



# Modélisation de la circulation océanique du Pacific 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 Térence

## Zone d'étude:

Gyre Subarctique

Oyashio  
Courant froid  
Enrichi en sel nutritif

Zone de mélange

Kuroshio  
Courant chaud  
Oligotrophe

Gyre subtropical

40°N  
35°N

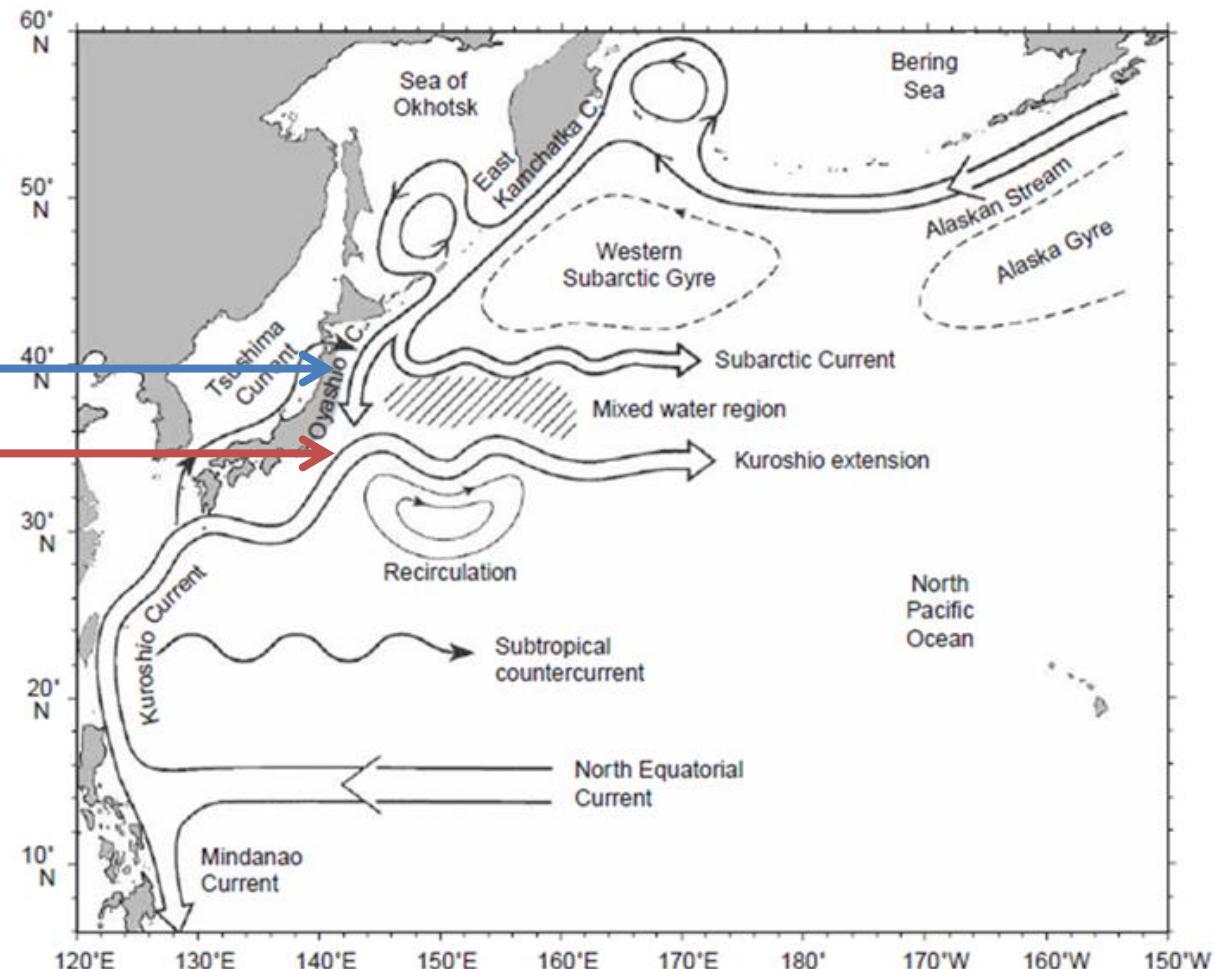


Fig.1 : Schéma de circulation du Kuroshio et de l'Oyashio associé à la circulation général du Pacifique nord (Qiu, 2001).

# Introduction à la modélisation atmosphérique et océanique :

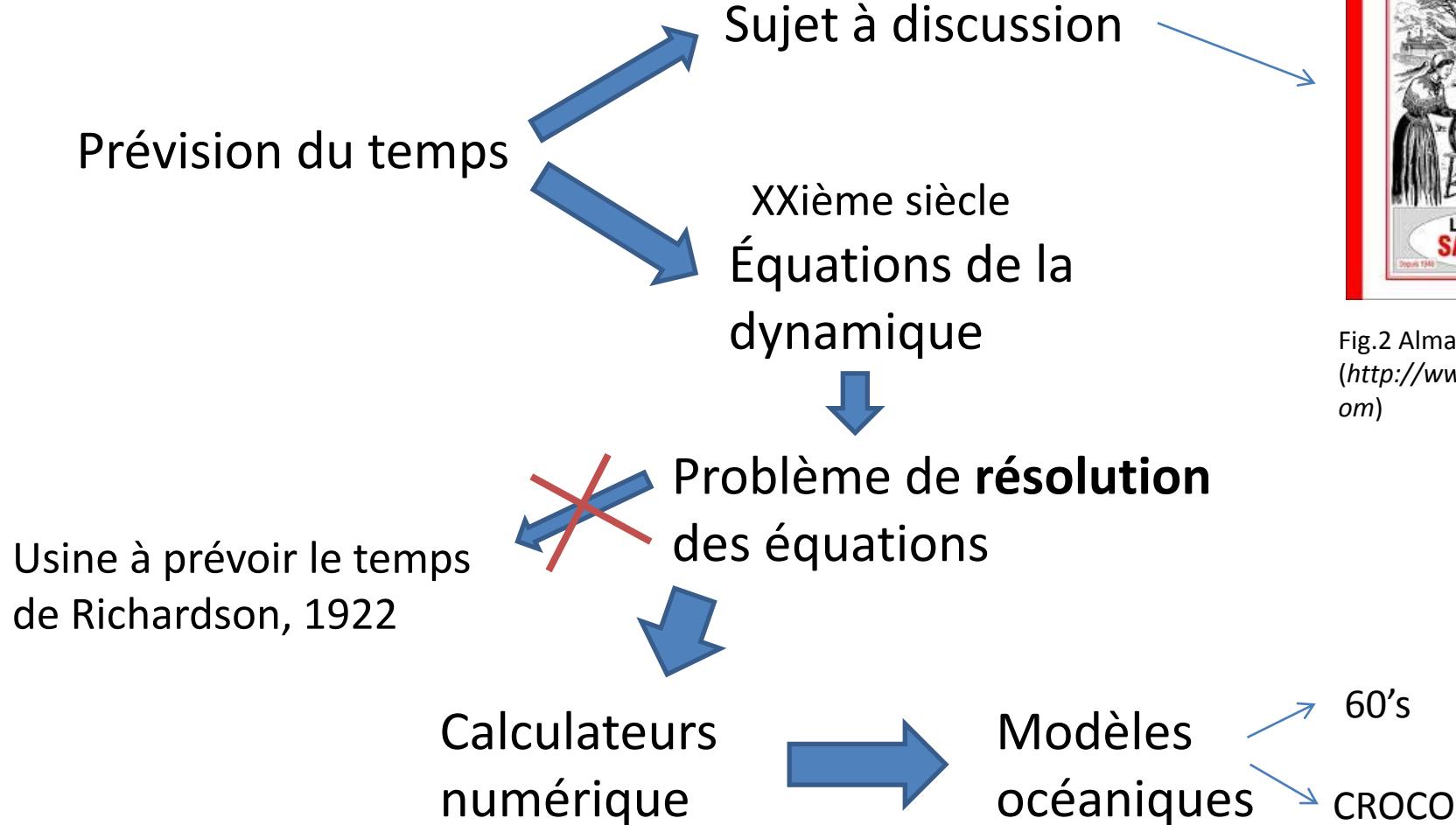


Fig.2 Almanach savoyard  
(<http://www.123savoie.com>)

Usine à prévoir le temps  
de Richardson, 1922

Calculateurs  
numérique

Modèles  
océaniques

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

## Approximations et hypothèses

- Approximation hydrostatique
- Approximation de Boussinesq
- Fermeture Newtonienne de Boussinesq

## Les équations

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

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

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

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

## 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

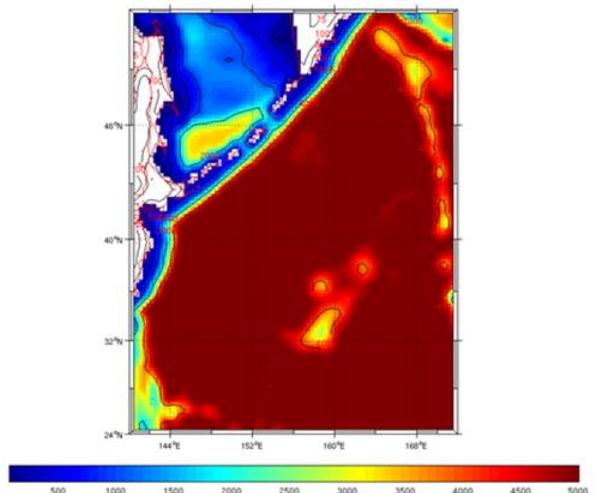


Fig.4: Bathymétrie (m) du domaine de calcul pour la première simulation

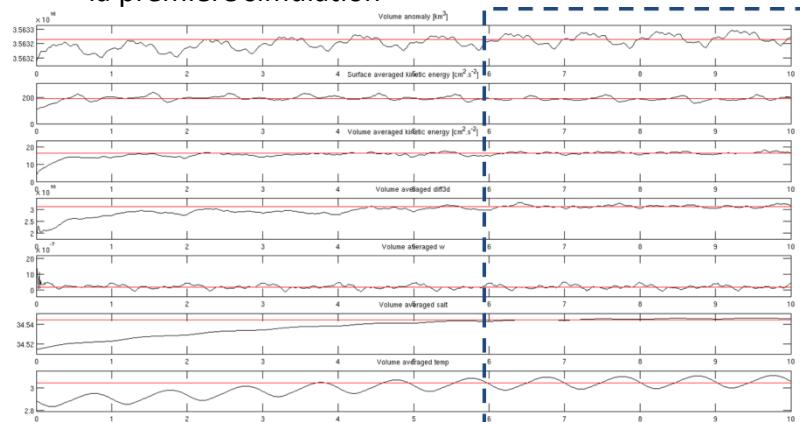


Fig.5 : Diagnostic du modèle, les sorties étudiées sont encadrées de tirets bleus.

## 2ième simulation

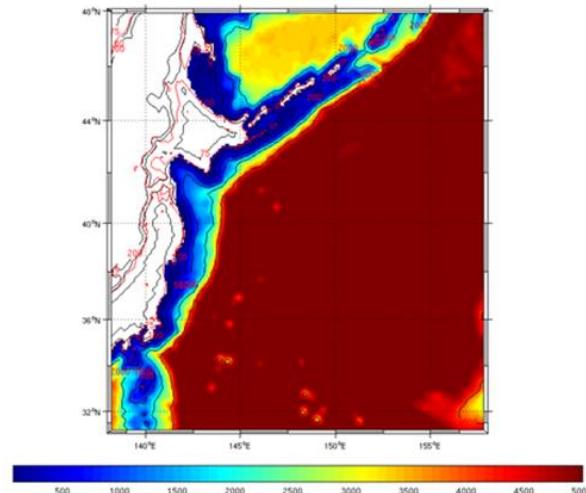


Fig.6: Bathymétrie (m) du domaine de calcul pour la deuxième simulation

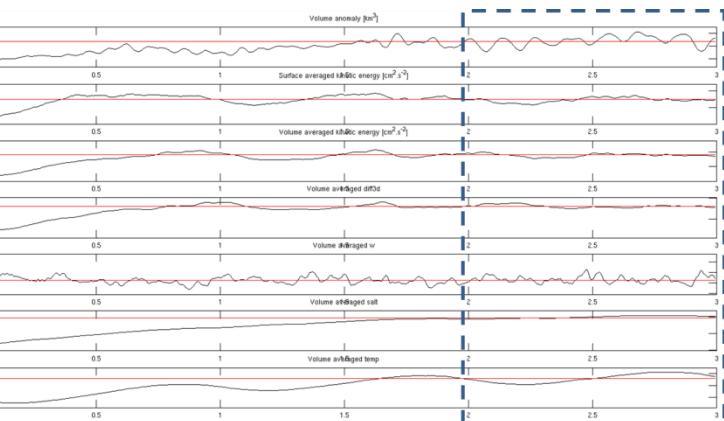


Fig.7 : Diagnostic du modèle, les sorties étudiées sont encadrées de tirets bleus. 6

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

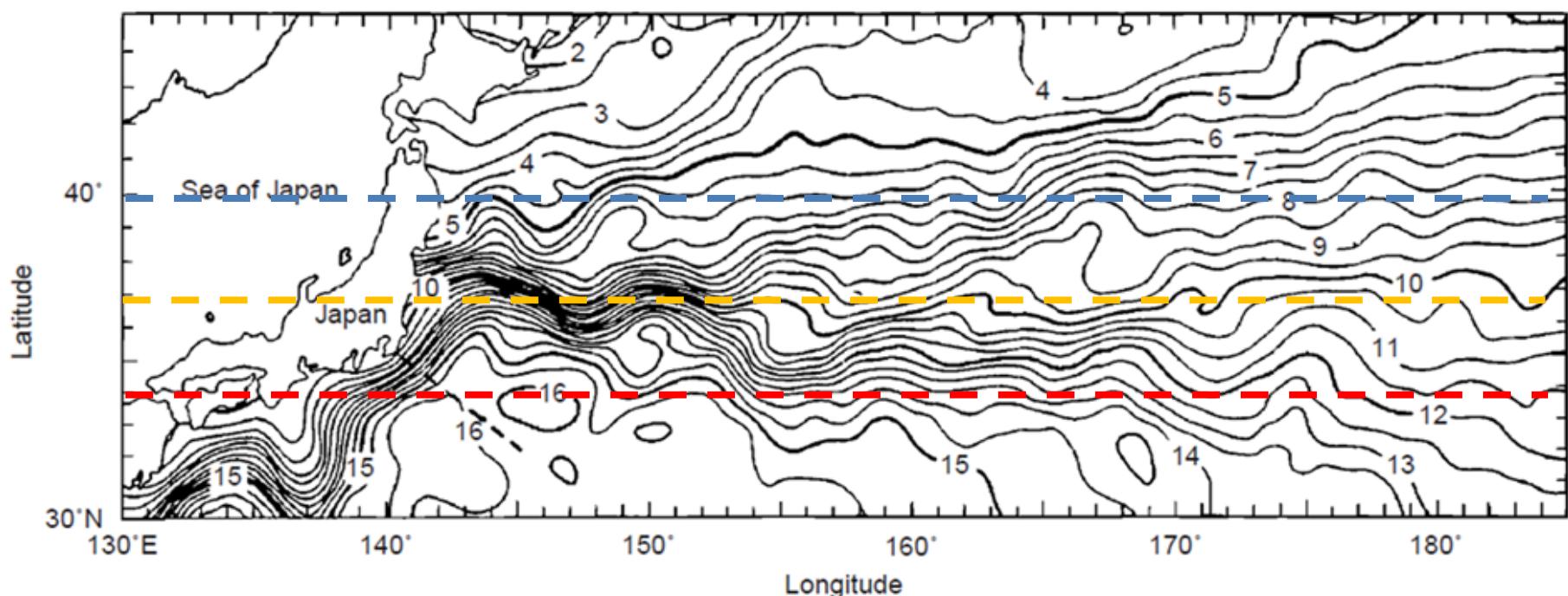


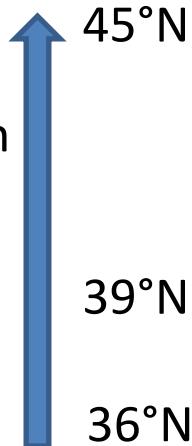
Fig.8 : Température moyenne (°C) entre 1976 et 1980 à la profondeur de 300m (Qiu, 2001).

## 1ère simulation

**Extension méridionale  
anormale du Kuroshio**  
- extension zonale  $35^{\circ}\text{N}$

**Oyashio difficilement  
identifiable**

**Isothermes :**  
-Même répartition  
zonale  
-Décalés vers le  
nord



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

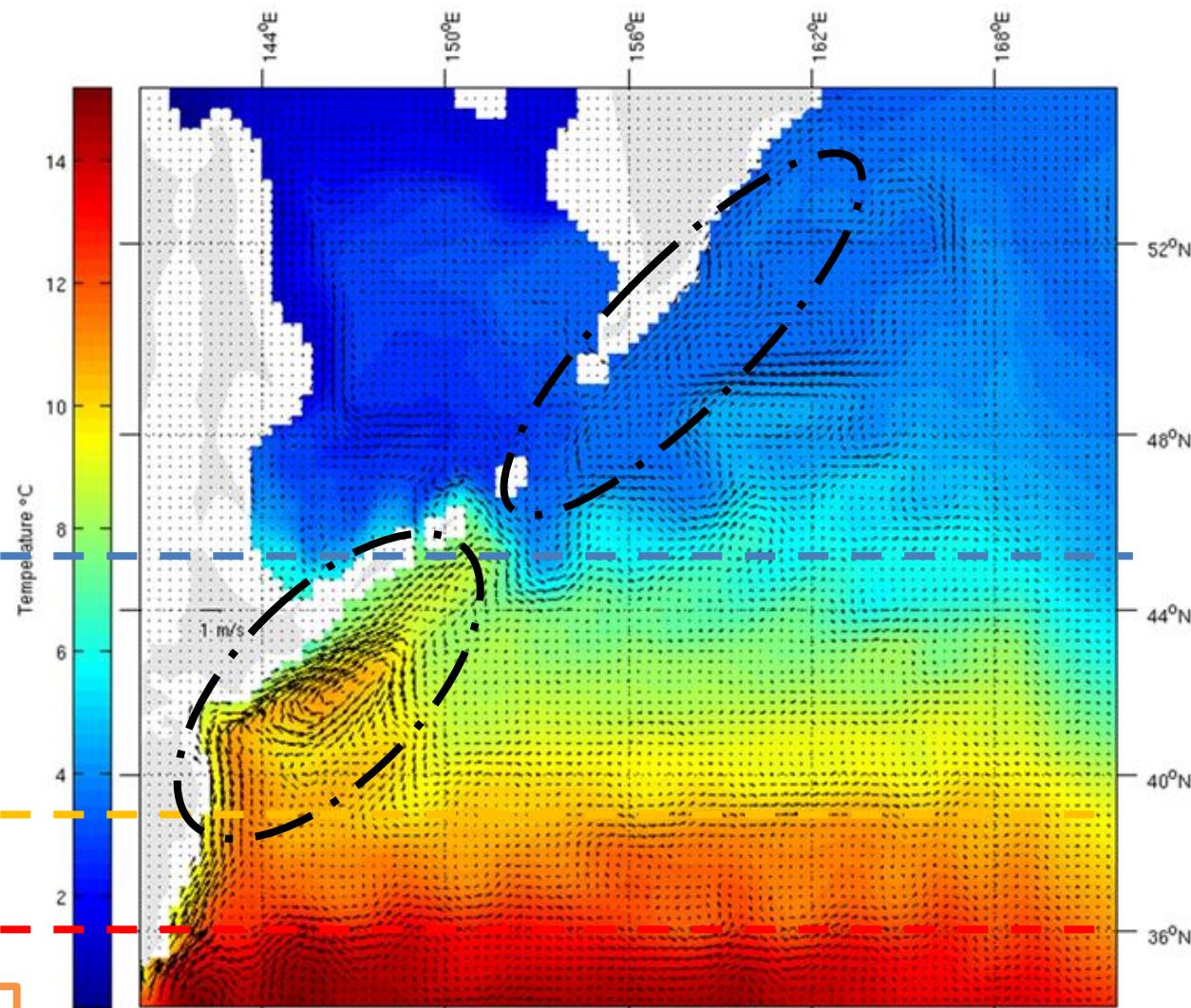


Fig.6 : Température moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ ) pour la simulation 1 entre la septième et la dixième année de simulation à 300m. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 300 m.

## 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

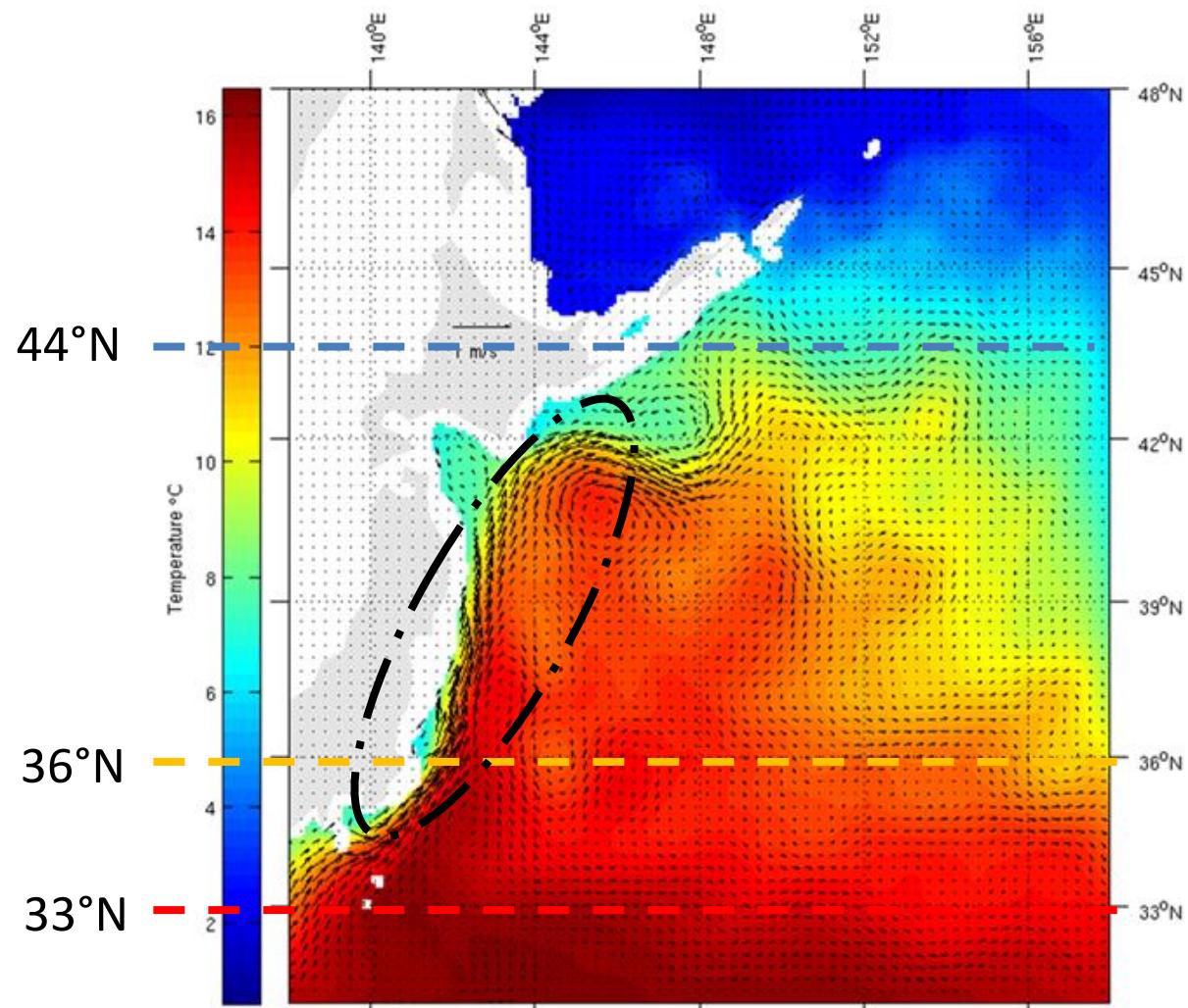


Fig.7 : Température moyenne ( $^{\circ}\text{C}$ ) pour la simulation 2 pour la troisième année de simulation à 300m de profondeur. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 300 m de profondeur.

## Trois tourbillons anticycloniques

- Sur élévation de la surface

## Trois tourbillons cycloniques

- Sous élévation de la surface

→ **Caractère saisonnier  
de l'Oyashio**

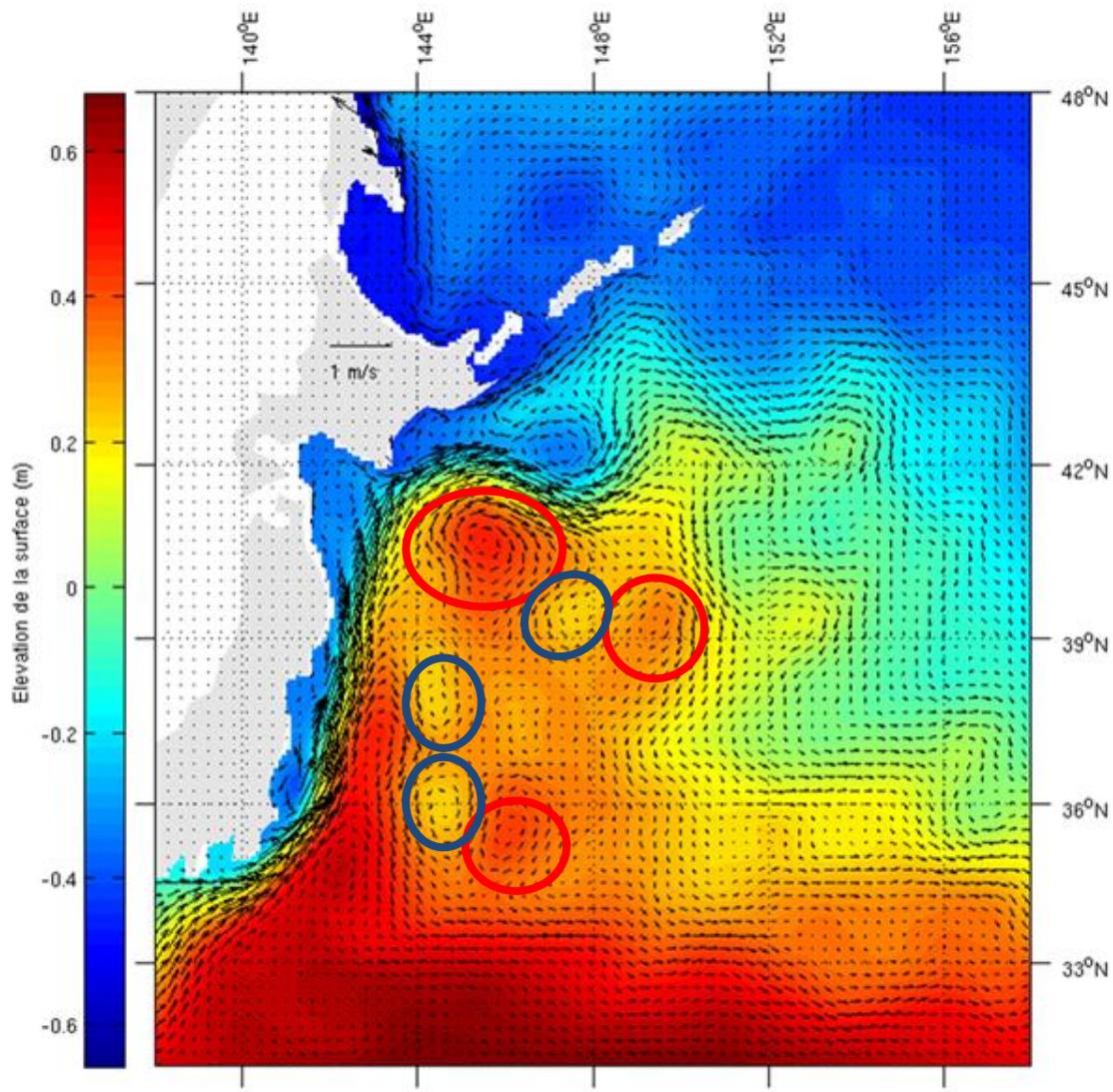


Fig.8 : Elévation de surface moyenne (m) pour la simulation 2 pour la troisième année de simulation. Le champ de vecteur représente la vitesse moyenne (m/s) à 10 m de profondeur.

## 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**

- Meilleur 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.croc-ocean.org/download/roms\\_agrif-project/](http://www.croc-ocean.org/download/roms_agrif-project/)  
<http://www.myroms.org/>