



# Modélisation de la circulation océanique du Pacifique nord-ouest : étude du Kuroshio et de l'Oyashio à l'aide du modèle tridimensionnel ROMS.

OPB 205 : Projet de modélisation océanique régionale  
05/05/2017

Legrand TERENCE

## Zone d'étude:

Gyre Subartique

Oyashio

Courant froid

Enrichi en sel nutritif

Zone de mélange

40°N

35°N

Kuroshio

Courant chaud

Oligotrophe

Gyre subtropical

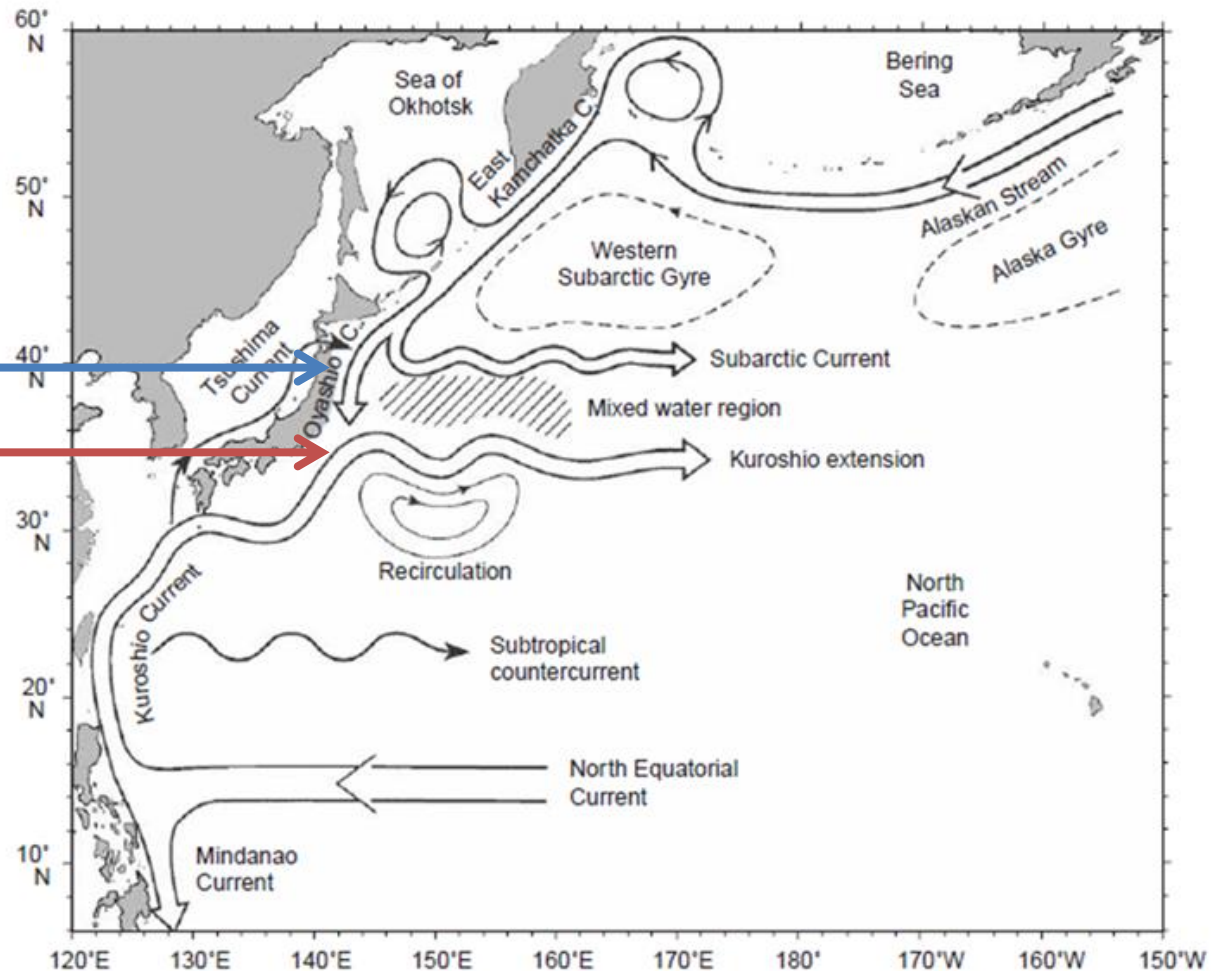
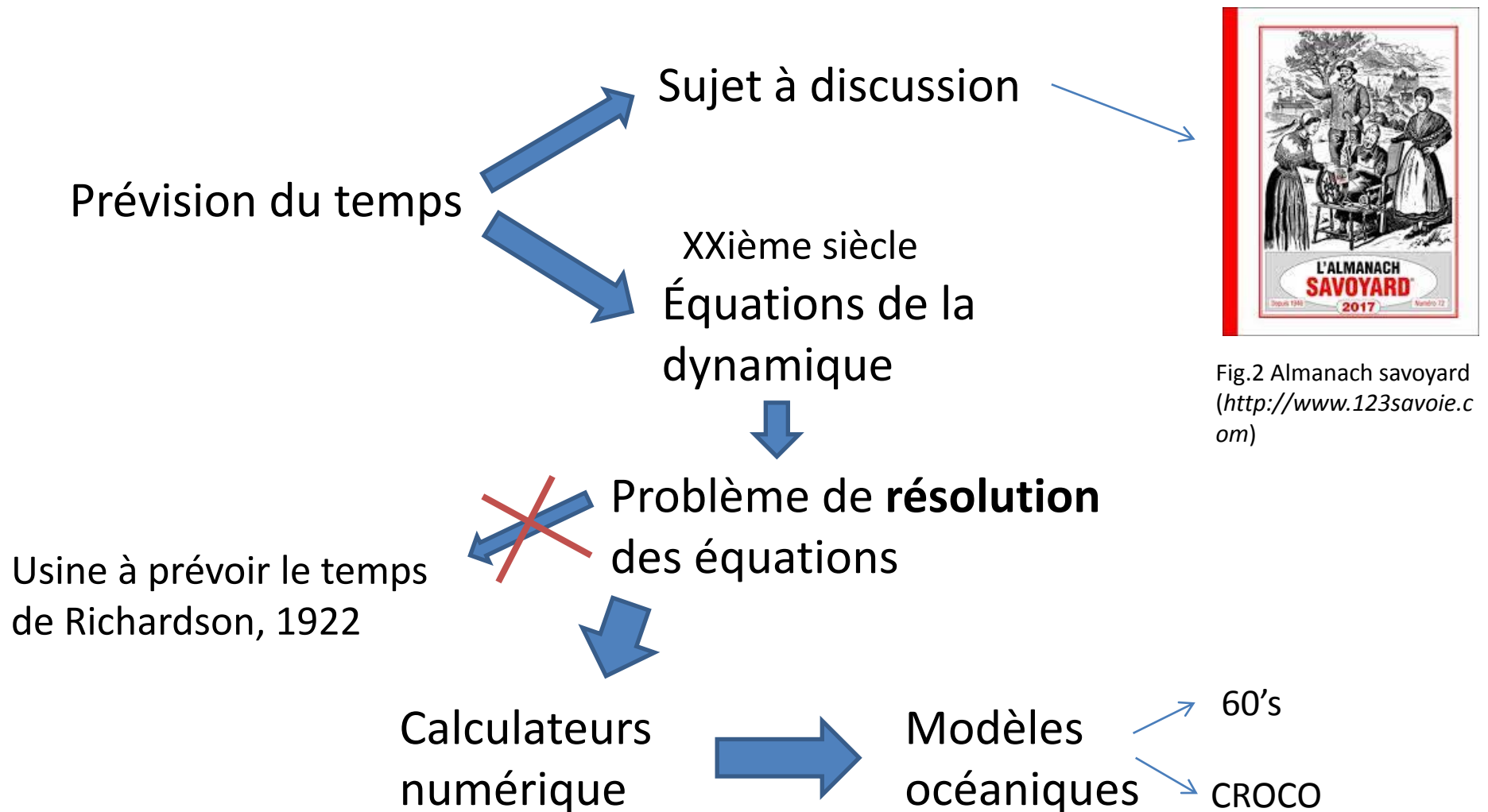


Fig.1 : Schéma de circulation du Kuroshio et de l'Oyashio associé à la circulation général du Pacifique nord (Qiu, 2001).

# Introduction à la modélisation atmosphérique et océanique :



# Les équations primitives et leur adaptation pour la modélisation numérique :

## Approximations et hypothèses

- Approximation hydrostatatique
- Approximation de Boussinesq
- Fermeture Newtonienne de Boussinesq

## Les équations

$$(1) \quad \begin{cases} \frac{\partial u}{\partial t} + u \cdot \nabla u - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \cdot \nabla v + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p}{\partial y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \end{cases}$$

$$(2) \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

$$(3) \quad \begin{cases} \frac{\partial T}{\partial t} + u \cdot \nabla T = K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + u \cdot \nabla S = K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \end{cases}$$

$$(4) \quad \rho = \rho(T, S, z)$$

## Le modèle ROMS

### **Discrétisation spatiale**

- Grille Arakawa C
- Coordonnées Sigma

### **Discrétisation temporelle**

- *Time splitting* : barotrope vs barocline
- Critère de stabilité CFL

### **Conditions aux limites**

- Surface libre : tension de surface, flux de chaleur et flux d'eau douce
- Fond : tension de cisaillement du fond

### **Conditions initiales**

- *World Ocean Atlas*

## Configuration du modèle

### **Deux simulations**



- Faible résolution :  $dl = 1/3^\circ$
- Domaine de calcul étendu

- Haute résolution:  $dl = 1/10^\circ$
- Domaine de calcul recentré

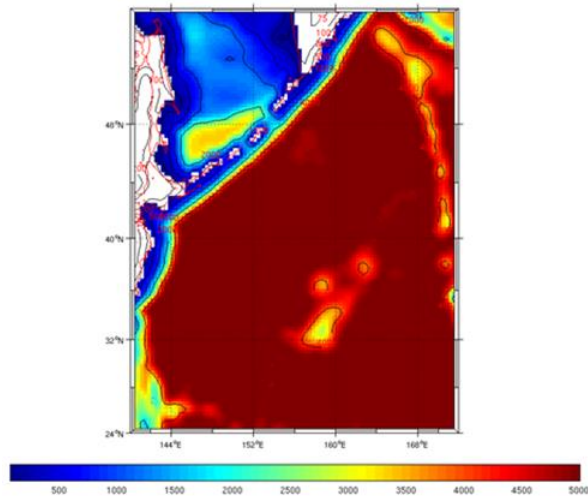
1ère simulation

Fig.4: Bathymétrie (m) du domaine de calcul pour la première simulation

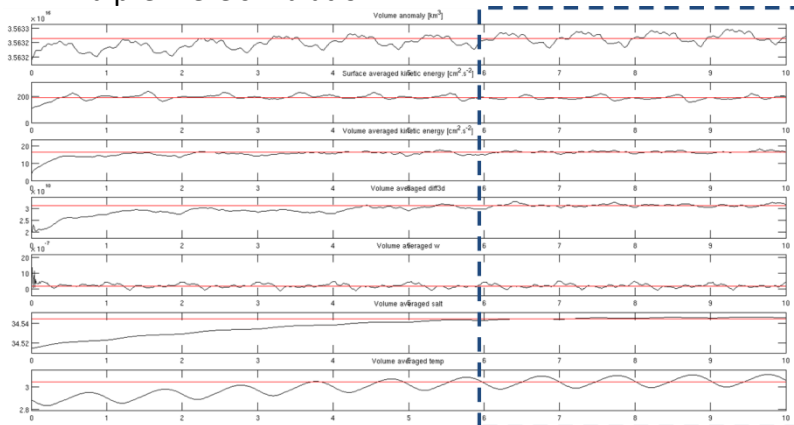


Fig.5 : Diagnostic du modèle, les sorties étudiées sont encadrées de tirets bleus.

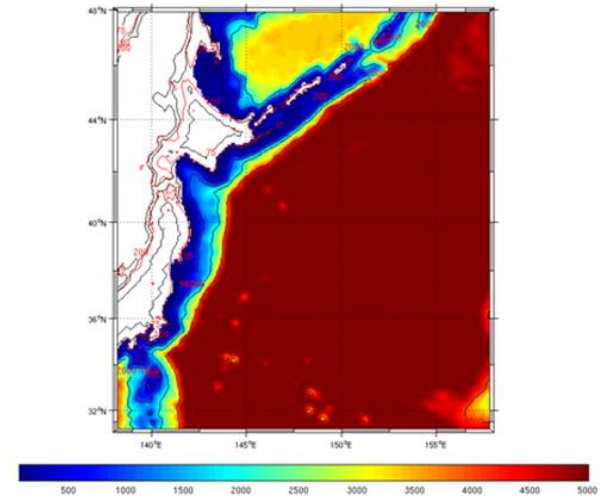
2ième simulation

Fig.6: Bathymétrie (m) du domaine de calcul pour la deuxième simulation

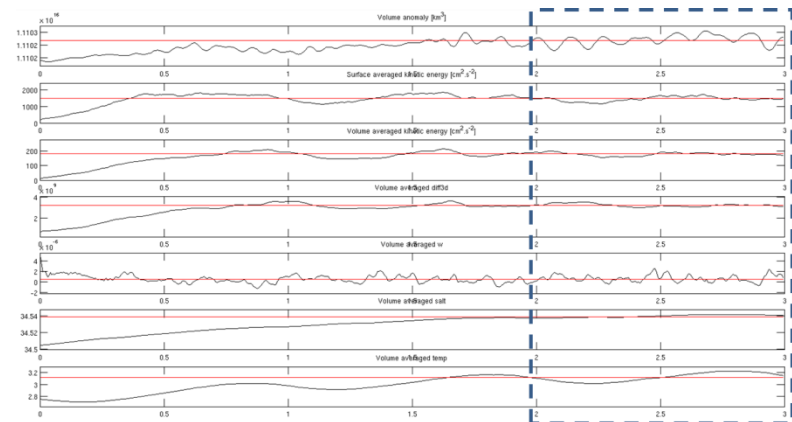


Fig.7 : Diagnostic du modèle, les sorties étudiées sont encadrées de tirets bleus.



Bonne implémentation du  
modèle



**Comparaisons résultats simulations  
avec résultats Qiu (2001)**

- Température moyenne entre  
1976 et 1980 à 300 m
- Schéma de circulation

Isotherme 5°C : 40°N

Isotherme 10°C : 37°N

Isotherme 15°C : 34°N

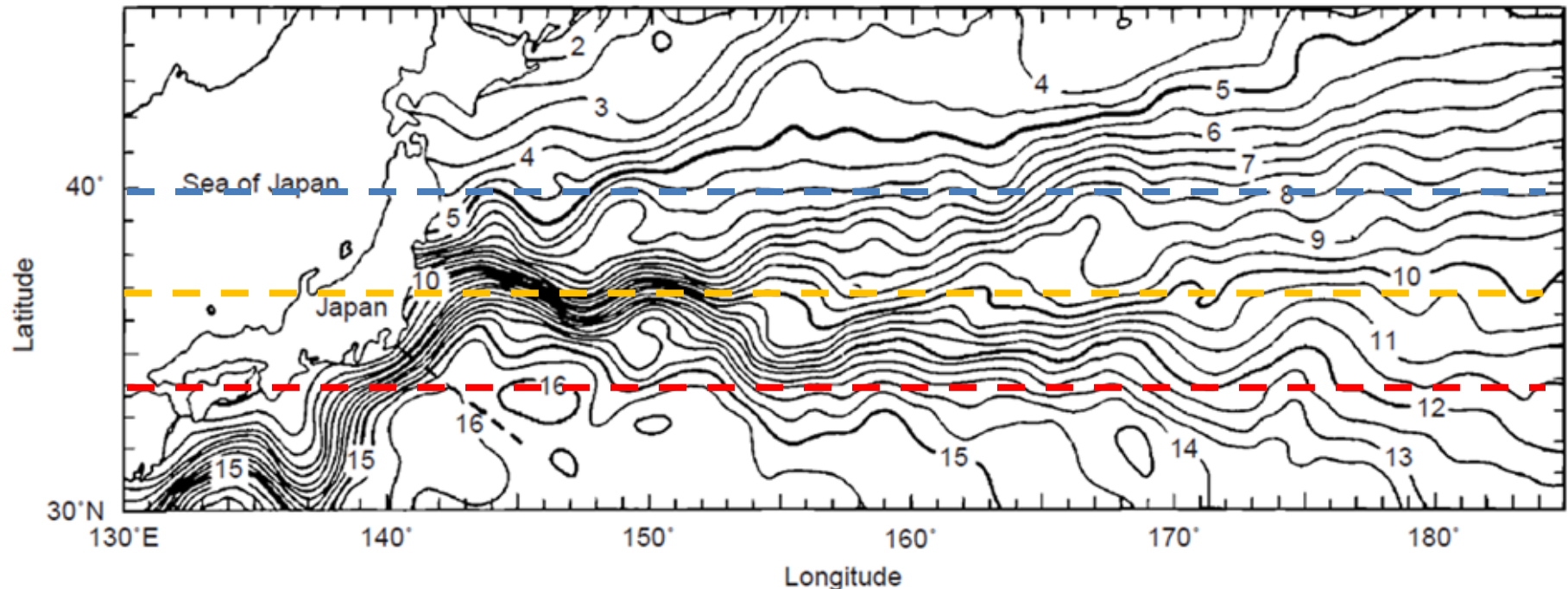


Fig.8 : Température moyenne (°C) entre 1976 et 1980 à la profondeur de 300m (Qiu, 2001).

## 1ère simulation

**Extension méridionale  
anormale du Kuroshio**  
- extension zonale 35°N

**Oyashio difficilement  
identifiable**

**Isothermes :**

- Même répartition  
zonale
- Décalés vers le  
nord

45°N  
39°N  
36°N

**Hypothèse :**  
Mauvais choix du  
domaine de calcul

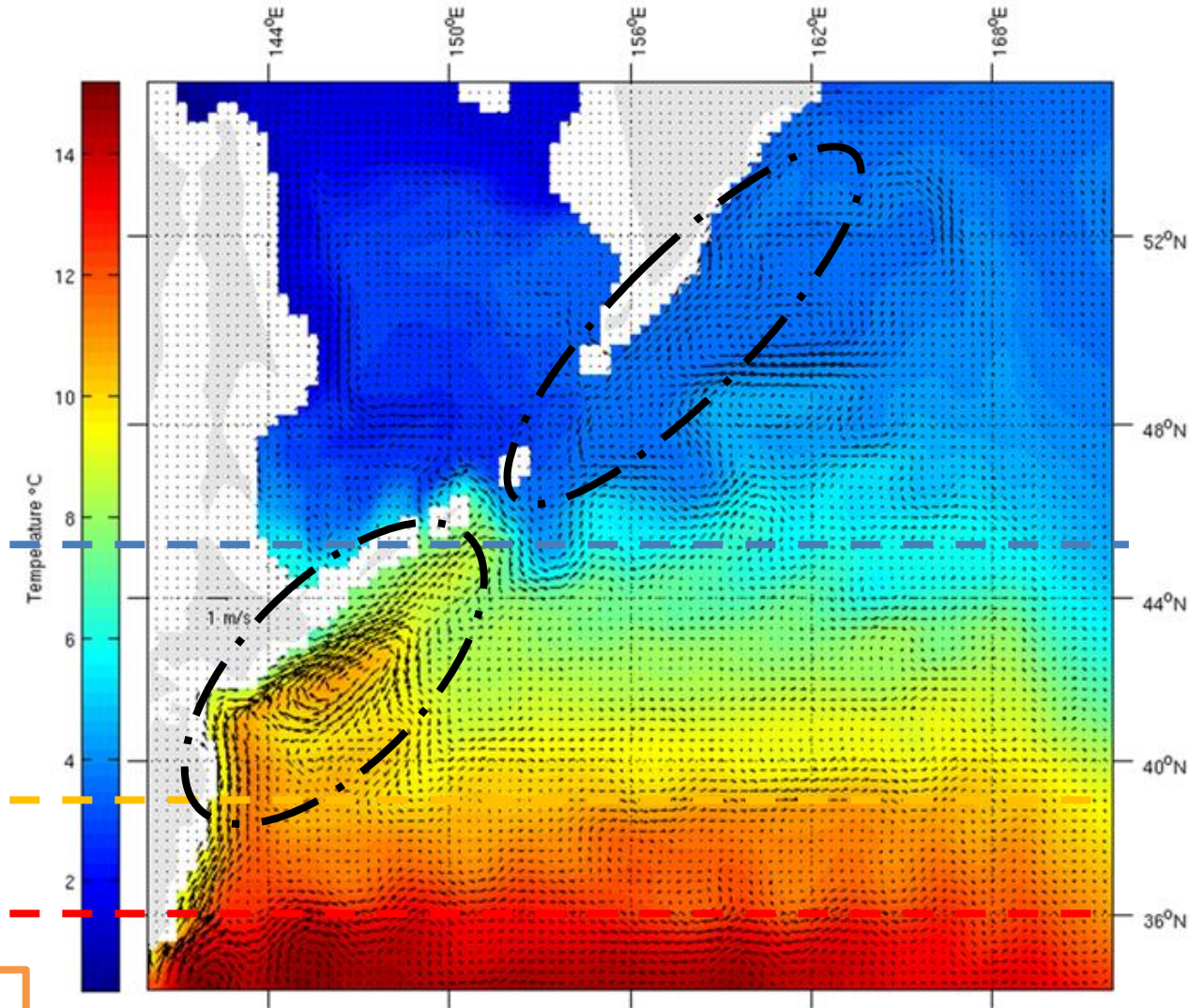


Fig.6 : Température moyenne (°C) pour la simulation 1 entre la septième et la dixième année de simulation à 300m. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 300 m.



## 2ième simulation

### Problème extension méridionale du Kuroshio non résolue

- Hokkaido vs Okhotsk

### Isothermes plus représentatifs

- Bord est

### Inclusion d'eau froide

- Oyashio

### Formation de tourbillon

- Zone de mixage  
mieux représentée

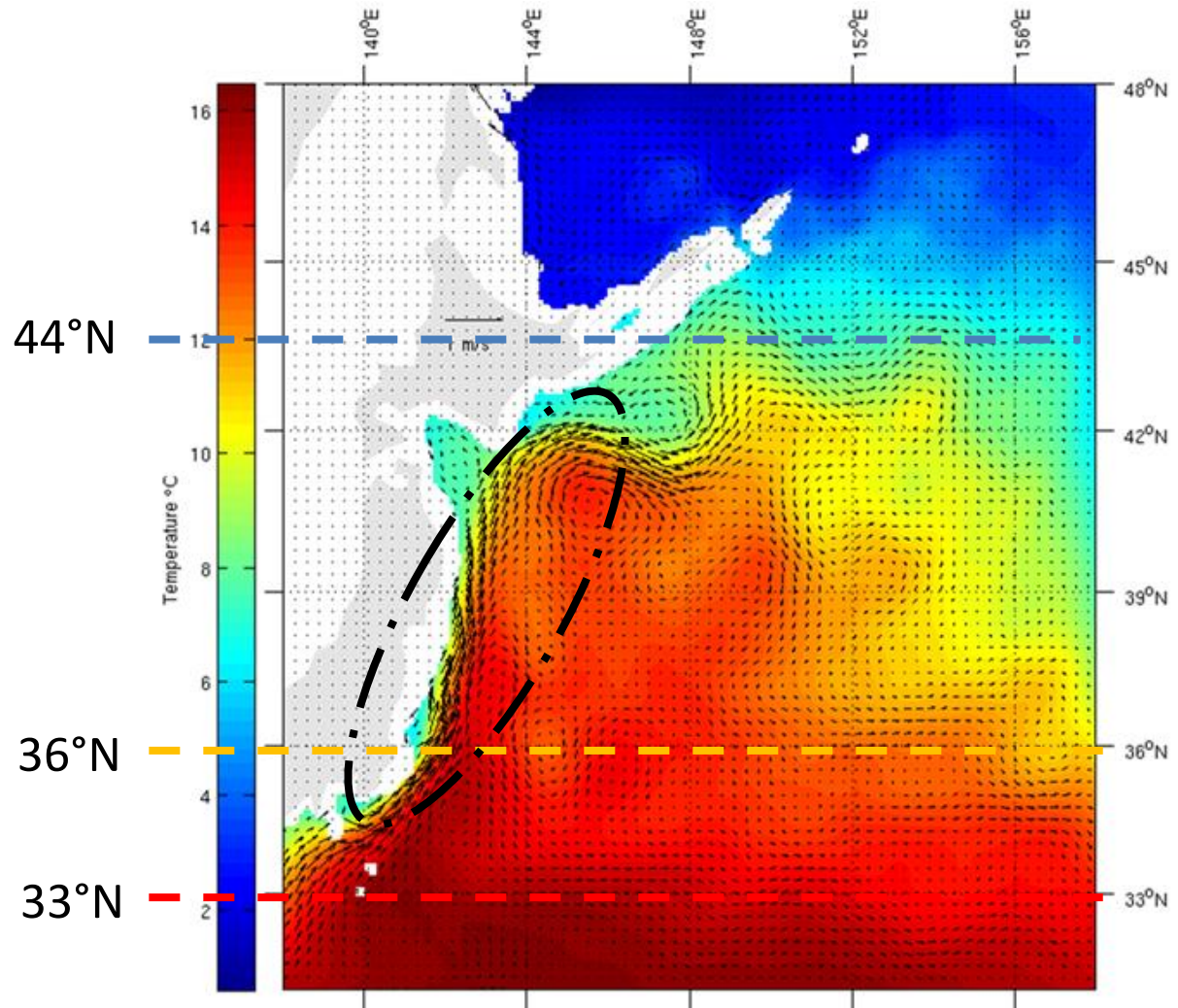


Fig.7 : Température moyenne (°C) pour la simulation 2 pour la troisième année de simulation à 300m de profondeur. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 300 m de profondeur.

### Trois tourbillons **anticycloniques**

- Sur élévation de  
la surface

### Trois tourbillons **cycloniques**

- Sous élévation de  
la surface

➔ **Caractère saisonnier  
de l'Oyashio**

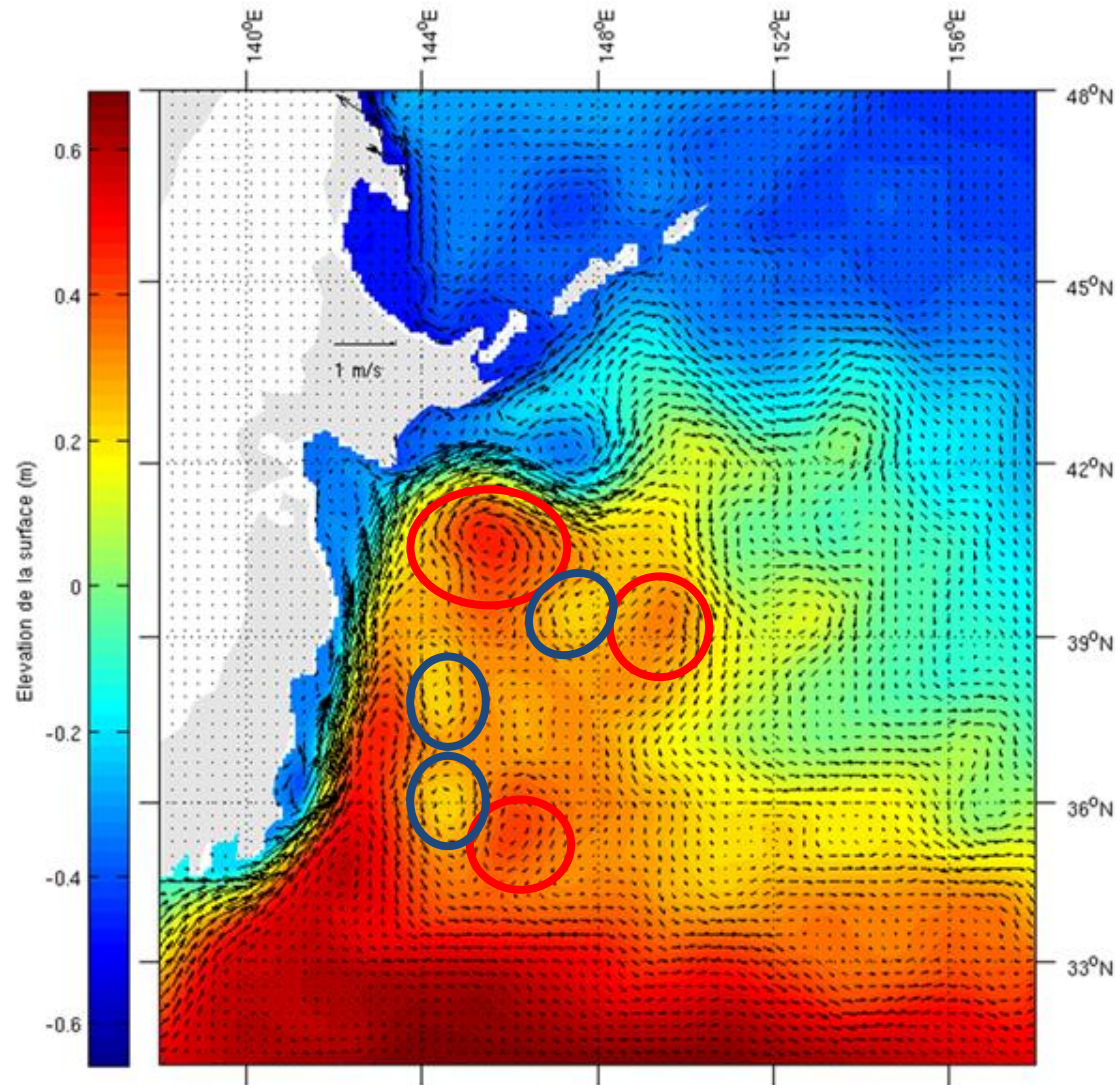


Fig.8 : Elévation de surface moyenne (m) pour la simulation 2 pour la troisième année de simulation. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 10 m de profondeur.

## Perspectives et améliorations multiples :

### **Recherche bibliographique plus poussée**

- Oyashio
- Formation de tourbillons

### **Deuxième simulation**

- Période sur dix ans

### **Domaine de calcul plus étendu**

- Archipel Okinawa, îles Kyushu, Shikoku et Honshu
- Péninsule du Kamtchatka, mer d'Okhotsk

### **Modèle imbriqué**

- Meilleure résolution du détroit de Tsugaru
- Modélisation du courant de Tsushima

### **Bibliographie :**

- Qiu, B. (2001). *Kuroshio and Oyashio currents* (pp. 1413-1425). Academic Press.
- Modèle ROMS : [http://www.croco-ocean.org/download/roms\\_agrif-project/](http://www.croco-ocean.org/download/roms_agrif-project/)  
<http://www.myroms.org/>