

# Modélisation de la circulation le long de la côte Ouest Norvegienne

---

M1 Sciences de la Mer

Laurina Oms

2021

## Point historique sur le courant de Norvège et les modèles numériques

- M.T.M Follow, 1891 : Preuve de la présence du courant côtier Norvégien

ensuite, enfin il est rocheux à l'extrémité méridionale.

**Les courants de la mer du Nord.** — Une intéressante expérience a été faite par un Anglais, M. T. M. Follow. Le 8 octobre 1891, il jetait à la mer, sur la côte orientale de l'Angleterre, à Redcar (comté d'York), une bouteille contenant un papier priant celui qui la trouverait d'indiquer le lieu et la date de sa découverte. Six mois plus tard, le 12 avril 1892, la bouteille était ramassée par un pêcheur à la hauteur de l'île de Hjelmessand, à l'extrémité septentrionale de la Norvège. Elle avait fait, pendant ce laps de temps, un trajet d'au moins 2240 kilomètres.

Ce fait confirme l'existence dans la mer du Nord d'un courant qui, partant de la côte orientale de la Grande-Bretagne, se dirigerait d'abord au S.-E., puis longerait la côte continentale dans la direction du N., comme le montrait dès 1885 la carte publiée par Mohn dans les *Ergänzungen* (n° 79).

**Recherches nouvelles dans l'Océan Pacifique.** — Une série

Texte : Froidevaux Henri. Les courants de la mer du Nord (1892)



## Point historique sur le courant de Norvège et les modèles numériques

- Modèle numérique : développement dans la seconde partie du 20<sup>e</sup> siècle

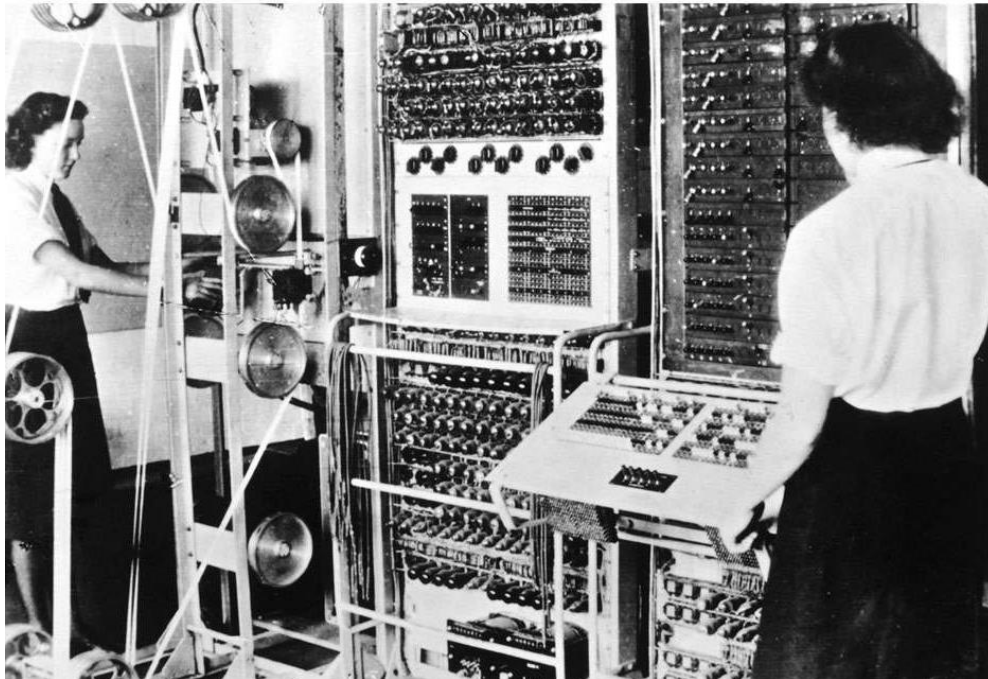


Photo : The Colossus, one of the first electronic calculators ([www.futura-sciences.com](http://www.futura-sciences.com))

- 1946 : Invention des premiers calculateurs numériques
- Augmentation de la puissance de calcul

## Le courant de Norvège et ses spécificités

- Prolongement de la dérive Nord Atlantique
- Principale masse d'eau alimentant l'Arctique

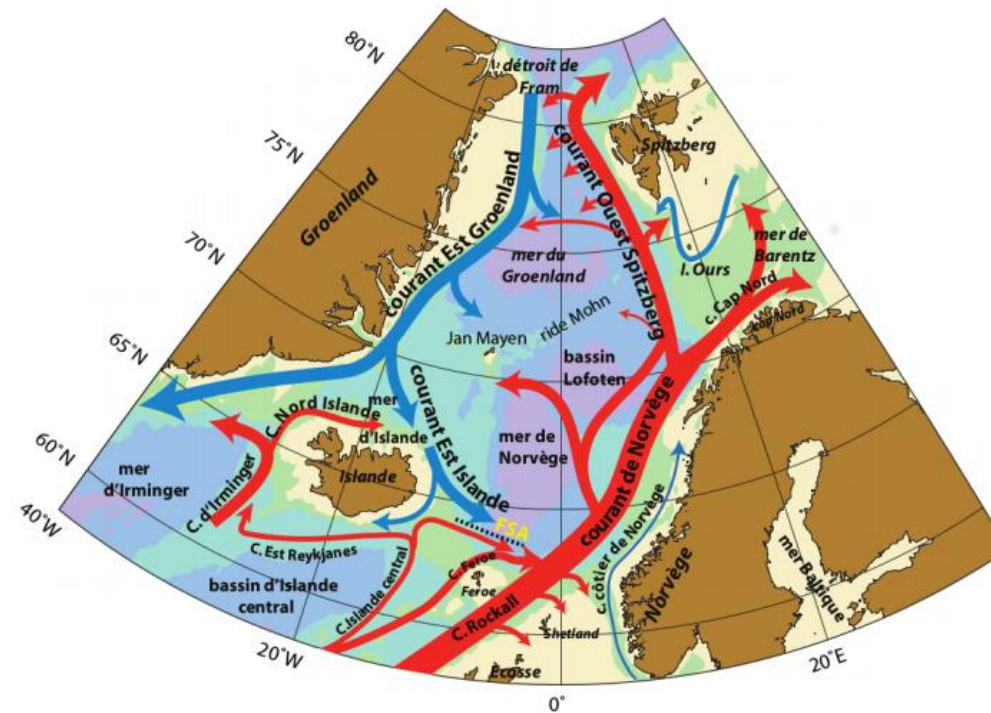


Figure : Circulation de surface en mer de Norvège (Osterhus et Gammelsrod, 1999)



# Le courant de Norvège et ses spécificités

- Topographie complexe

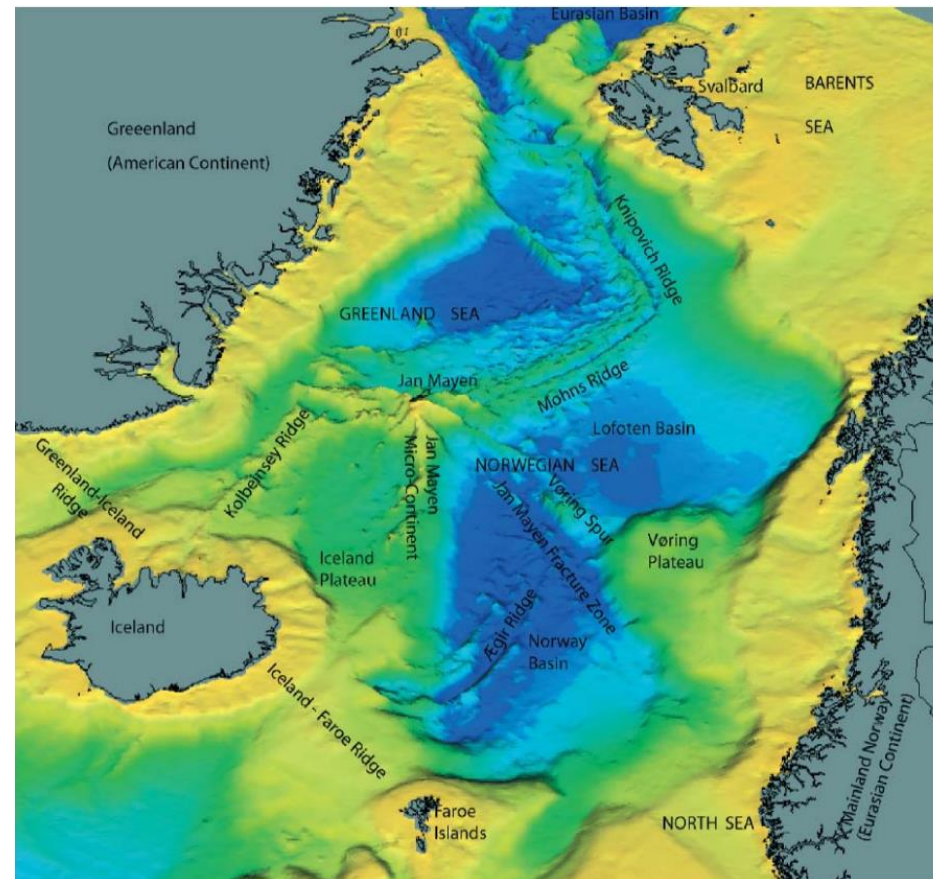


Figure : Topographie de fond des mers du Nord ©  
Oljedirektoratet 2006



# Le courant de Norvège et ses spécificités

- Topographie complexe

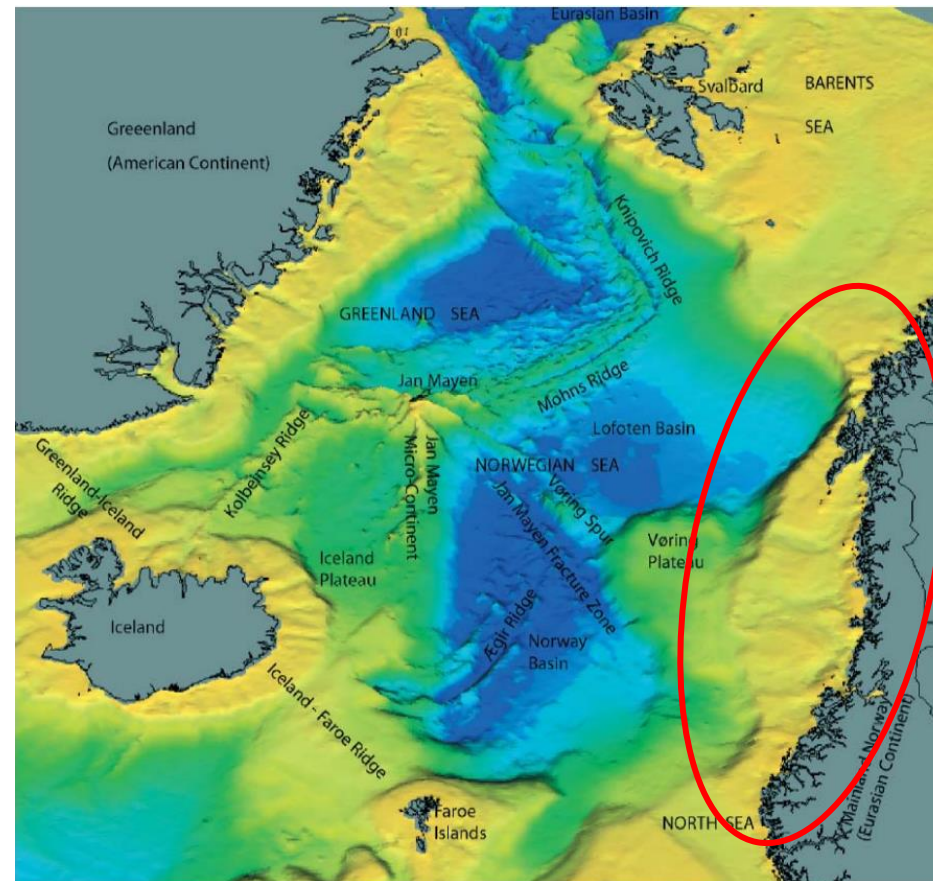
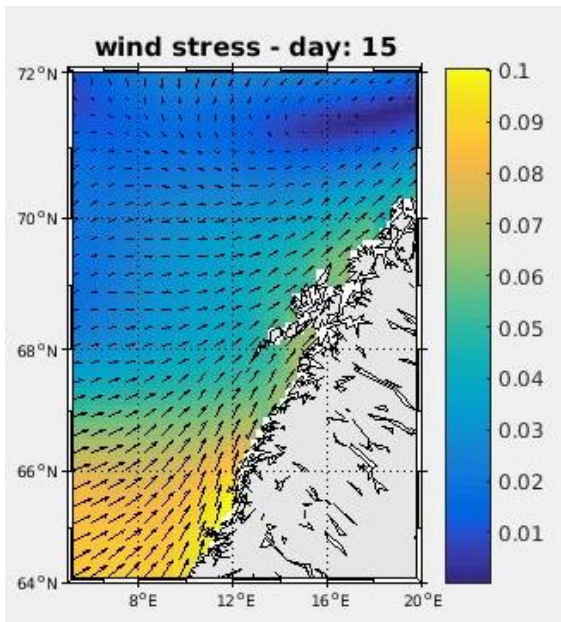


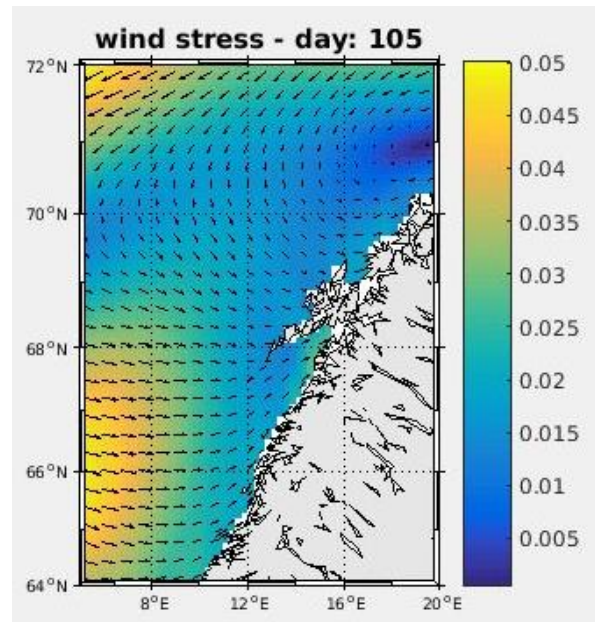
Figure : Topographie de fond des mers du Nord ©  
Oljedirektoratet 2006

## Le courant de Norvège et ses spécificités

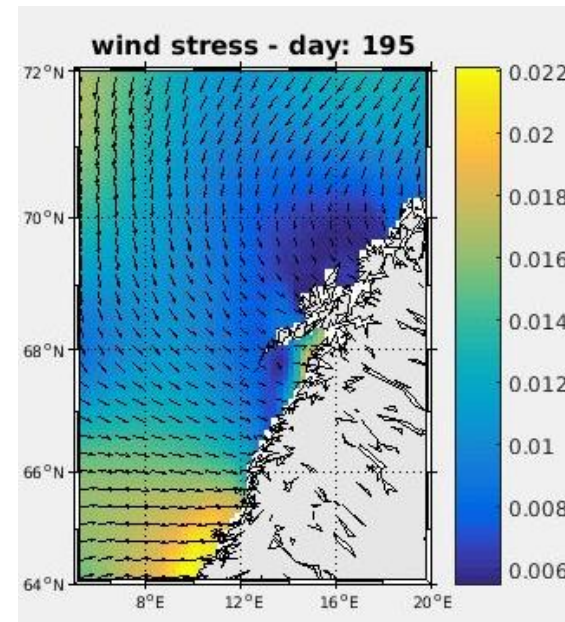
- Variabilité saisonnière du régime des vents



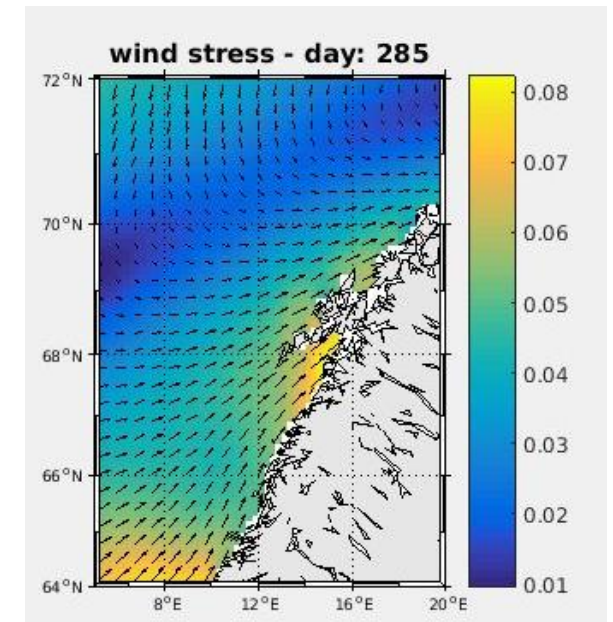
Hiver



Printemps



Été



Automne

- Hiver : Fort vent du Sud-Ouest
- Été : Vents plus doux du Nord-Est



## Le modèle CROCO

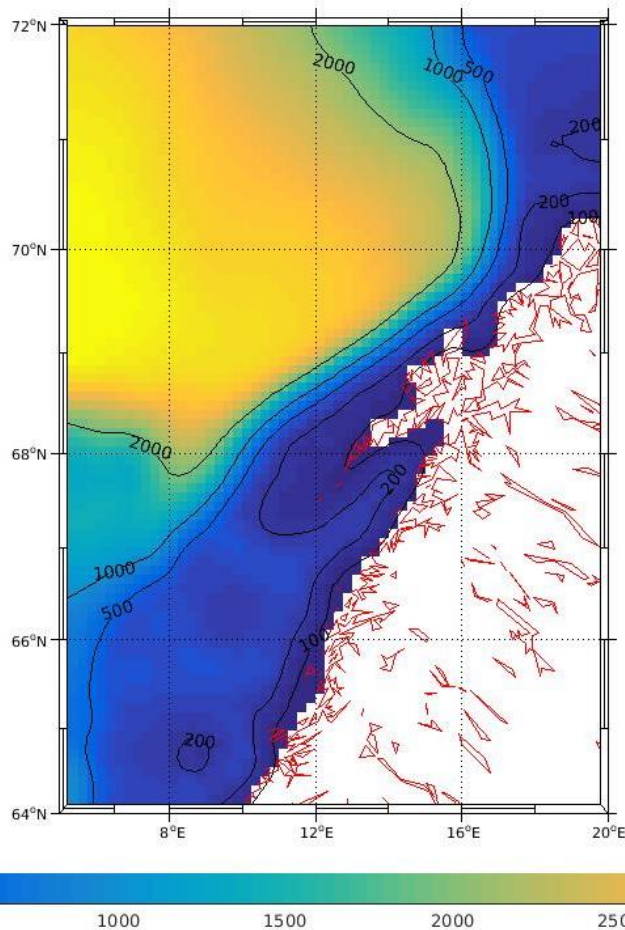


Figure : Carte de la bathymétrie utilisée pour la simulation

- Résolution tridimensionnelle des équations du mouvement :

Nombre de maille en x	59
Nombre de maille en y	86
Nombre de maille en z	32

➔ Sur l'horizontale : Grille d'Arakawa C  
 ➔ Sur la verticale : Coordonnée sigma

- Résolution :  $\frac{1}{4}$
- Frontières ouvertes : N, S, E, W
- Conditions initiales et forçages
- Simulation sur 10 ans

# Le modèle CROCO

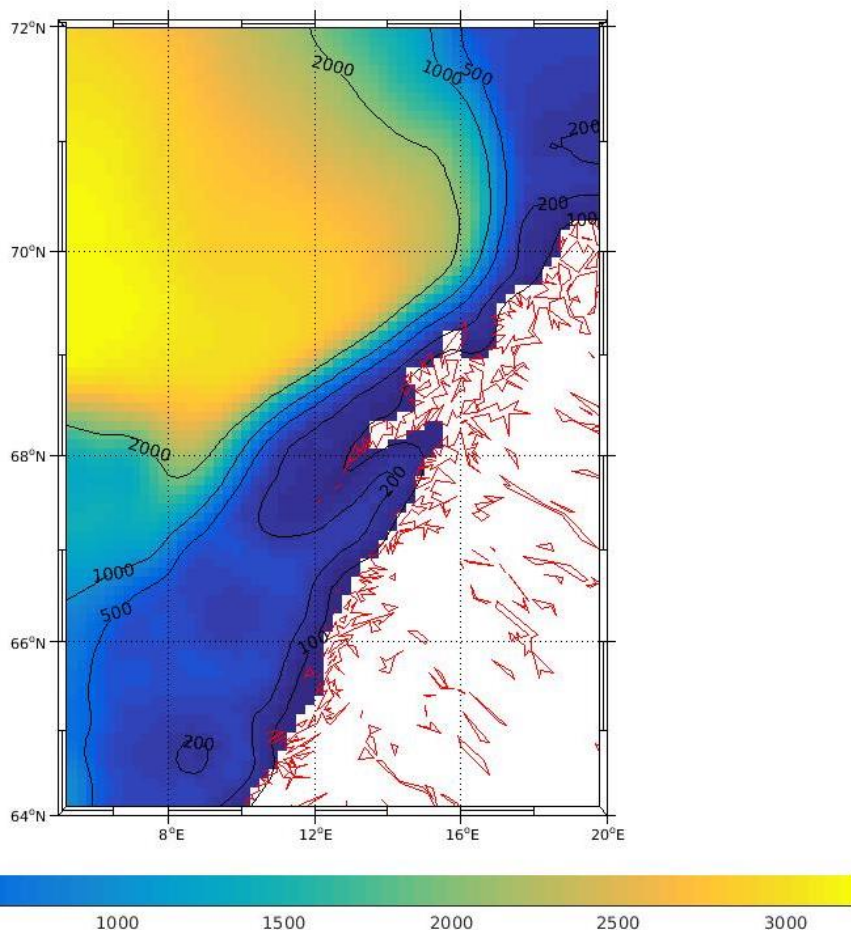


Figure : Carte de la bathymétrie utilisée pour la simulation

➤ Critères CFL :

$$\Delta t \leq \frac{1}{c} \left[ \frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

$$\Delta t = 24 < 52$$

➤ **Aucun processus ne se propage de plus d'une maille à chaque pas de temps**

# Diagnostic du modèle

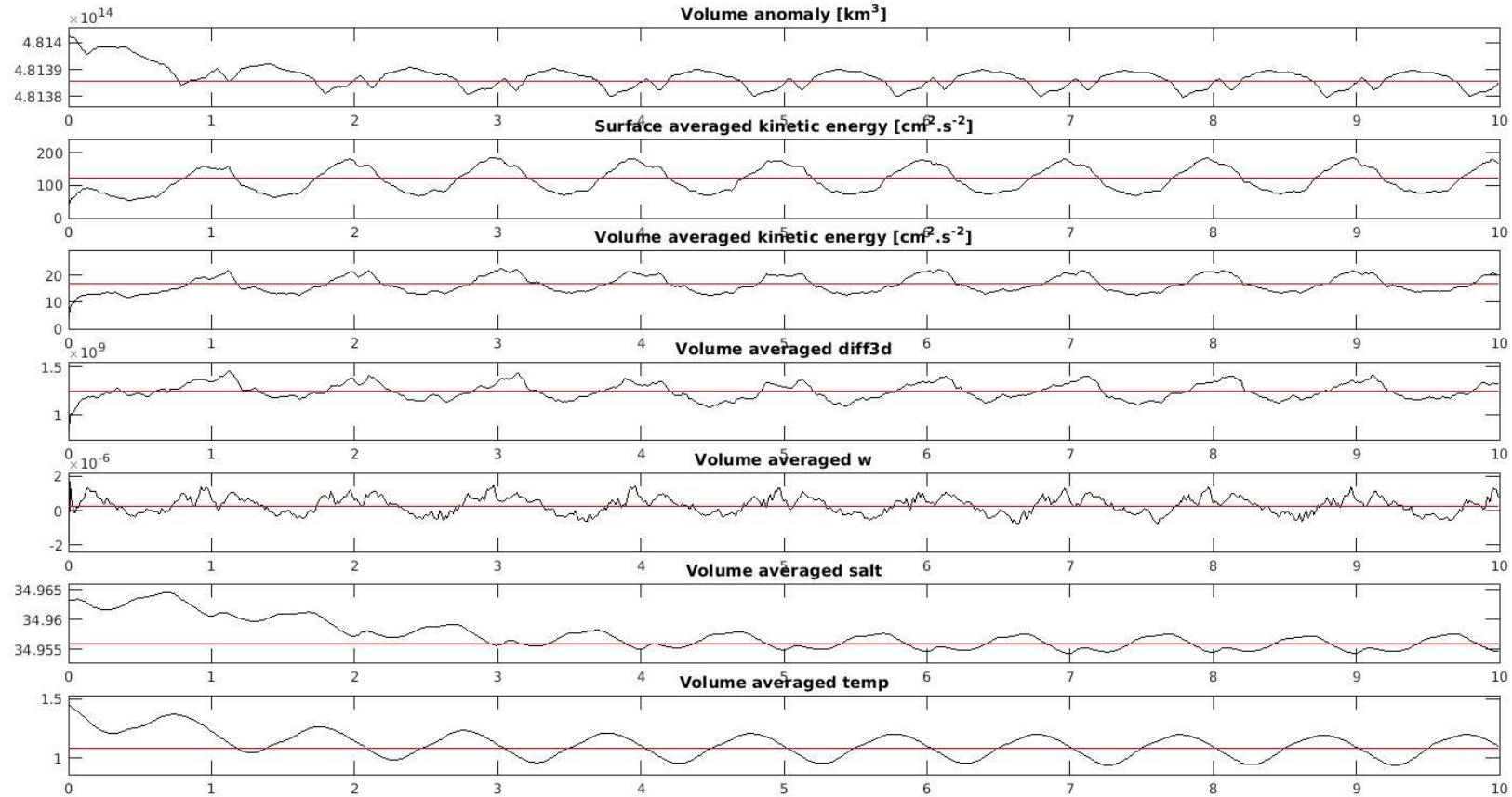


Figure : Évolution des différents paramètres globaux en fonction des années de simulation.



# Diagnostic du modèle

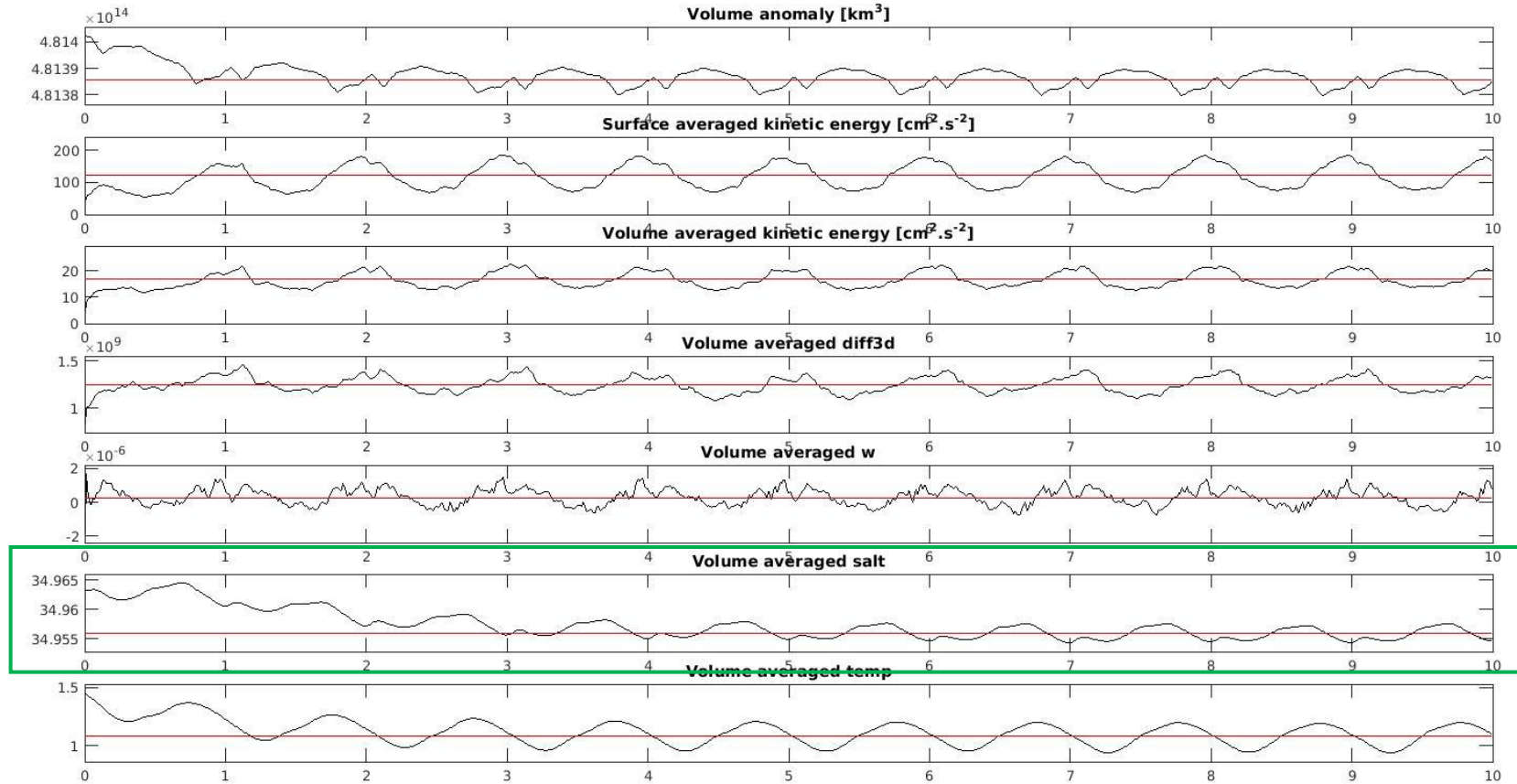
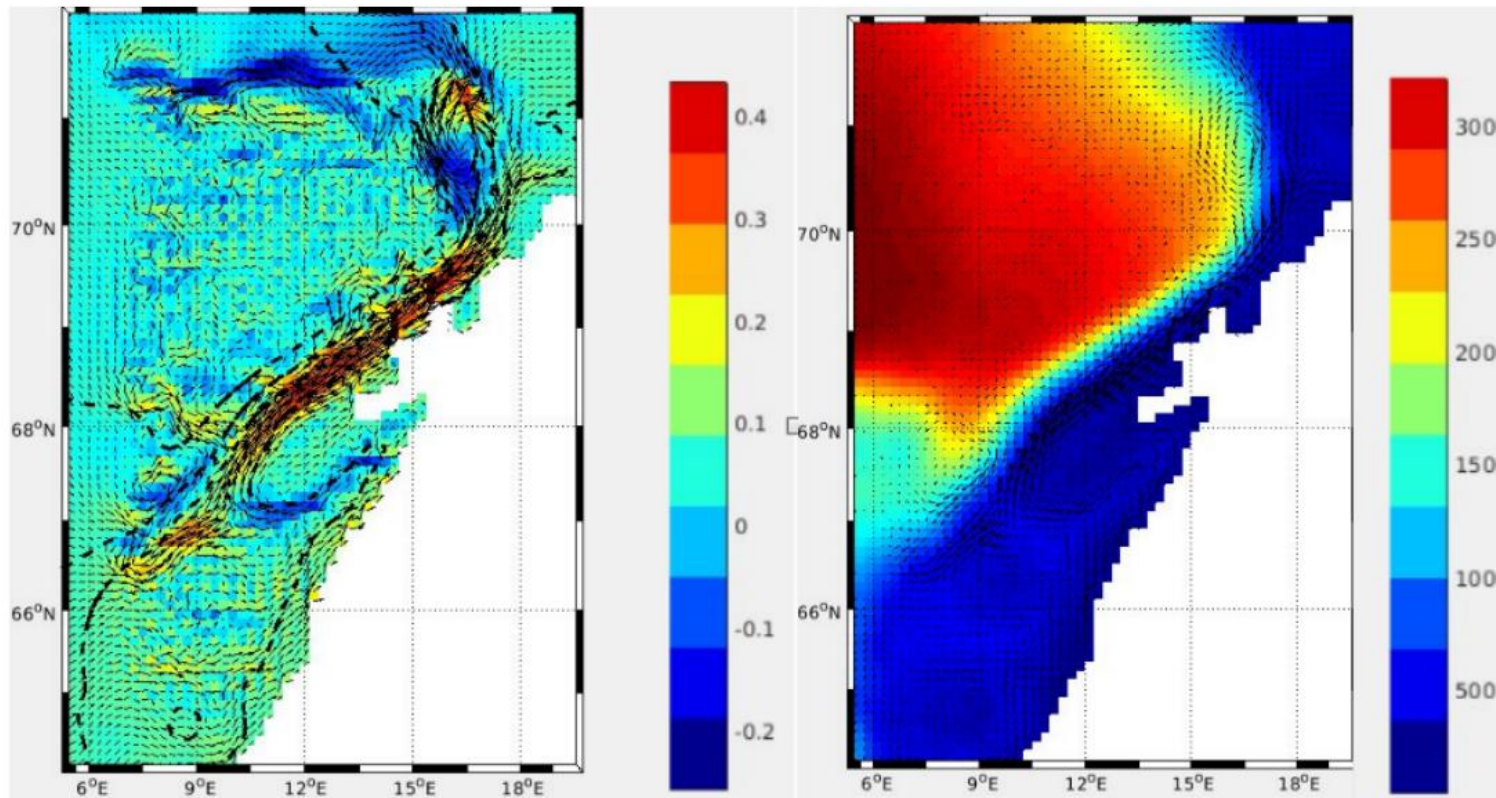


Figure : Évolution des différents paramètres globaux en fonctions des années de simulation.

## Influence de la topographie et des régimes de vent sur le Courant Côtier Norvégien (NCC)



- Resserrement des isobathes
- Pentes abruptes
- **Intensification du courant**

Figures : Simulations du 17 Mars de l'année 5. A gauche : Vitesse horizontale  $u$  (m/s) du courant de surface (à -2.5m) avec les isobathes 200, 500, 1000 et 2000, à droite : Bathymétrie de la zone (m).

# Influence de la topographie et des régimes de vent sur le Courant Côtier Norvégien (NCC)

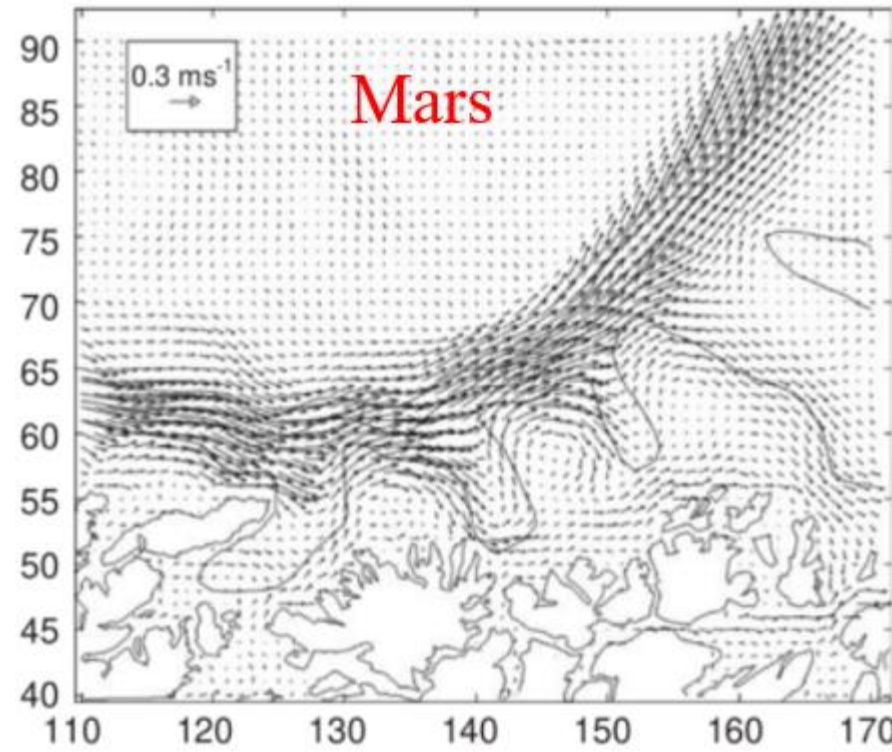
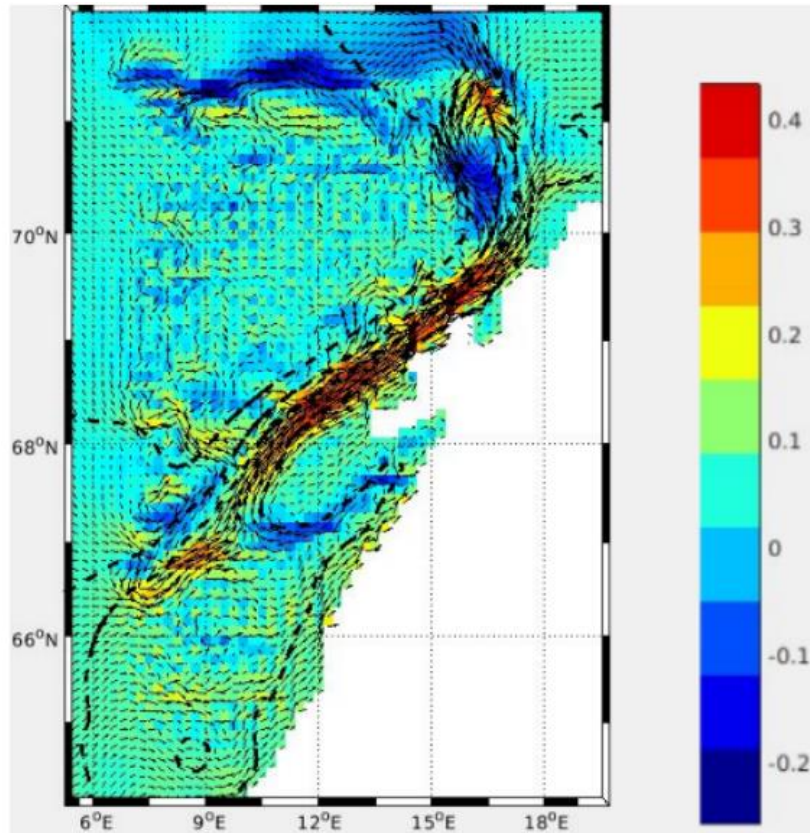


Figure : Résultat du modèle SINMOD J.Skarjhamar et H.Svendsen (2005) pour le courant moyen de surface (à -2.5m).

- Variations saisonnières
- Autre axe d'étude possible : transport des particules en fonction des régimes de vent



# Influence de la topographie et des régimes de vent sur le Courant Côtier Norvégien (NCC)

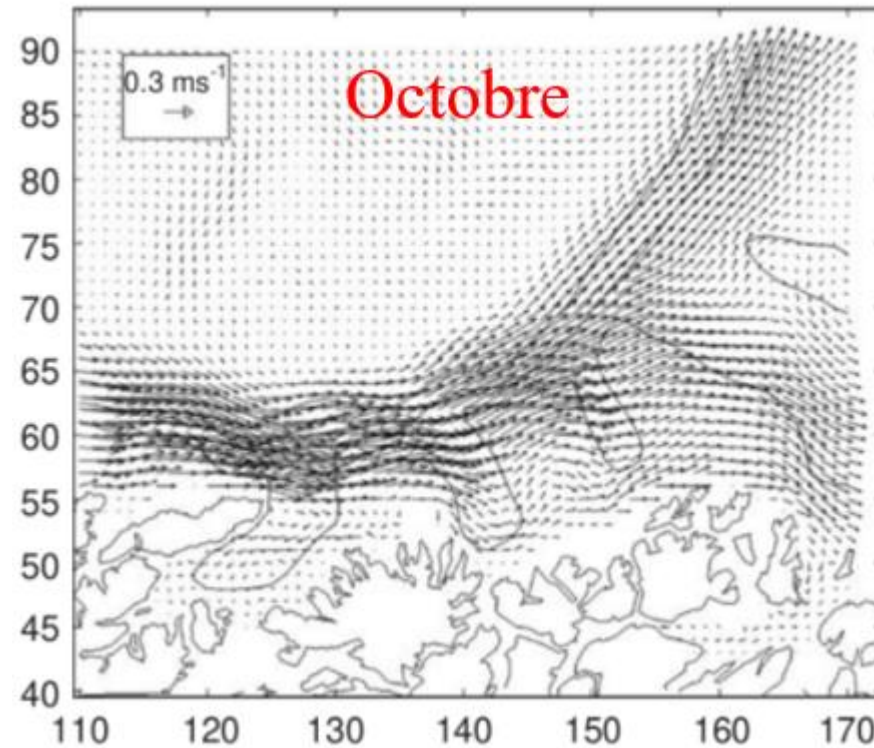
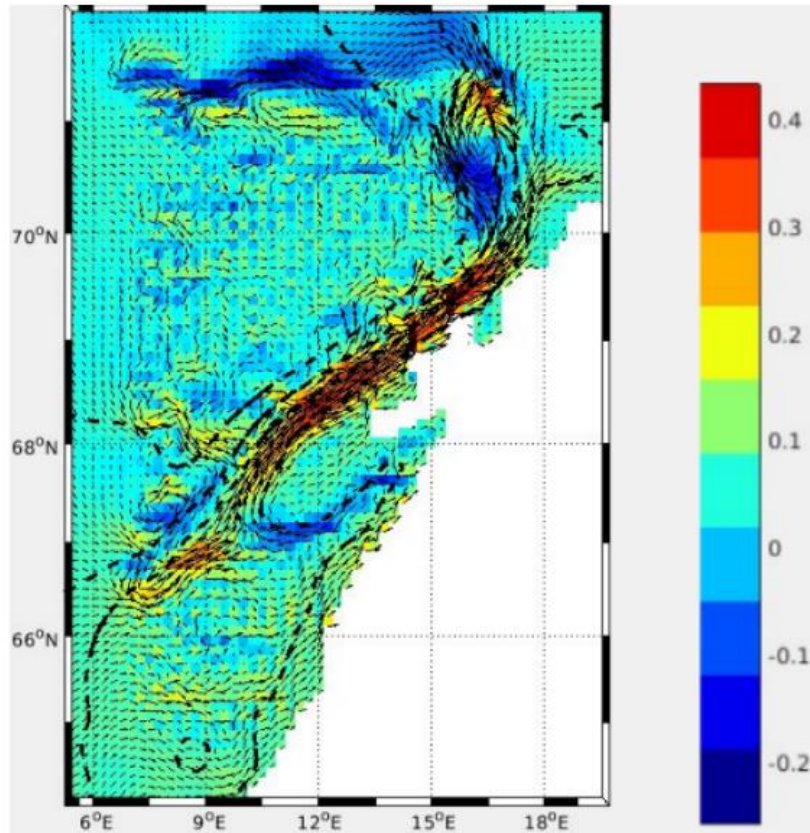
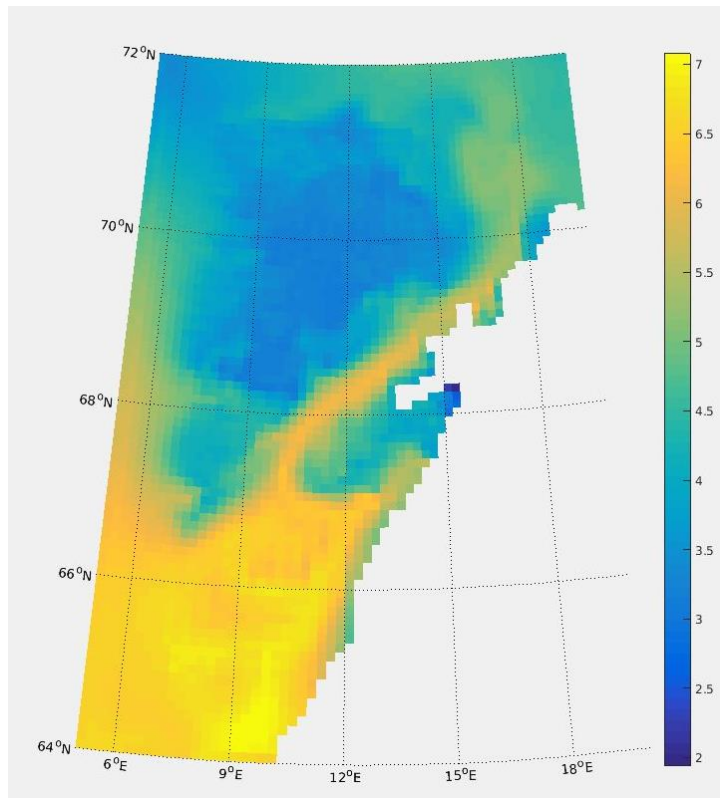
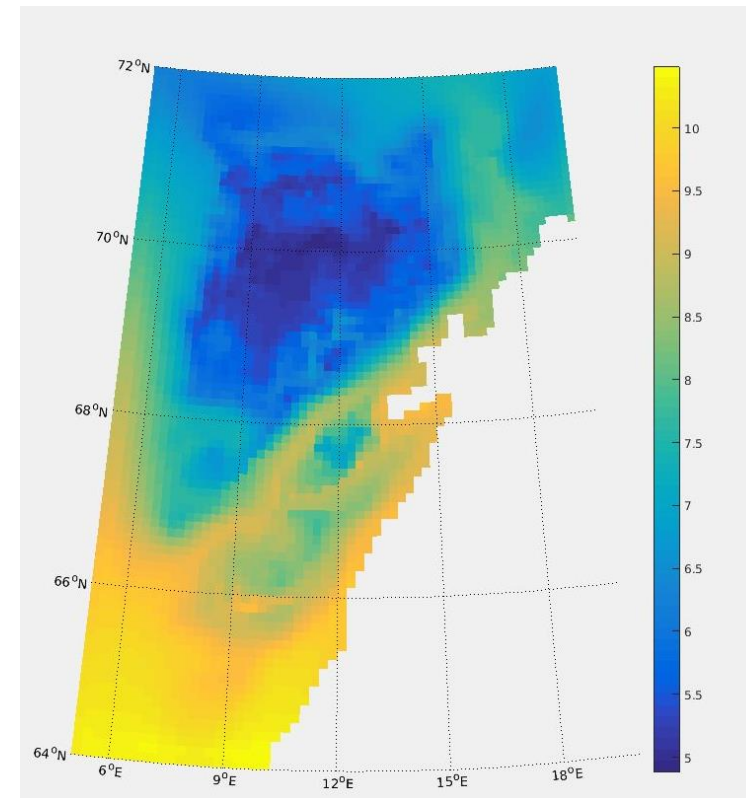


Figure : Résultat du modèle SINMOD J.Skarjhamar et H.Svendsen (2005) pour le courant moyen de surface (à -2.5m).

- Variations saisonnières
- Autre axe d'étude possible : transport des particules en fonction des régimes de vent

Température

# Etude de la température et de la salinité

**Mars****Octobre**

Figures : Cartes de la zone d'étude représentant la température de l'eau de surface. A gauche : le 17 Mars, à droite le : 17 Octobre

Température

# Etude de la température et de la salinité

Octobre

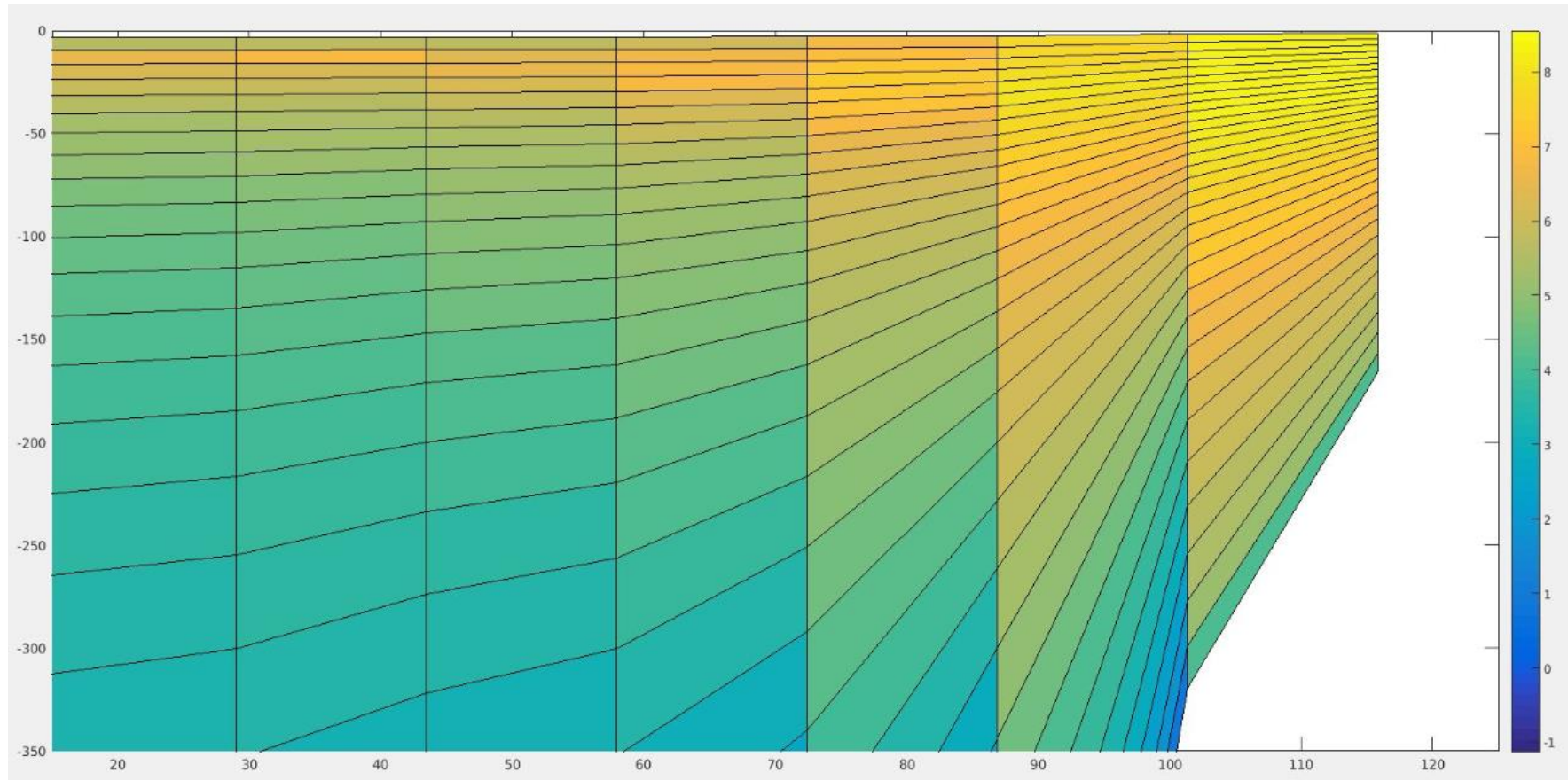


Figure : Section verticale à 69.67°N de la température



## Température

# Etude de la température et de la salinité

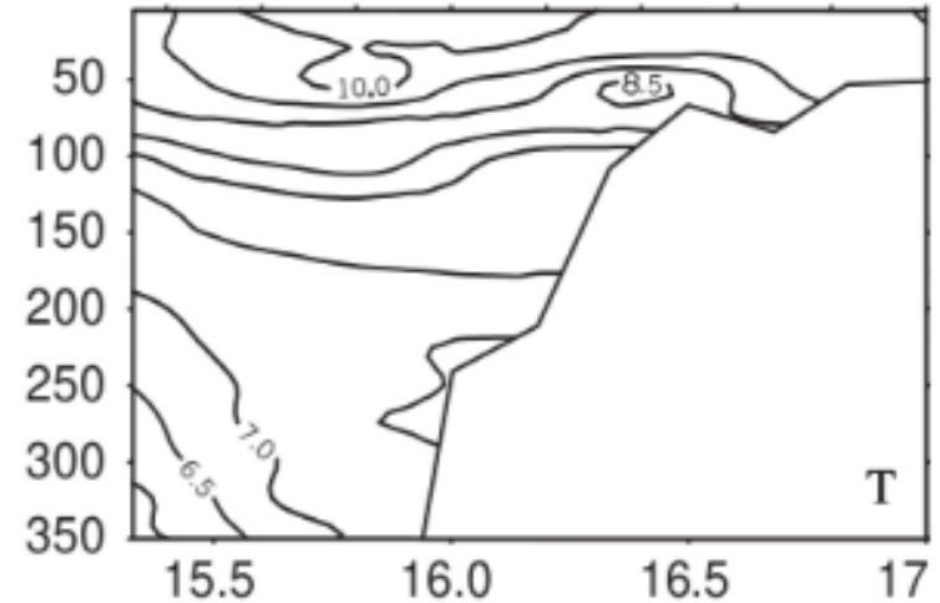
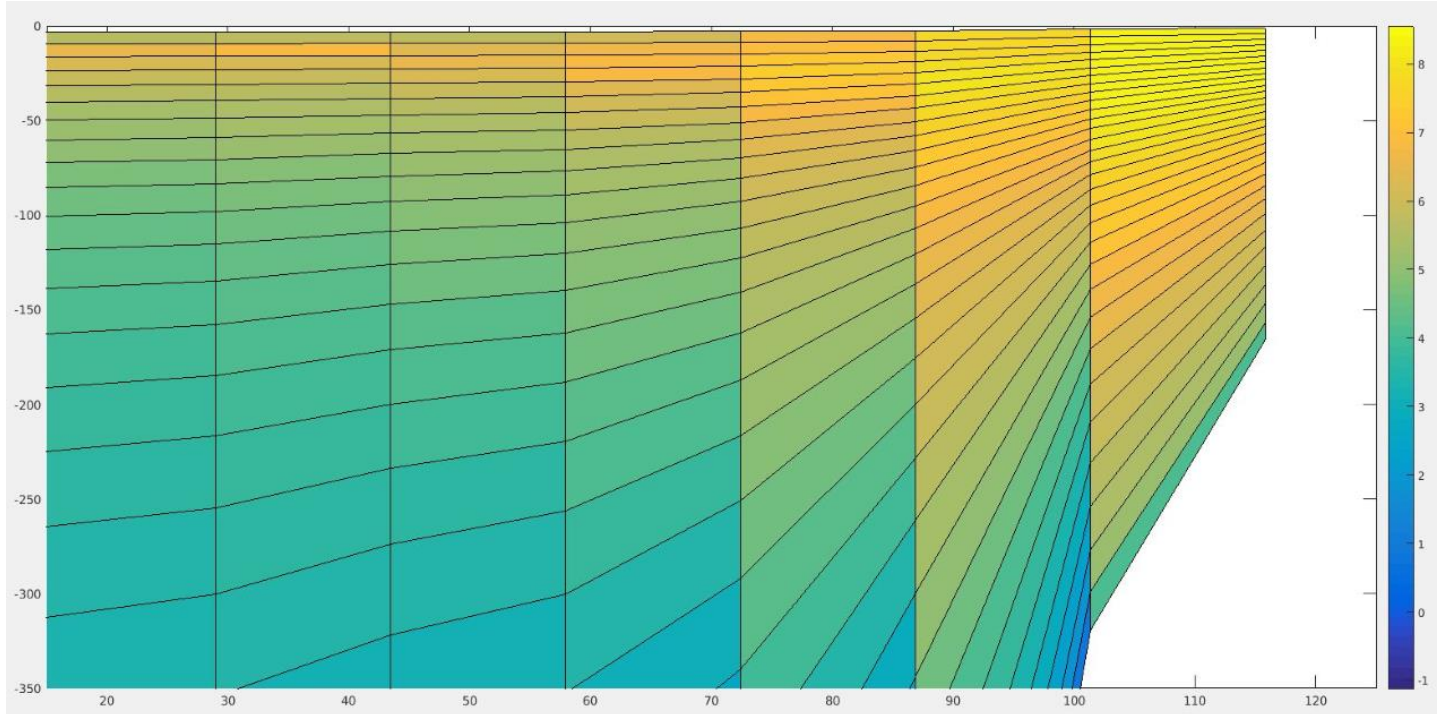
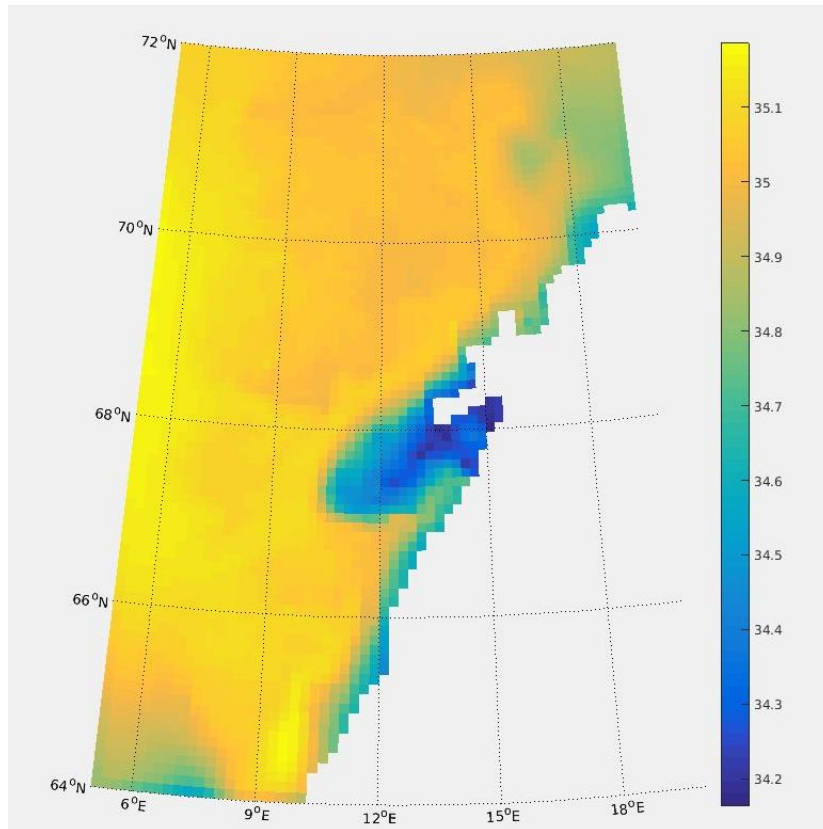


Figure : Mesures de la température faites par J.Skarjhamar et H.Svendsen (2005) à 69.67°N en Octobre 2000

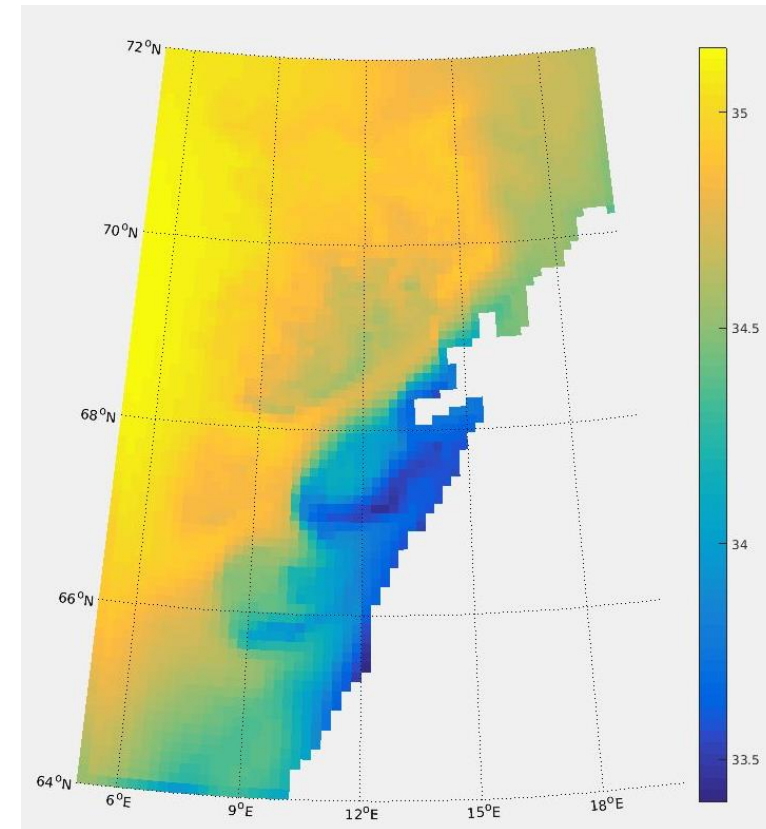
➤ Stratification de la température

# Etude de la température et de la salinité

Mars



Octobre



Figures : Cartes de la zone d'étude représentant la salinité de l'eau de surface. A gauche : le 17 Mars, à droite le : 17 Octobre

Salinité

# Etude de la température et de la salinité

## Octobre

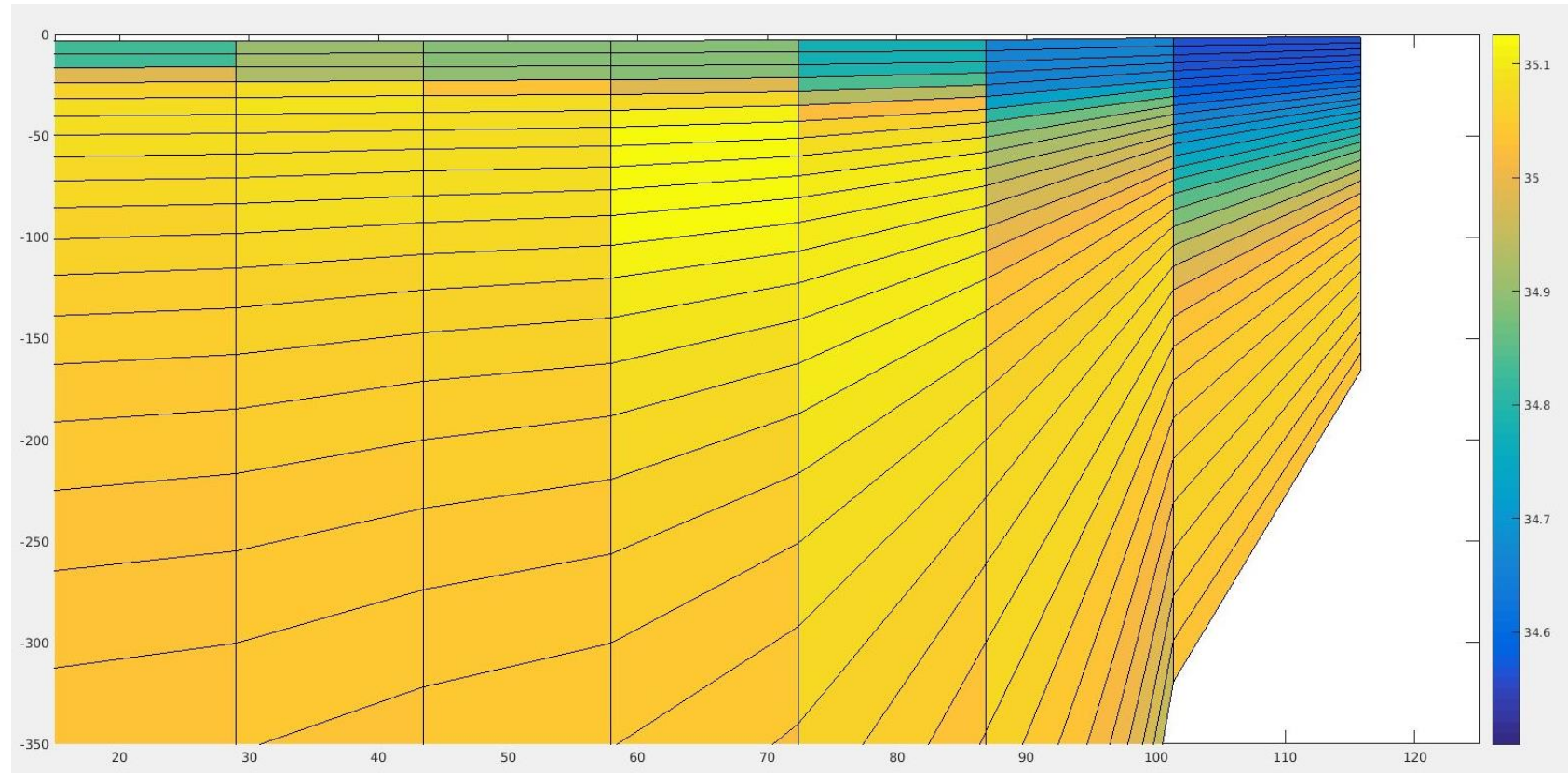


Figure : Section verticale à 69.67°N de la salinité



## Salinité

# Etude de la température et de la salinité

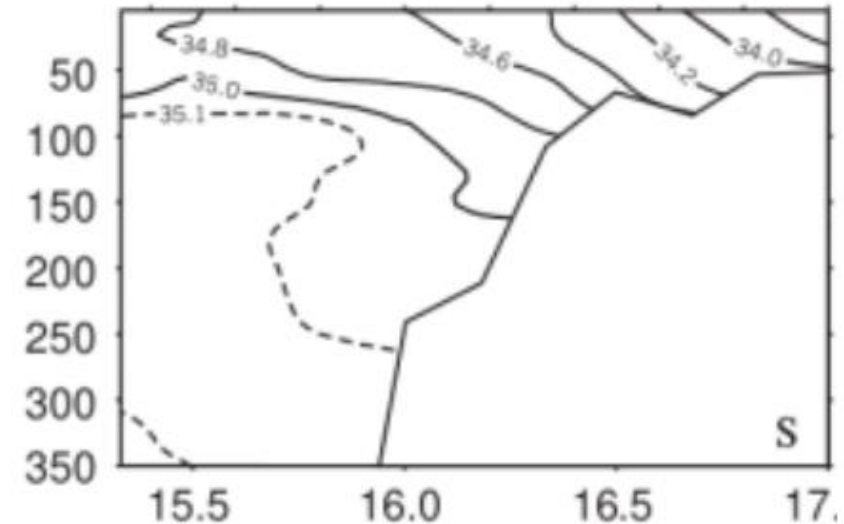
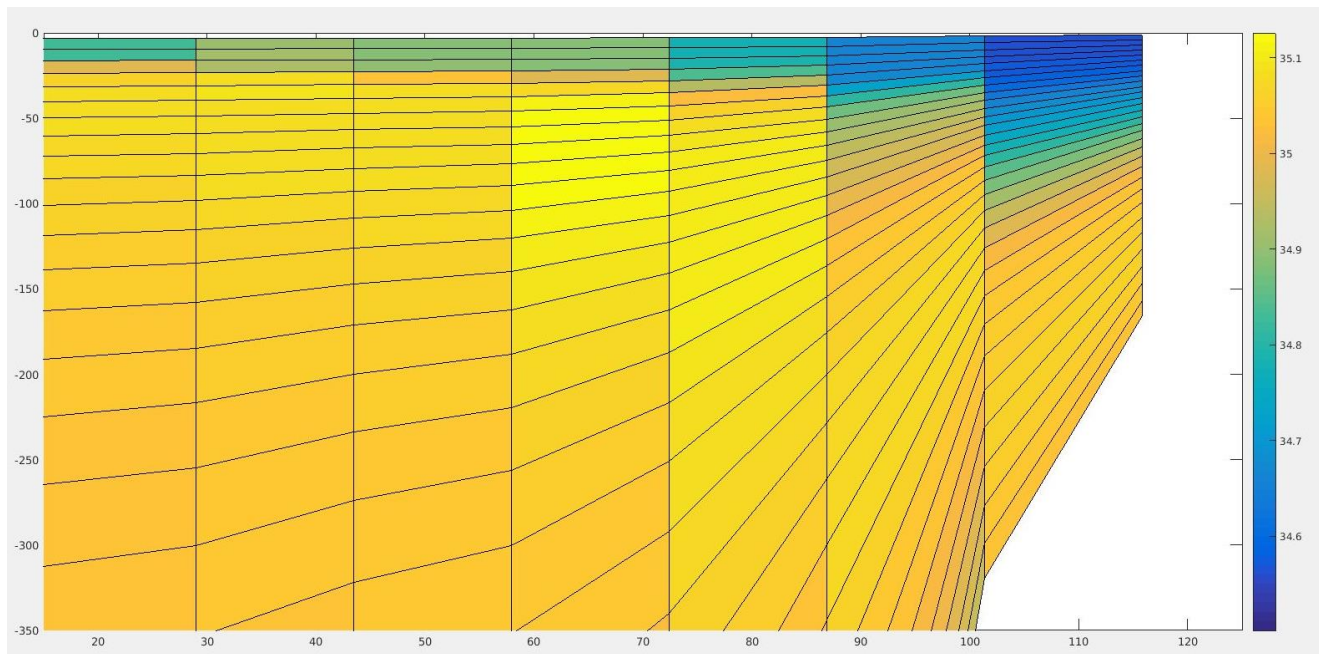
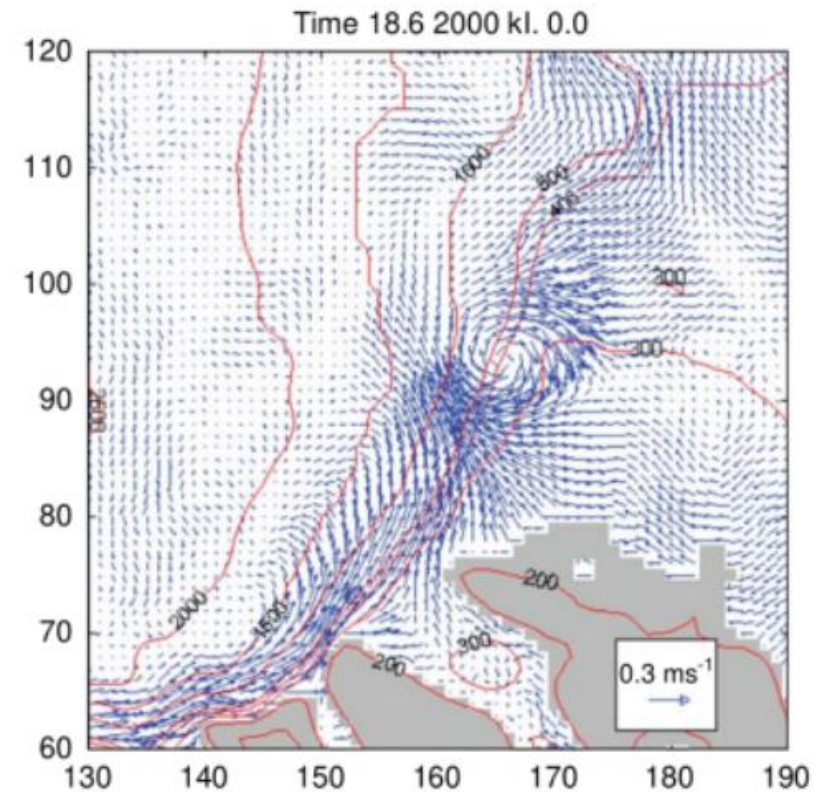
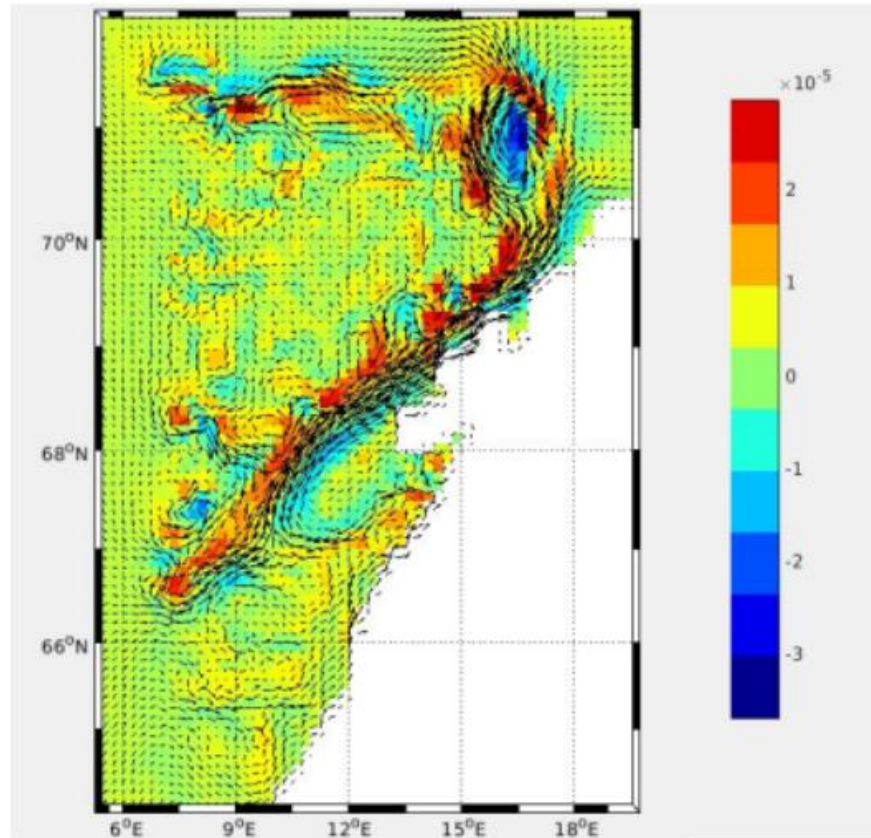


Figure : Mesures de la salinité faites par J.Skarjhamar et H.Svendsen (2005) à 69.67°N en Octobre 2000

- Salinité plus faible près de la côte
- Arrivée d'eau douce

## Présence d'un vortex



➤ Présence d'un vortex à  $71^\circ\text{N}$

Figures : A gauche : Simulation de la vorticité par le modèle CROCO (Mars année 5), à droite : Simulation du champ de courant par le modèle SINMOD (J.Skarjhamar et H.Svensden, 2005)

## Présence d'un vortex

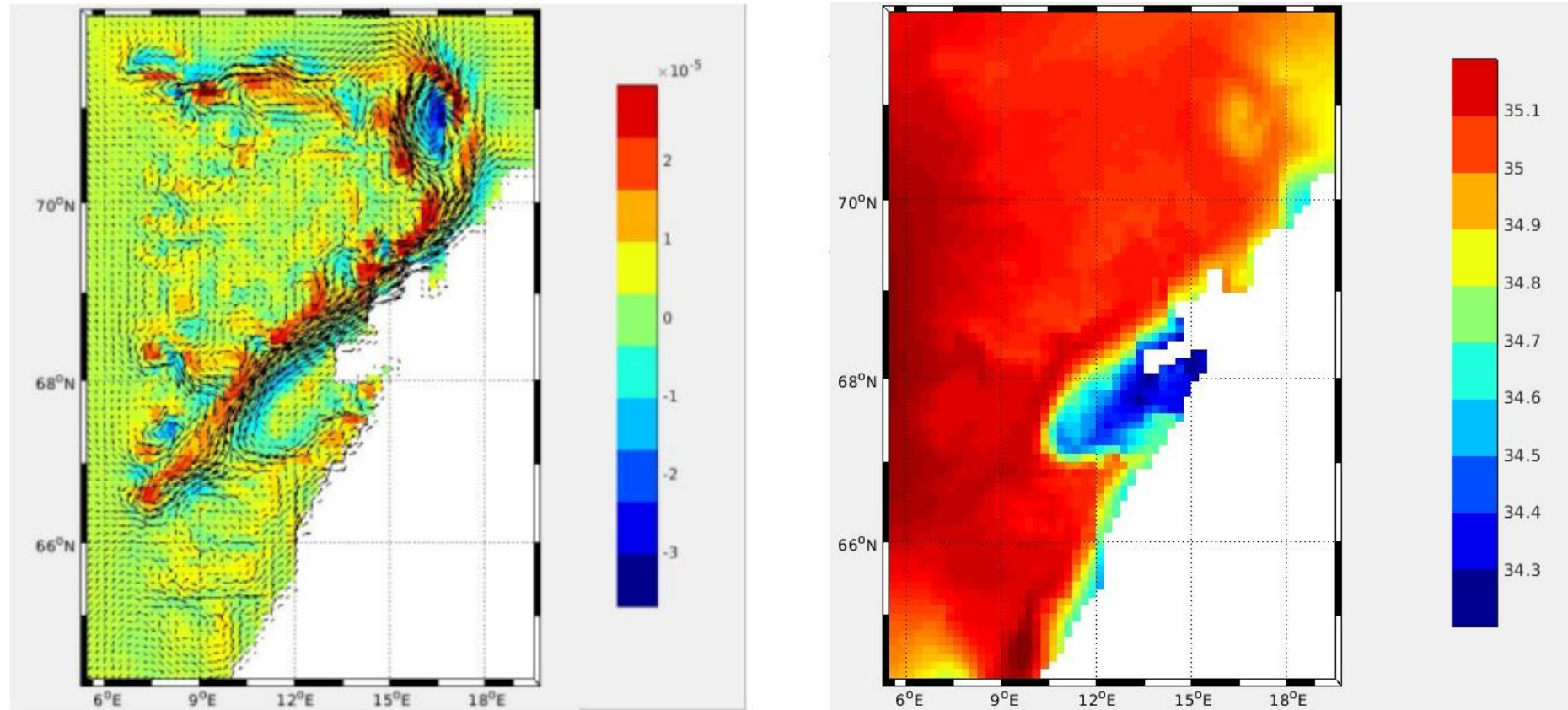
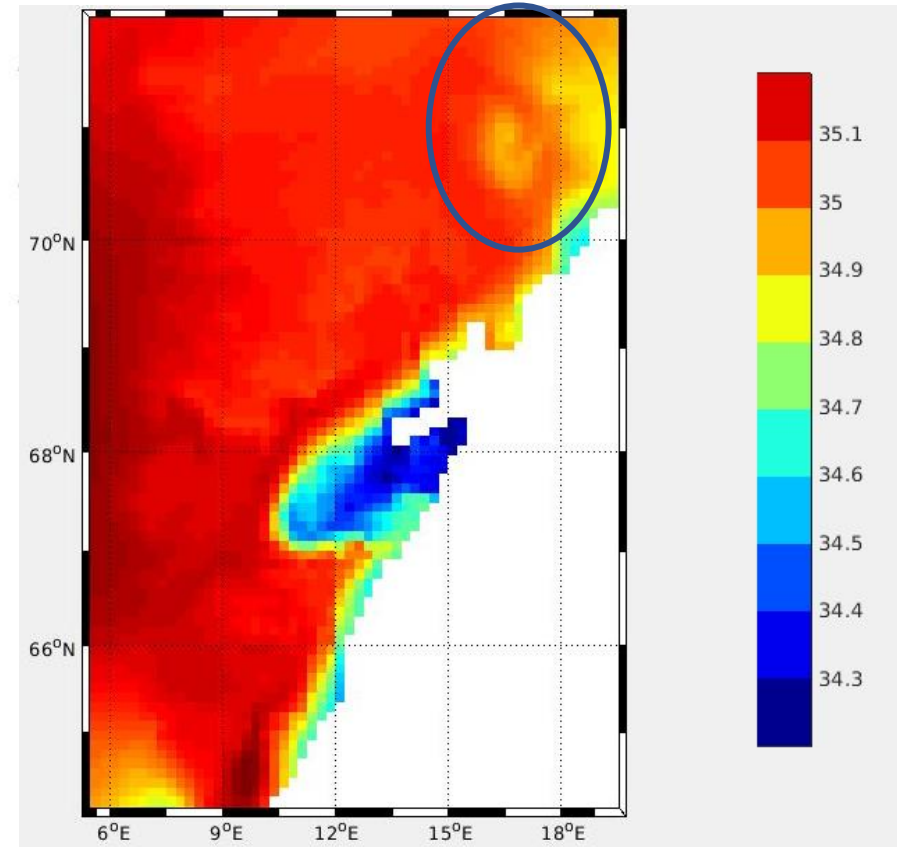
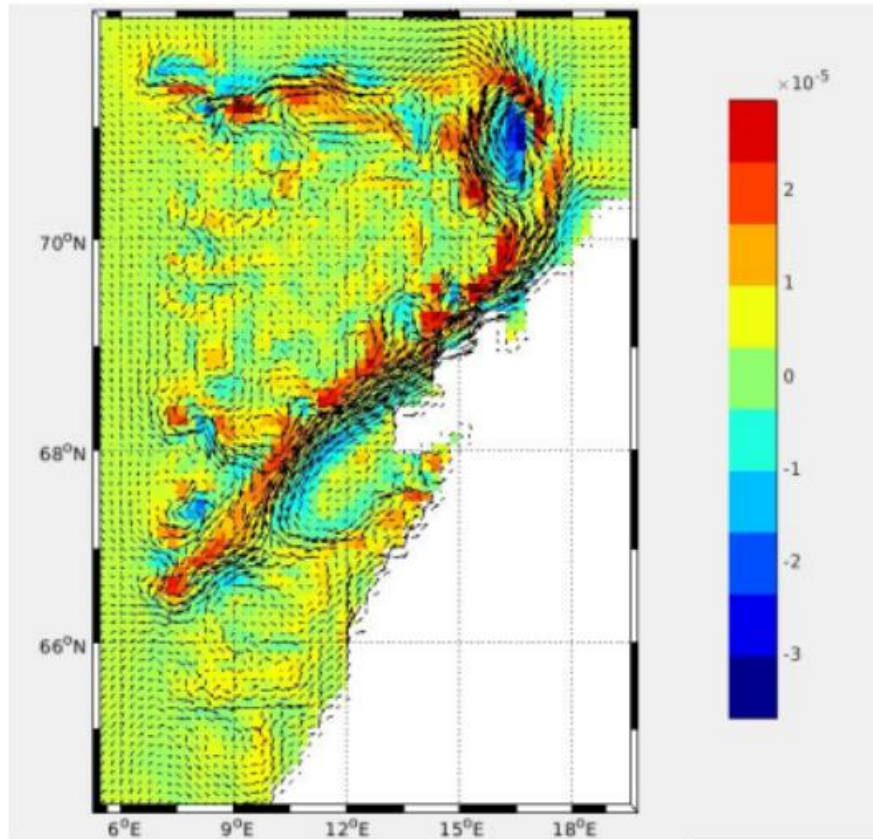


Figure : Simulation de la répartition de la salinité (Mars année 5)



## Présence d'un vortex



➤ Déficit en salinité lié à la présence du vortex

## Présence d'un vortex

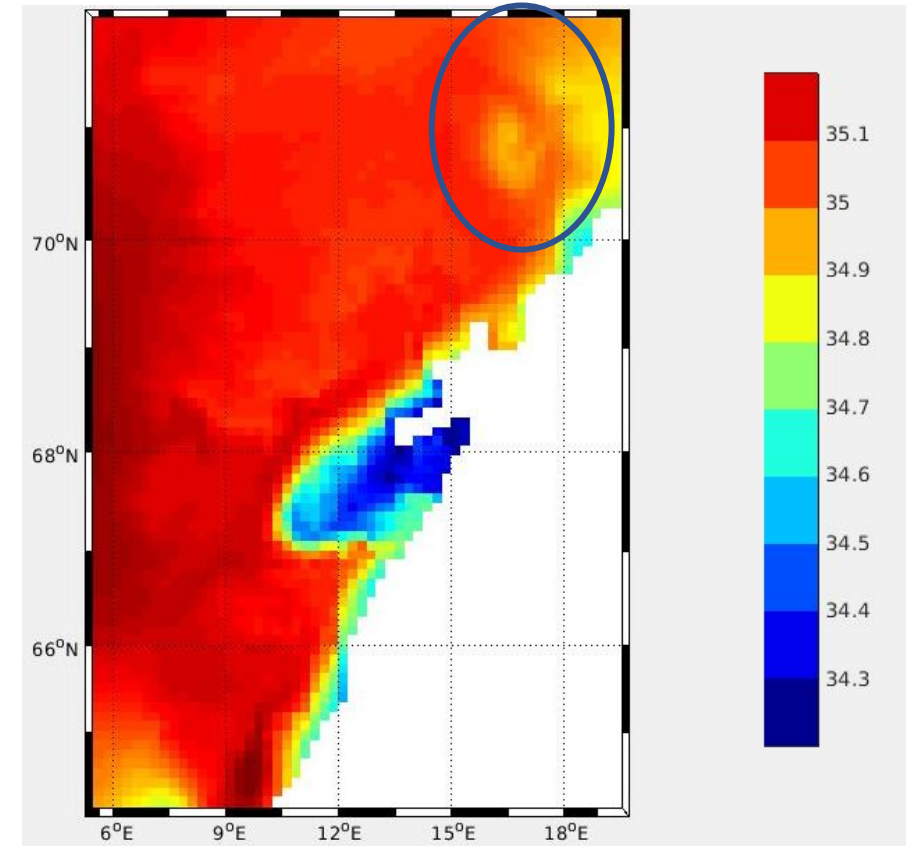
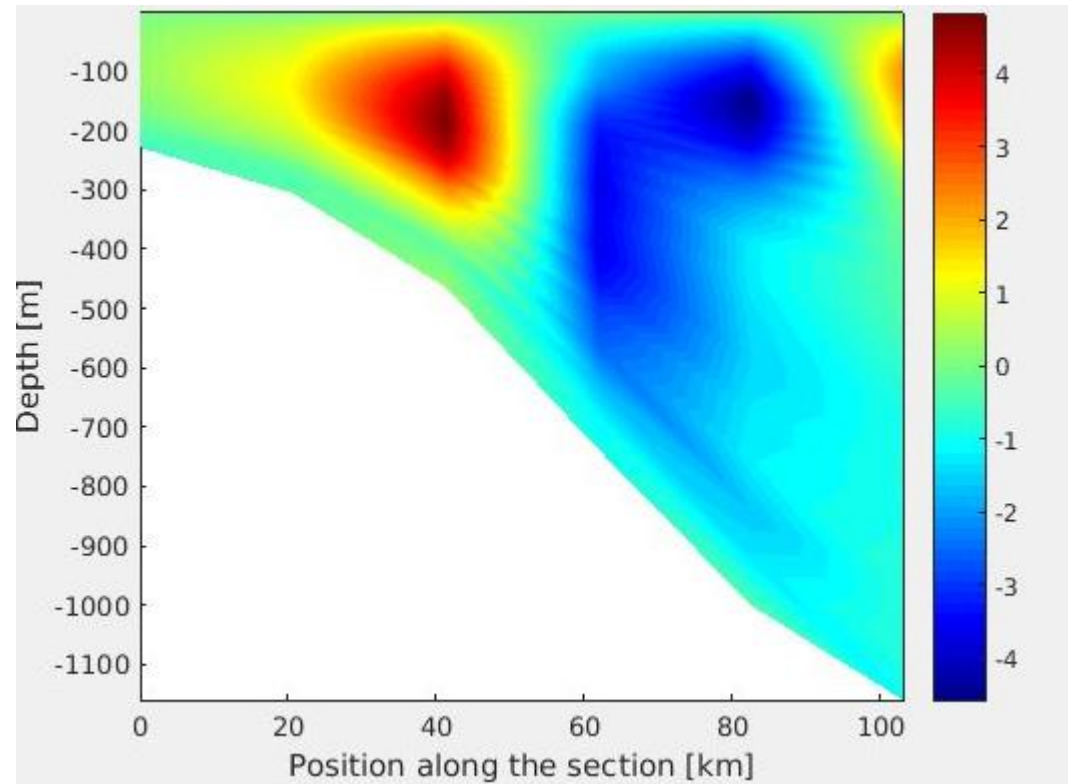
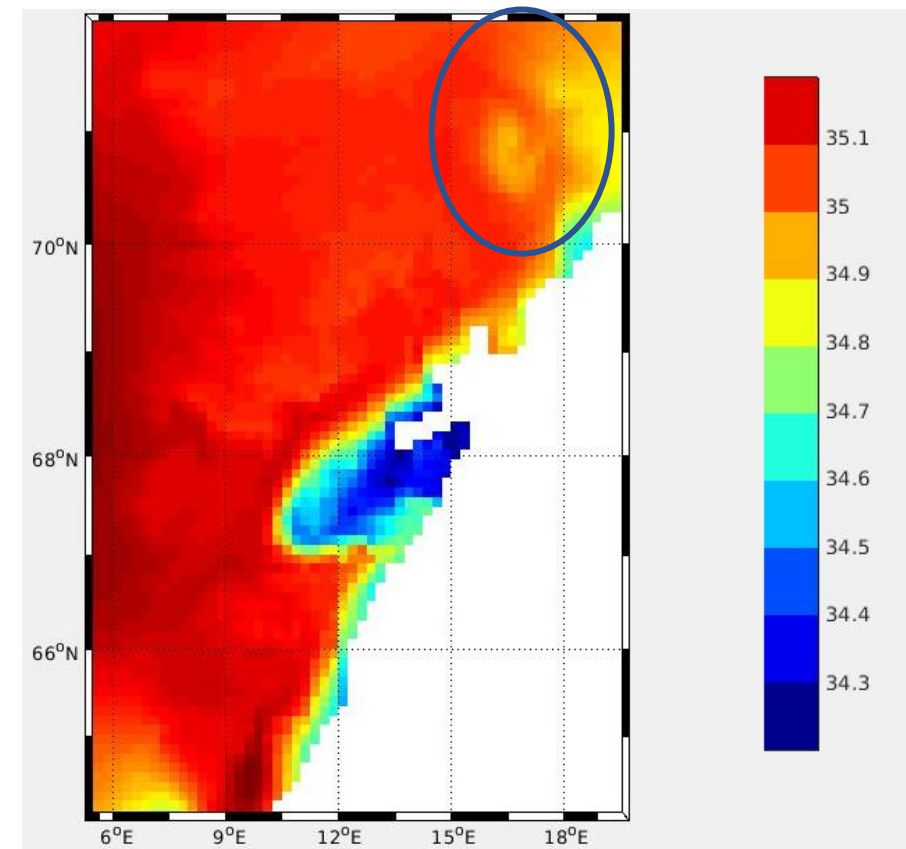
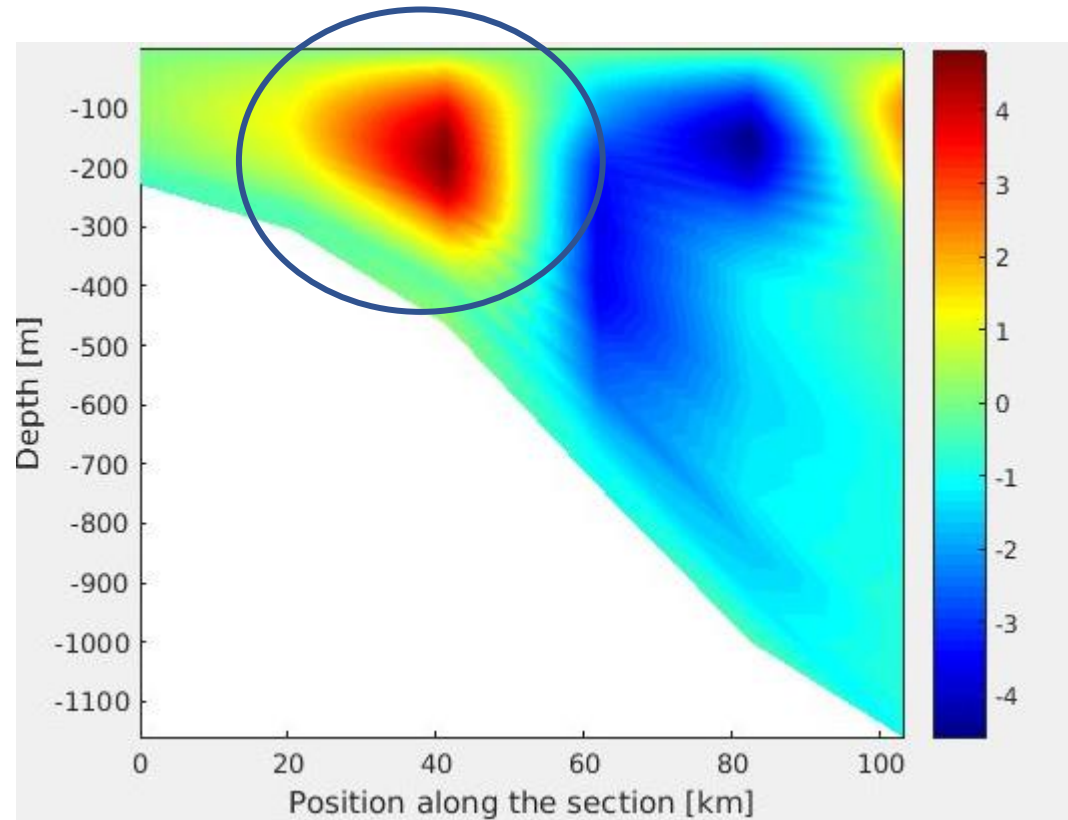


Figure : Section verticale à 71° de la vitesse verticale (Mars année 5)

## Présence d'un vortex



- Remontée d'eau plus profonde particulièrement dessalée



- Résultats du modèle en cohérence avec la littérature
- Permet une bonne observation des caractéristiques principaux du NCC et de la NCW
  - Besoin d'une plus haute résolution pour l'observation des activités de petite échelle (Maelstrom)
  - Besoin d'une plus haute résolution pour mieux observer la répartition des températures et salinités en surface

**Globalement le modèle CROCO a permis de comprendre l'influence générale de la topographie sur la circulation du NCC + la répartition des paramètres salinité et température + la visualisation d'un vortex**



A satellite view of Earth showing a large body of water on the left and a landmass with green vegetation and white snow on the right. The word "MERCI" is written in large, white, serif capital letters across the center of the image.

**MERCI**



Skarðhamar, J., & Svendsen, H. (2005). Circulation and shelf–ocean interaction off North Norway. *Continental Shelf Research*, 25(12-13), 1541-1560.