

GRANGIS Elodie

OPCB 217



Modélisation Régionale 3D

***Application de ROMS au
courant de Kuroshio avec
ROMSTOOLS***

Mai 2011

PLAN

1. Introduction

2. Matériels et Méthodes

2.1. Fonctionnement et utilisation du logiciel ROMS

2.2. Implémentation du modèle

3. Résultats et discussion

3.1. Les variables diagnostiques du modèle

3.2. Comparaison saisonnière des profils de température

3.3. Comparaison saisonnière des profils de salinité

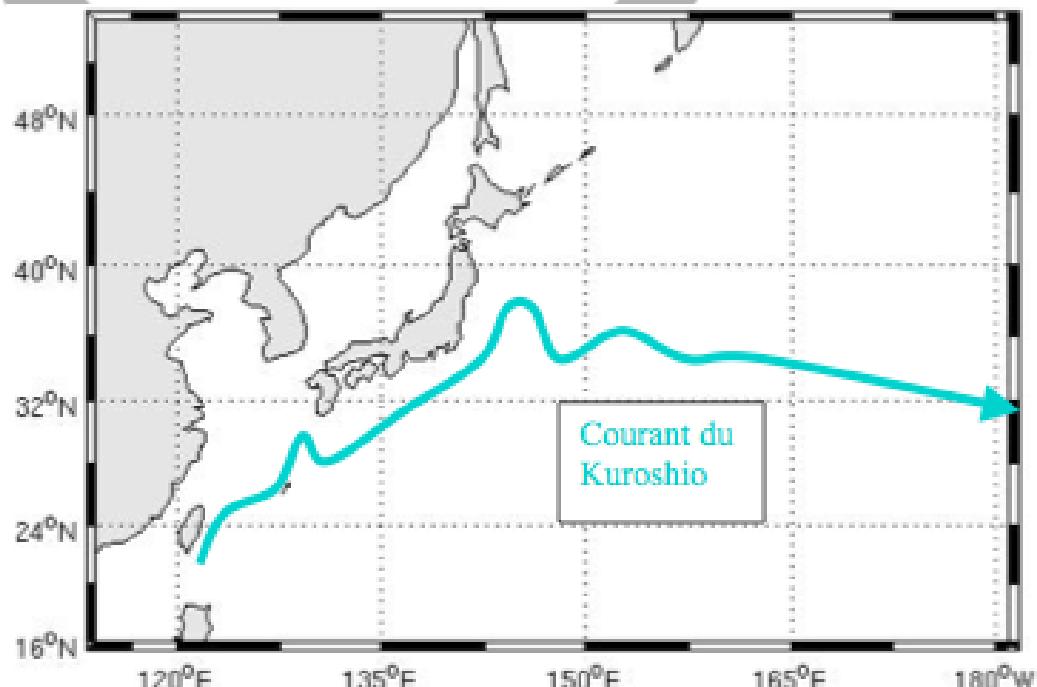
3.4. Le courant de Kuroshio

3.5. Comparaison avec des données de la littérature

4. Conclusion

1. Introduction

- Le courant du japon, aussi appelé Kuroshio, « courant noir » en japonais, est le 2nd plus grand courant marin du monde.
- Il débute dans l'ouest du Pacifique (au large de la côte de Taïwan) et se dirige vers le nord-est du Japon où il fusionne avec la dérive orientale du courant du Nord Pacifique.



mai 2011

Modélisation 3D

- Rôle: transporter les eaux chaudes tropicales vers le Nord et les régions polaires.
- Les eaux chaudes du Kuroshio permettent l'existence des récifs coralliens les plus septentrionaux au monde.

2. Matériels & Méthodes

2.1. Fonctionnement et utilisation du logiciel ROMS

- Nous avons choisi un modèle tridimensionnel basé sur les équations primitives, que peuvent résoudre les logiciels ROMS, SYMPHONIE, POM...
- Les équations résolues par ROMS sont celles de Navier-Stokes couplées aux équations de conservation pour la température et la salinité ainsi que l'équation d'état de l'eau de mer (*International Equation of State of Seawater*).

Équ.	$\frac{\partial u}{\partial t} + U \cdot \nabla u - fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$	T°	$\frac{\partial T}{\partial t} + U \cdot \nabla T = K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$
Mvt	$\frac{\partial v}{\partial t} + U \cdot \nabla v + fu = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$	&	$\frac{\partial S}{\partial t} + U \cdot \nabla S = K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}$
IESS	$\rho = \rho(T, S, z)$	Équ. continuité	$div U = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$

- À ces équations on ajoute:
 - Les équations de fermeture
 - Les conditions aux frontières
 - les conditions aux limites



Système d'équations fermées

- | | |
|--|---|
| Discrétisation spatiale | Sur l'horizontale: grille d'Arakawa C
Sur la verticale: grille sigma |
| Discrétisation temporelle | Time splitting =
Séparation du pas de temps |
| Critère de stabilité de type CFL \Leftrightarrow Courant Friedrichs Levy | |

➤ Implémentation du modèle

- Fichier *ad_finfgeocoord.m* ⇔ fixation des coordonnées du domaine:

Latitude Est	119°
Latitude Ouest	176°
Latitude Sud	21°
Latitude Nord	47°

- Dans *romstools_param.m*, nous avons reporté:

- Les coordonnées
- Les frontières ouvertes/fermées
- La résolution

Frontières ouvertes	Frontières fermées	Résolution
Nord-Sud-Est	Ouest	$dl = 1/3^\circ$

- Lancer *make_grid*:
- créer la grille
- obtenir les paramètres de la grille
- figure de bathymétrie

$L = 171$	$LLm = L-1 = 170$	$\text{Min } dx = 25.2123 \text{ km}$	$\text{Max } dx = 34.5838 \text{ km}$
$M = 96$	$MMm = M-1 = 95$	$\text{Min } dy = 25.3739 \text{ km}$	$\text{Max } dy = 34.5475 \text{ km}$
$N = 32$			

L , M et $N \Leftrightarrow$ nombre de maille dans les 3 directions x, y et z.

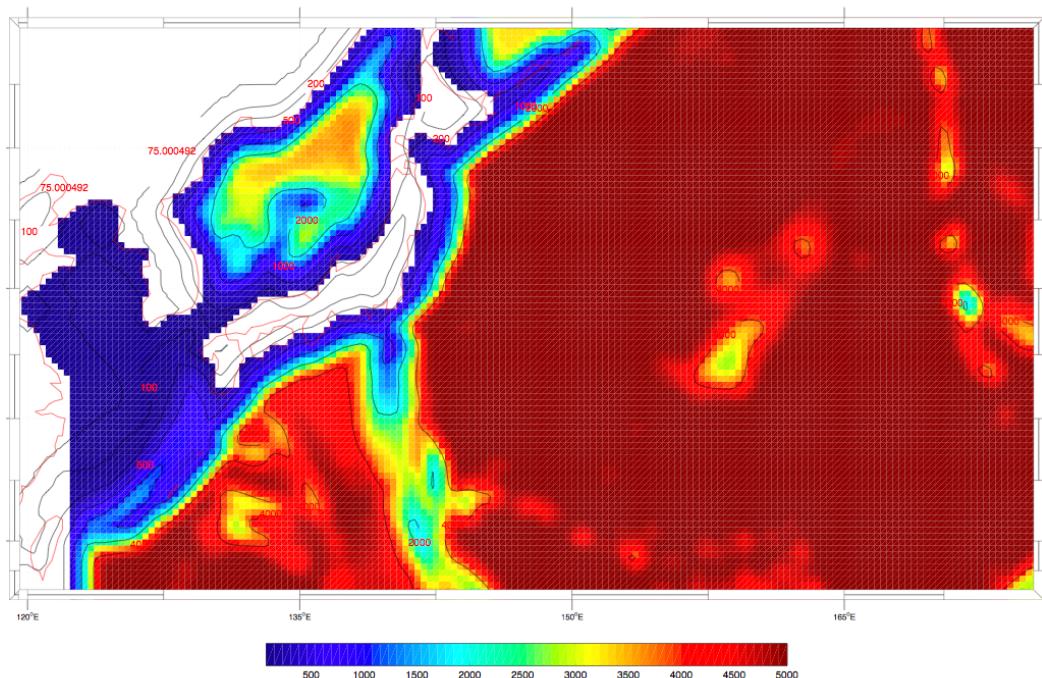


Figure: Bathymétrie de la zone étudiée.

- Calcul des forçages, des conditions initiales et des conditions aux frontières, il suffit d'exécuter les scripts *make_forcing.m* et *make_clim.m*.
- Grâce au script MATLAB *ad_cfl.m*, on peut calculer les pas de temps interne et externe de notre simulation.

<i>NTIMES</i>	<i>dt[sec]</i>	<i>NTDFAST</i>
1200	2160	60

Figure: Paramètres d'intégration

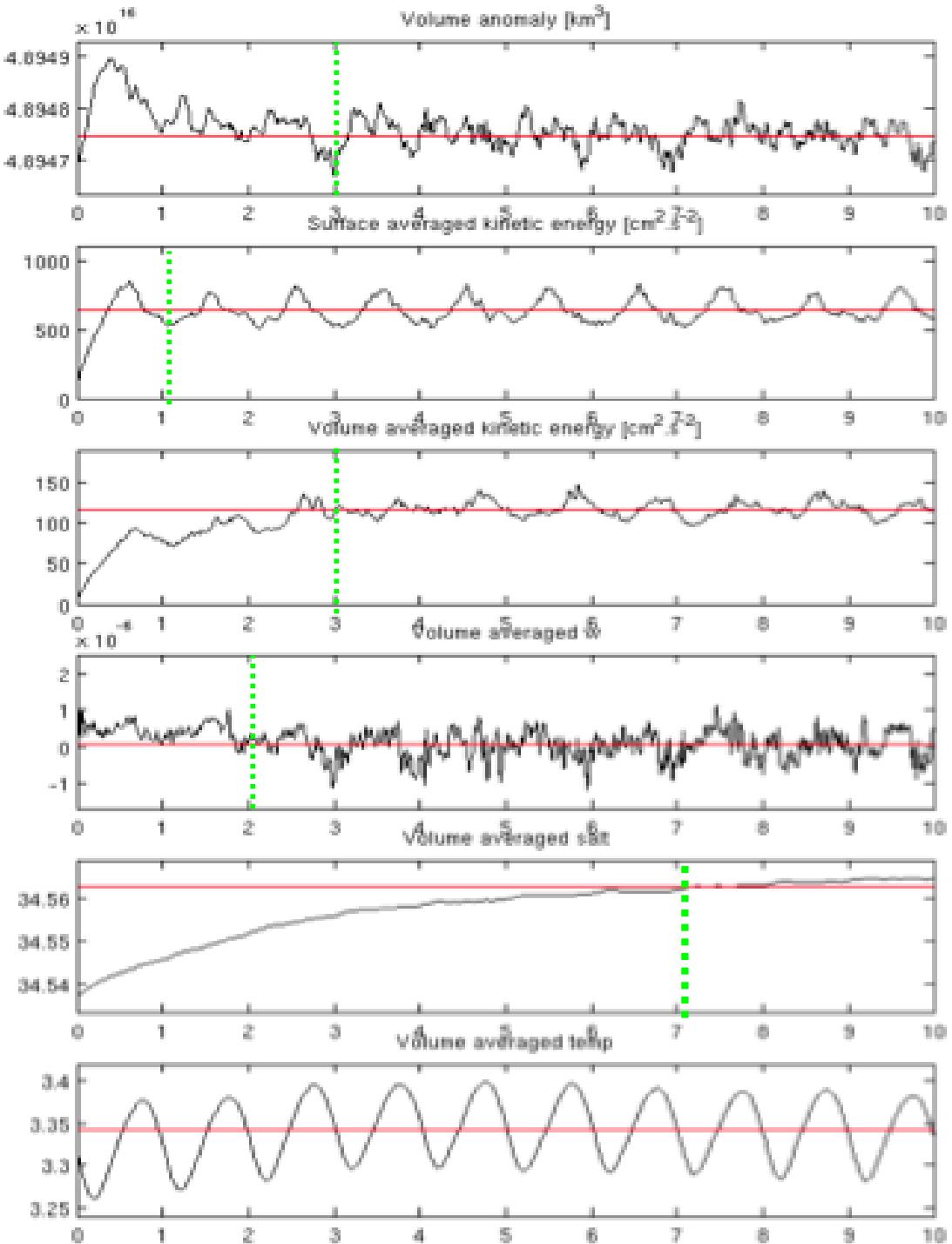
- Compilation avec *./jobcomp*.
- Lancement du modèle avec *./roms roms.in*.
- Visualisation des résultats avec *roms_gui.m*.

3. Résultats & Discussion

➤ Variables diagnostiques

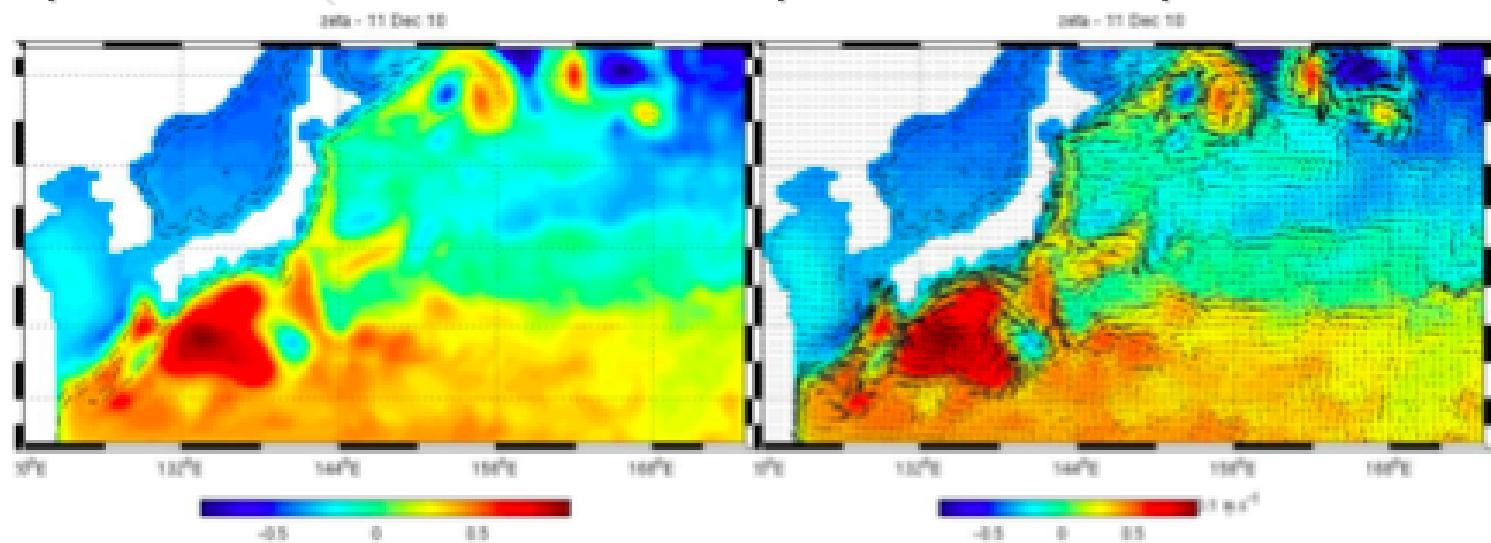
- Les scripts *roms_diags.m* et *plot_diags.m* ont été utilisés pour avoir les variables de diagnostic moyennées du modèle.
- La plupart des paramètres sont rapidement stables et oscillent autour de leur valeur de référence.

Figure : Diagnostique effectué avec Romstools de la simulation avec ROMS pendant 10 ans du Kuroshio.

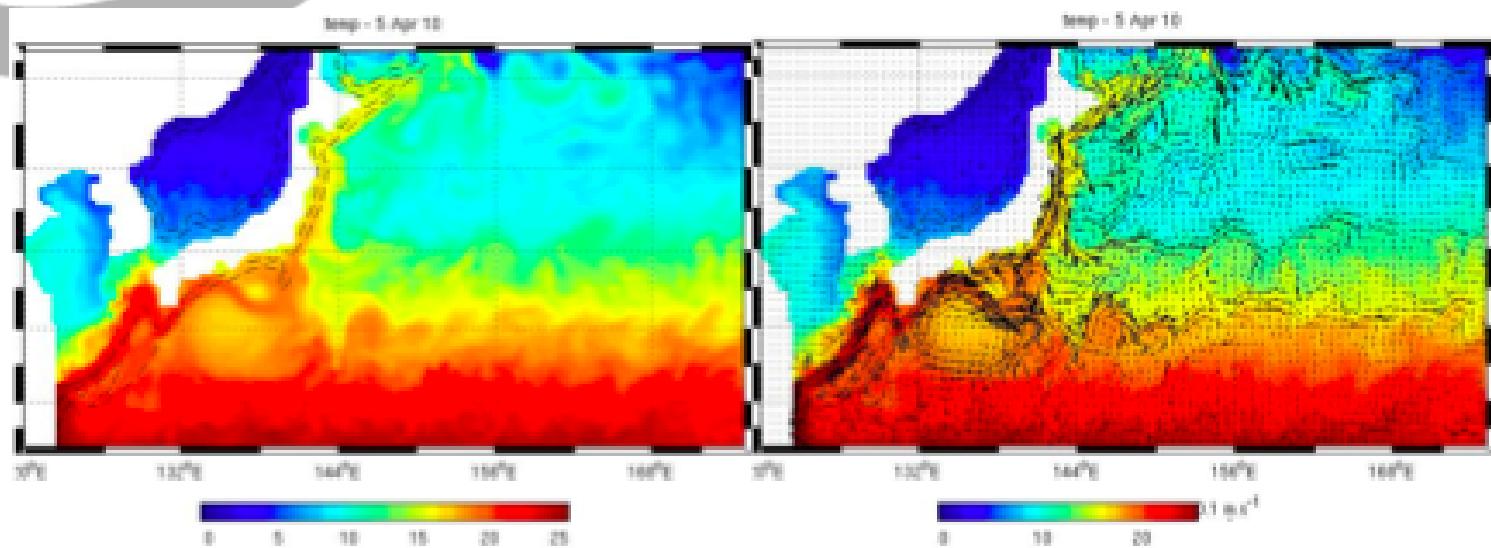


➤ Comparaison saisonnière des profils de température

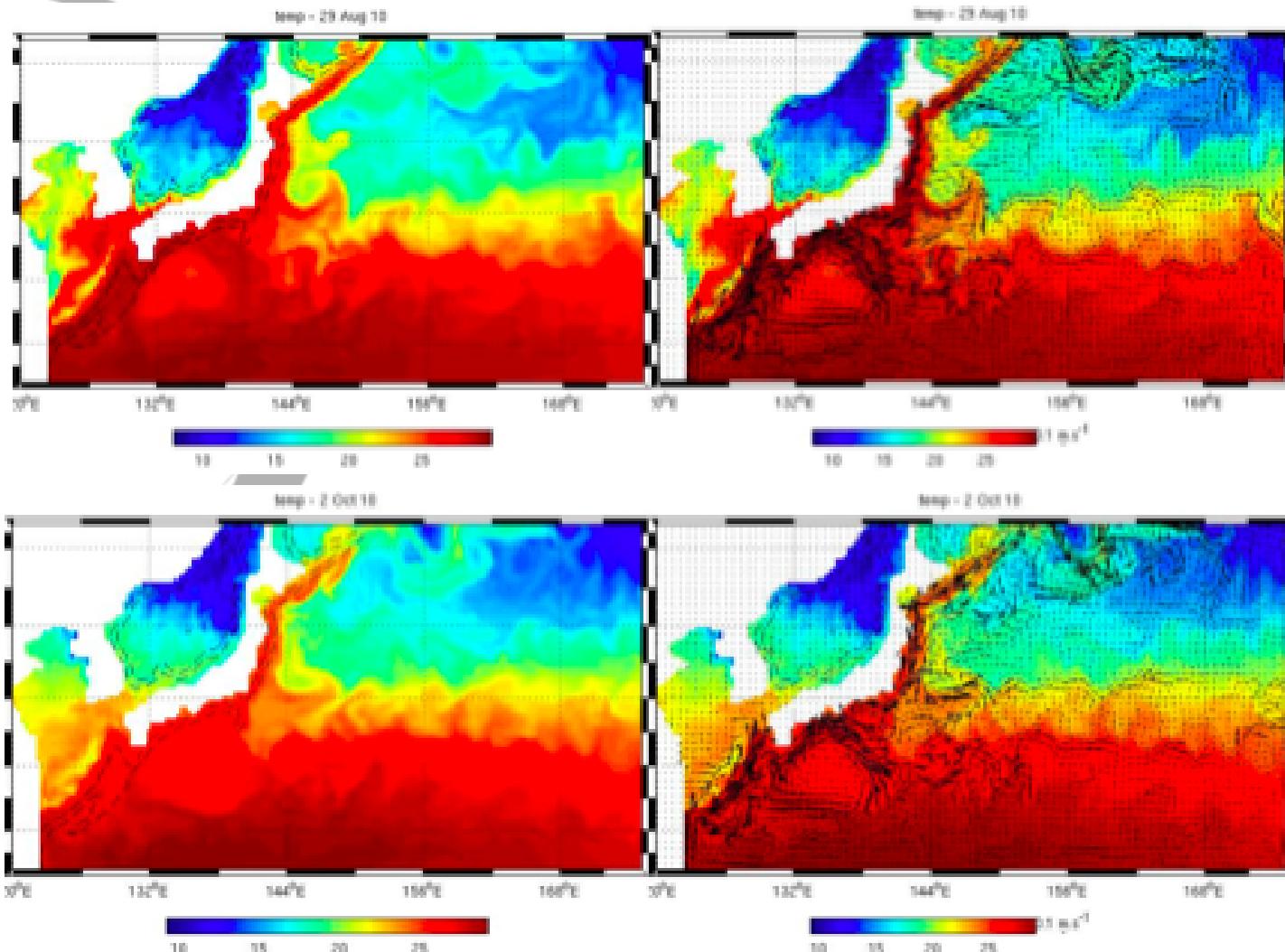
Hiver



Printemps



Été



Automne

Figure: Profils horizontaux de la température des eaux de surface.

- On observe une certaine stratification:
 - eau de surface $\Leftrightarrow \approx 28^\circ\text{C}$
 - 100 m de profondeur $\Leftrightarrow \approx 20^\circ\text{C}$
 - 100 m à 500 m $\Leftrightarrow \approx 17^\circ\text{C}/11^\circ\text{C}$
 - 500 m à 4000 m $\Leftrightarrow \approx 11^\circ\text{C}/2^\circ\text{C}$

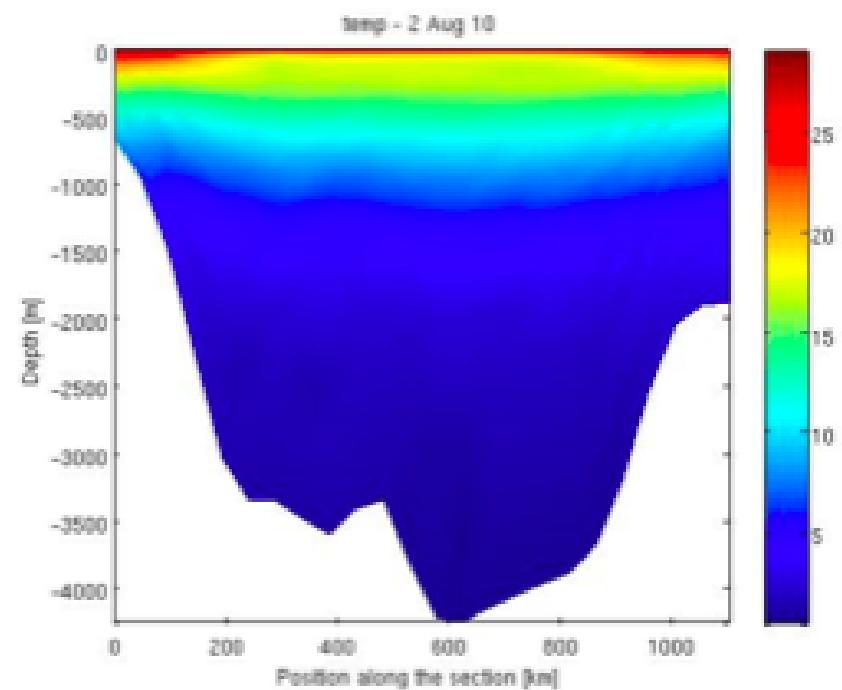
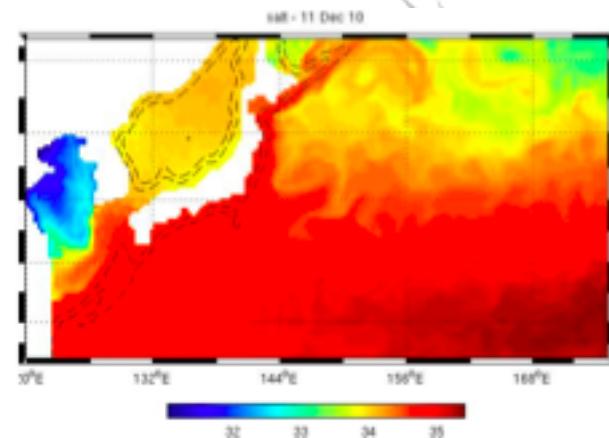


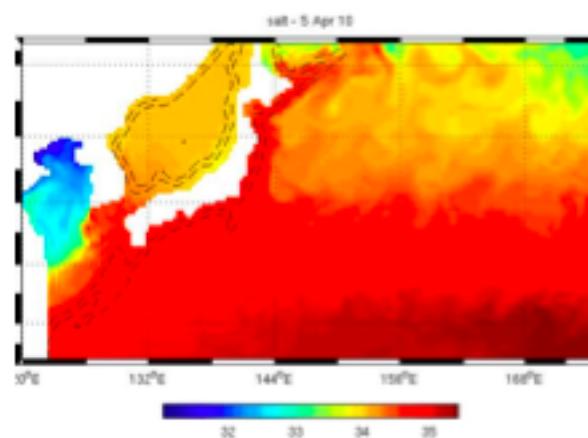
Figure: Profils vertical de température au niveau du gyre.

➤ Comparaison saisonnière des profils de salinité

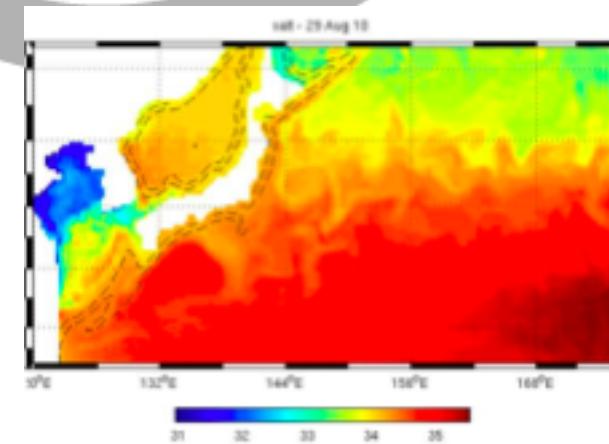
Hiver



Printemps



Été



Automne

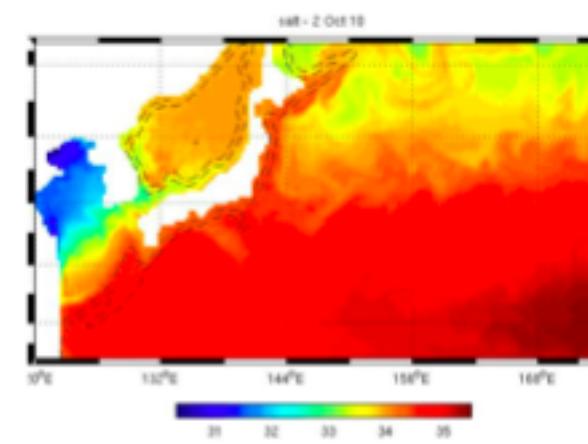
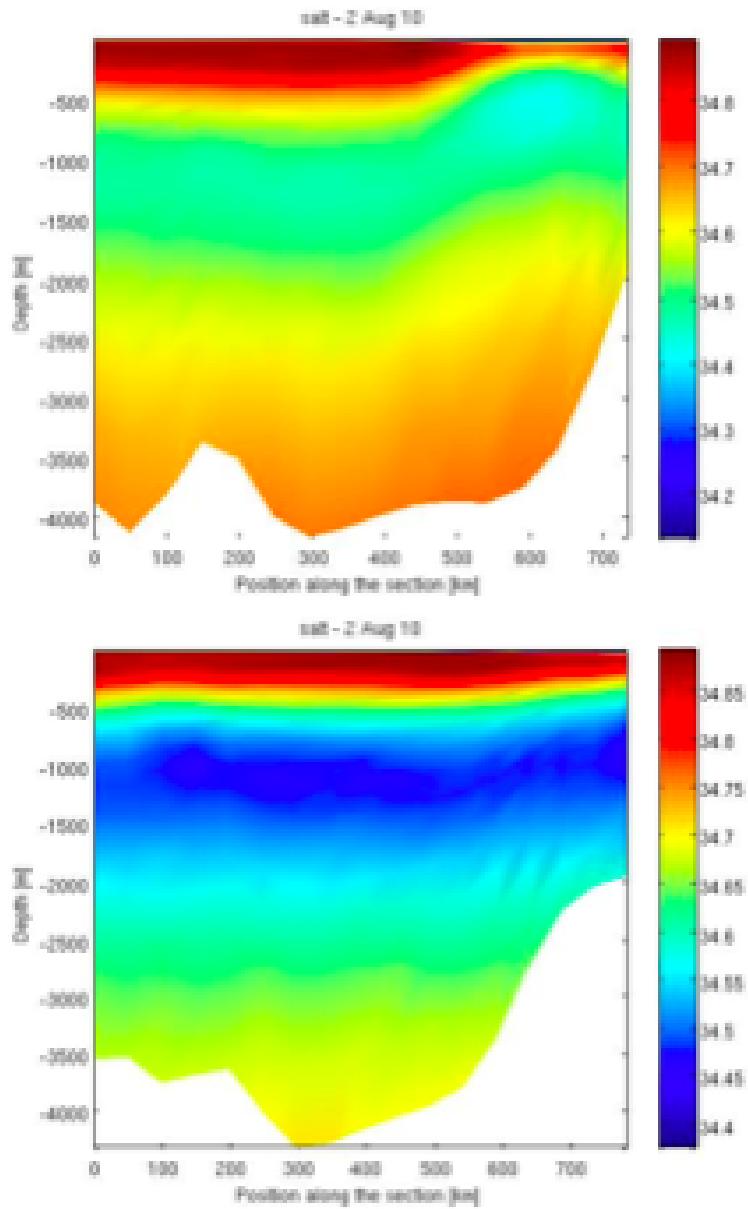


Figure: Profils horizontaux de la salinité de surface.

- La salinité varie sur la hauteur de la colonne d'eau.
- De manière générale, elle est importante en surface, puis diminue avec la profondeur.
- Mais suivant la latitude, le degré de salinité est +/- élevée à une certaine profondeur.

Figure: Profil vertical de la salinité au niveau du gyre du sud-est du Japon (1) vers 32°N (2) vers 30°N.



➤ Le courant du Kuroshio

- On distingue clairement une accélération du courant au niveau de la côte (vers Shanghai).
- Il aurait été intéressant de faire un profil vertical de la variable speed à ce niveau là...
- On voit également une accélération du courant au nord du gyre.

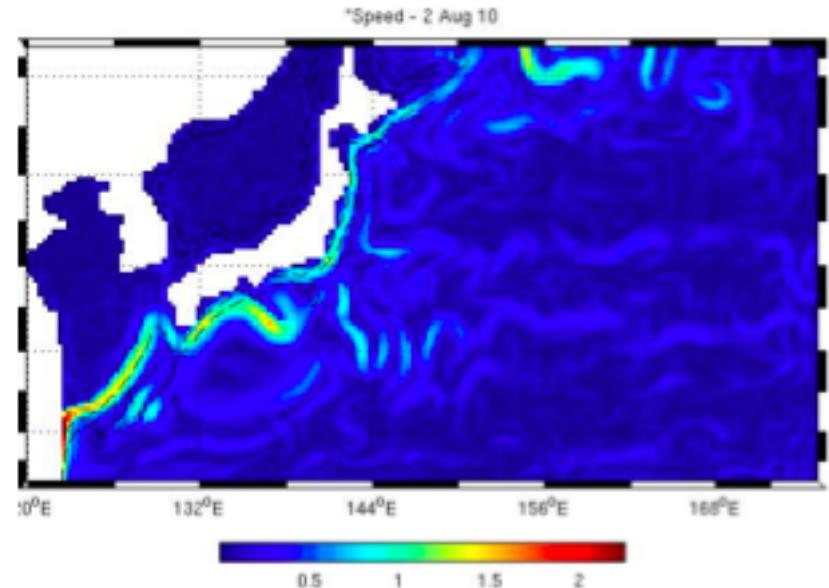
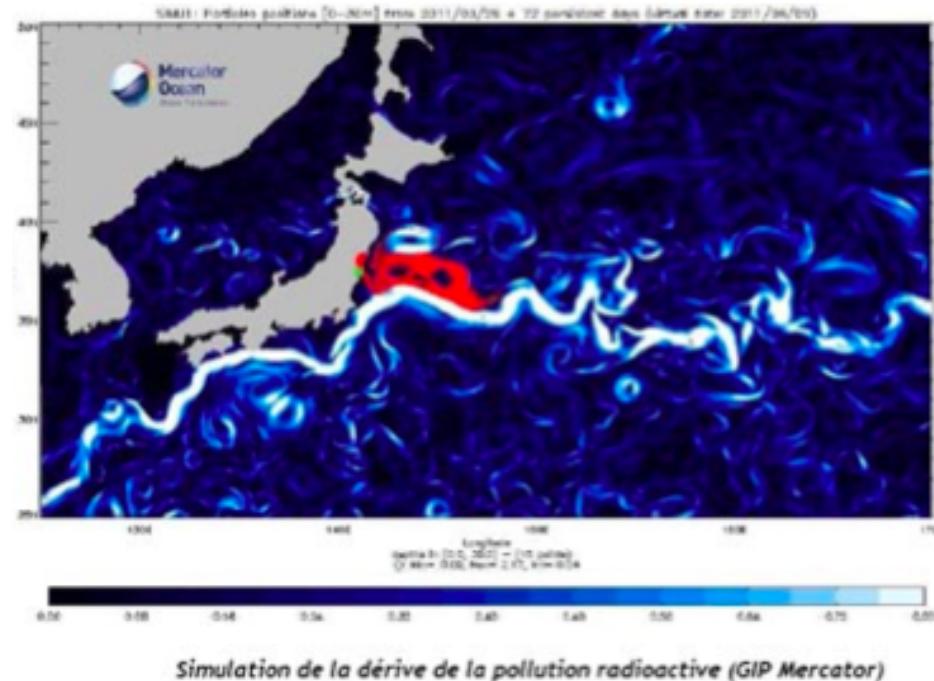


Figure : Variable speed de la simulation avec ROMS à l'année 10, le 2 Août.

➤ Comparaison avec des données de la littérature

- Le vendredi 11 mars 2011, un très violent séisme de magnitude 8,9 s'est produit au large des côtes nord-est.
- Un tsunami dévastateur a ensuite balayé les terres.
- Des études ont été menées pour appréhender les impacts des rejets radioactifs de la centrale de Fukushima-Daiichi dans la mer.
 - Selon cette simulation, les radionucléides dissous dans l'eau de mer à proximité de la centrale de Fukushima doivent dériver pendant 90 jours selon le tracé en rouge figurant sur cette carte.
 - La simulation montre que les courants côtiers portent les eaux polluées jusqu'au courant Kuroshio et se dispersent au nord de ce courant.



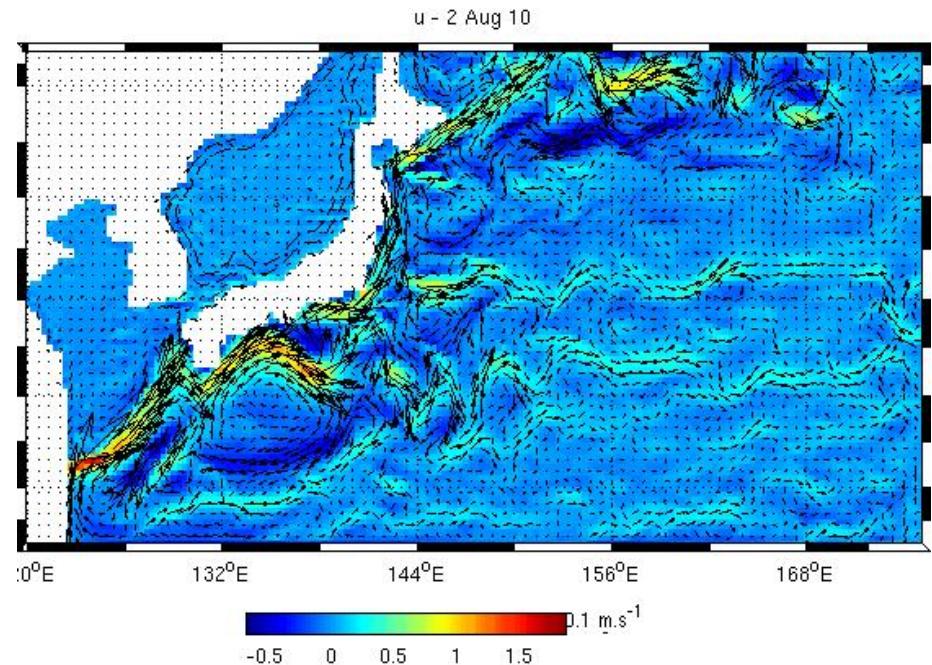
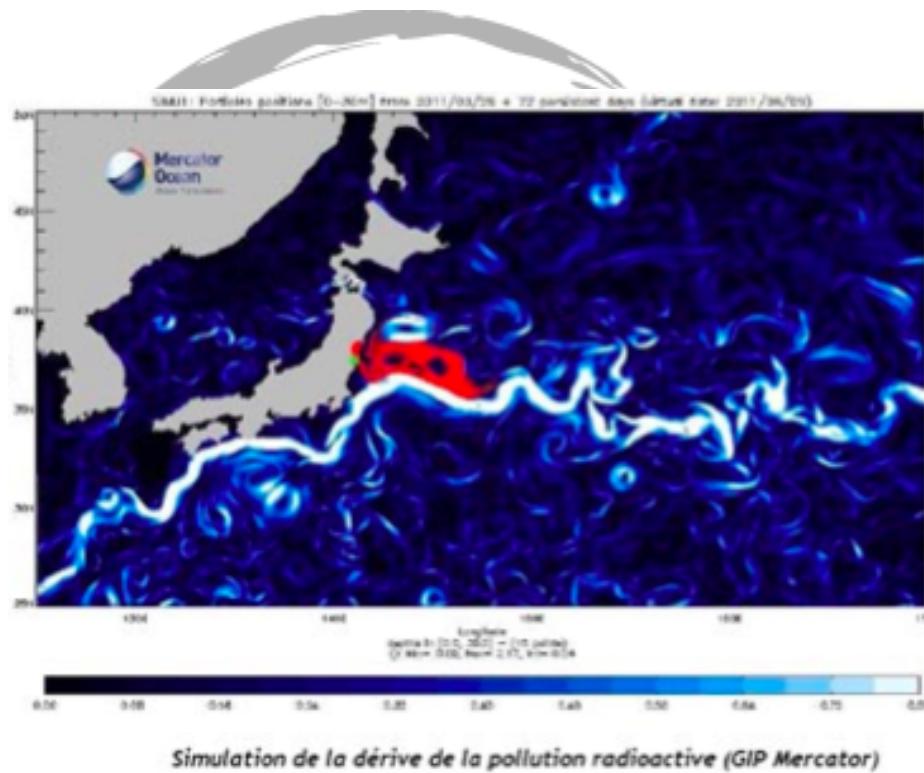


Figure : Composante horizontale de la vitesse barocline au 2 septembre de l'année 10 de notre simulation.

- Lorsque l'on compare notre simulation avec celle réalisée par le GIP Mercator, on constate qu'elles sont très proches.

Conclusion

- Le courant chaud du Kuroshio est un courant de bord ouest, formé par les vents d'est.
- On y observe de fortes turbulences, des variations de direction, de vitesse et de température très importantes.
- Il présente également, des variations de salinité saisonnières (notamment sur la verticale), des variations de température tout au long de l'année ainsi que des variations d'intensité.
- Ce courant assure aux côtes américaine un climat relativement doux.