U} \nabla S = A_h \nabla_h^2 S + A_v \frac{\delta^2 S}{\delta z^2}$$

$$\frac{\delta u}{\delta x} + \frac{\delta v}{\delta y} + \frac{\delta w}{\delta z} = 0$$

$$\rho = \rho(T, S, z)$$

Navier-Stokes

Advection / diffusion
Temp.

Advection / diffusion
Salinité

Continuité

Eq. États edm
UNESCO