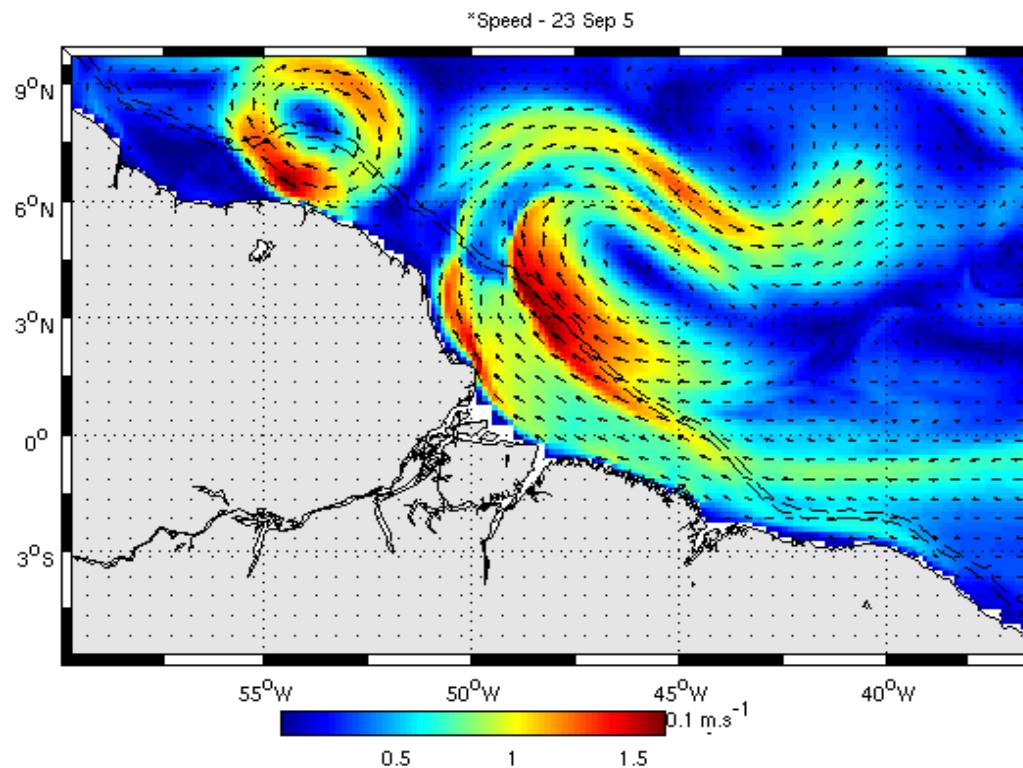


# Étude de la variabilité intra-annuelle de la rétroflexion du courant Nord Brésilien à l'aide du modèle ROMS

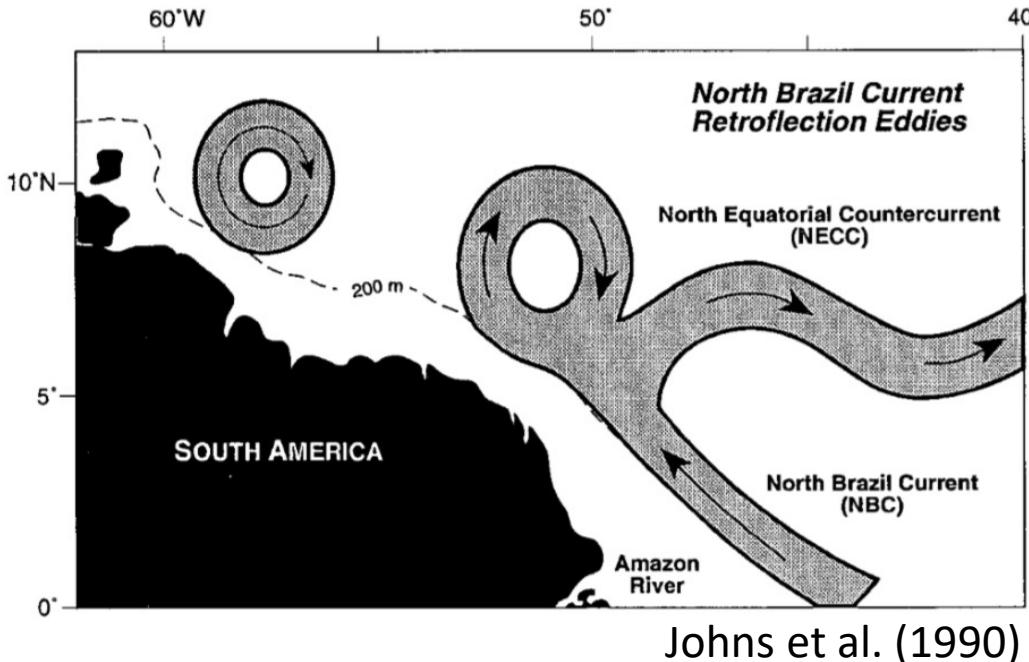
OPB205 : Modélisation 3D océanique



Caroline COMBY

## Courant Nord Brésilien

- Côte Nord-Est de l'Amérique du Sud
- Rétroflexion saisonnière du courant marquée par :
  - Front
  - Tourbillon anticyclonique
- Influence sur le panache de l'Amazone



Johns et al. (1990)

## Modèle ROMS

- Simulation régionale de la circulation océanique
- étude des systèmes à dynamique complexe

Modélisation de la circulation océanique et des étude de la variabilité des caractéristiques des masses d'eau

# Hypothèses mises en œuvre

- ✓ Équilibre hydrostatique sur la composante verticale du mouvement
- ✓ Approximation de Boussinesq et fluide très peu compressible
- ✓ « Fermeture Newtonienne » de la turbulence

# Équations résolues par ROMS

- ✓ Équations du mouvement sur l'horizontale
- ✓ Équations de conservation de la chaleur et du sel
- ✓ Équation de continuité
- ✓ Équation d'état de l'eau de mer (TEOS 10)

# Discrétisation spatiale

- ✓ Grille d'Arakawa C (horizontale)
- ✓ Coordonnées sigma (verticale)

# Discrétisation temporelle

- ✓ *Time splitting*
- ✓ Stabilité du modèle : calcul du critère CFL\*

# Conditions initiales

- ✓ Utilisation de la base de données COADS et du WOA (2005)  
→ *mise en place des forçages climatiques et des conditions initiales*

\*CFL : Courant-Friedrichs-Levy       $\Delta t_e \leq \frac{1}{\sqrt{gh_{max}}} \left[ \frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} \right]^{-1/2}$

# Implémentation à la zone d'étude

## Frontières

Ouvertes : W, N, E

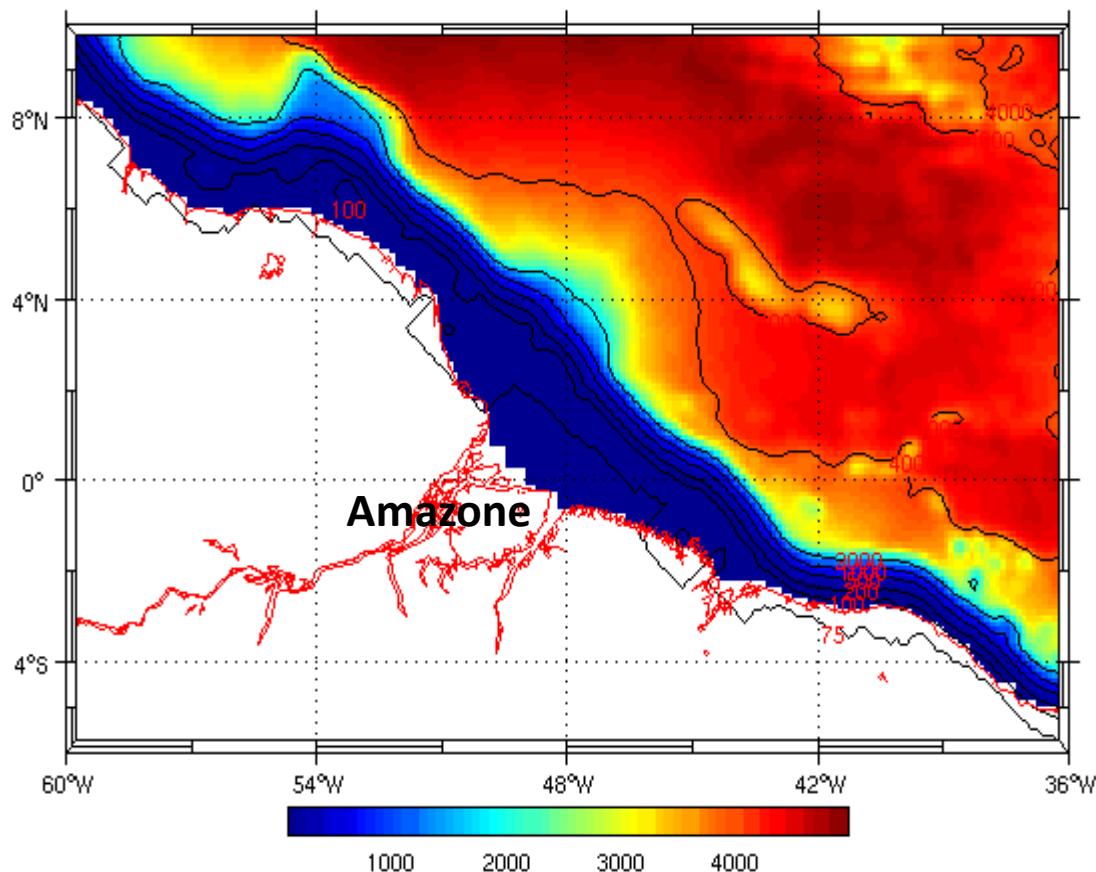
Fermée : S

## Latitude

-6 °N / 10 °N

## Longitude

60 °W / 36 °W



## Résolution

$dl = 1/8$

## Grille du modèle

LLm = 191

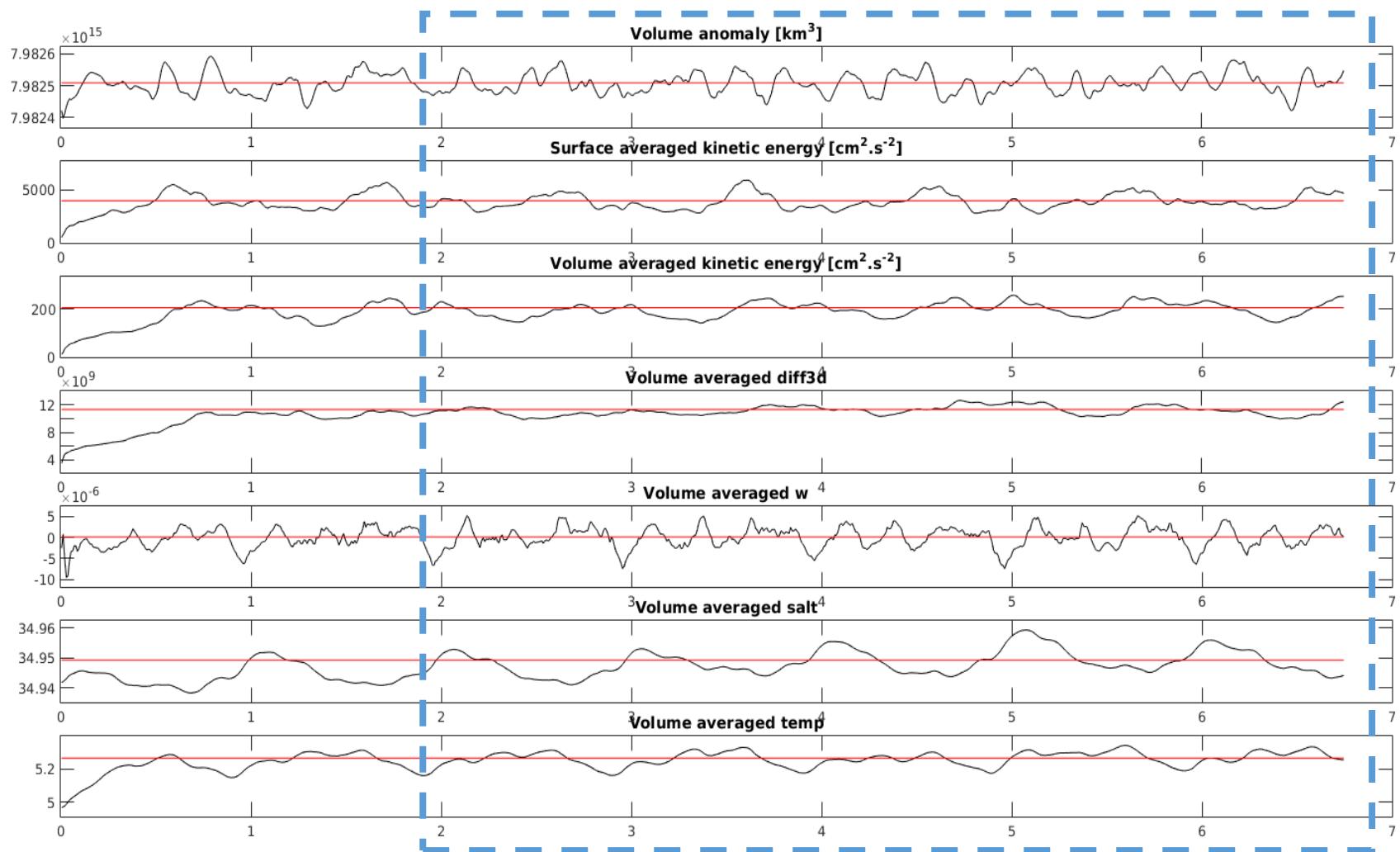
MMm = 128

N = 32

→ Environ  $7,8 \cdot 10^5$  cellules

→ Nombre élevé de cellules = temps de calculs important

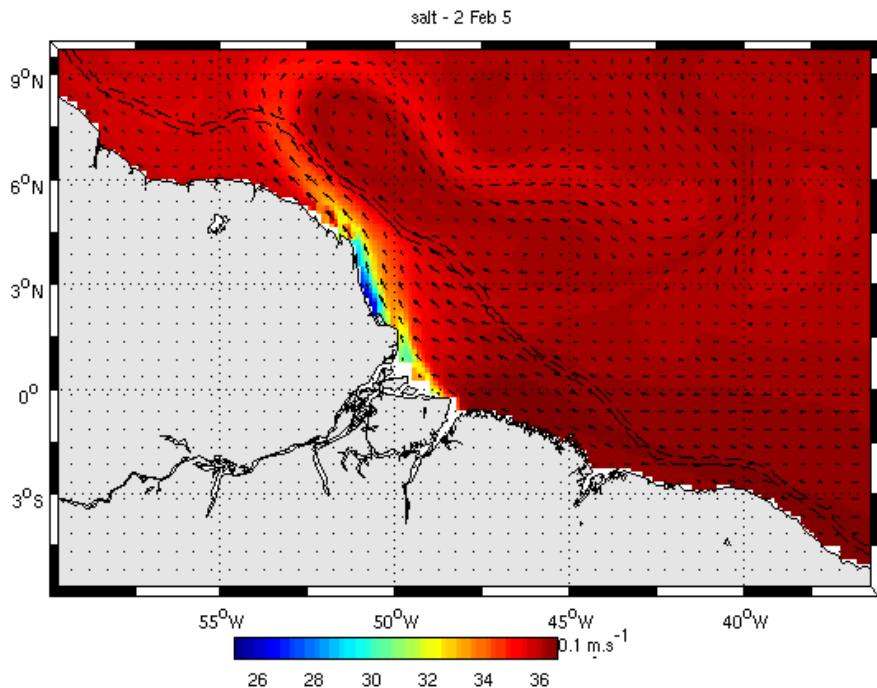
# Diagnostique des paramètres du modèle



Stabilité du modèle à partir de l'année 3

# Variabilité de la salinité

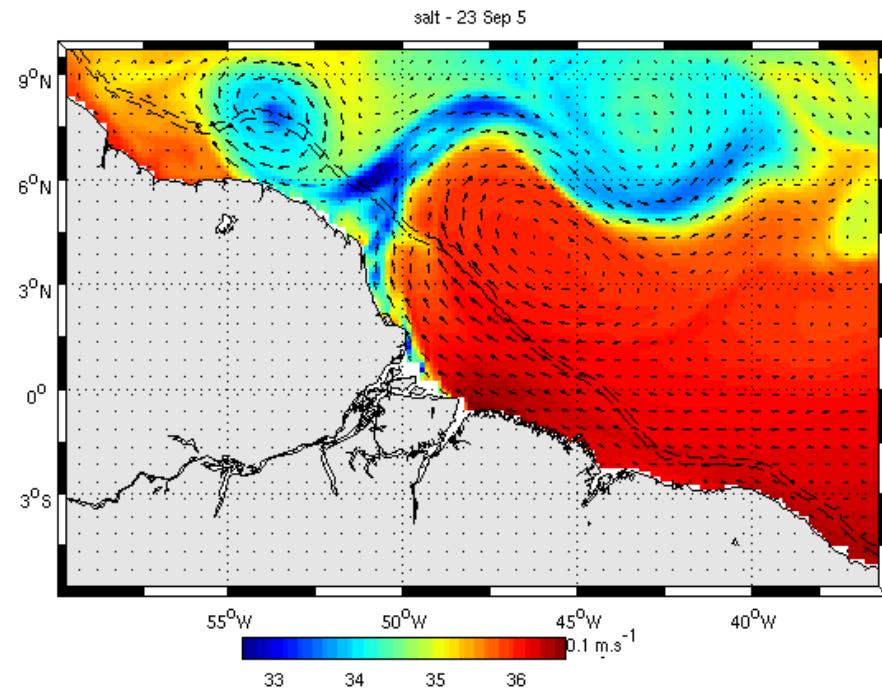
Gamme de variation de la salinité : 26 à 36.5



Février

Masse d'eau dessalée (apports Amazoniens) maintenue le long du plateau des Guyanes

Salinité de l'océan ouvert homogène



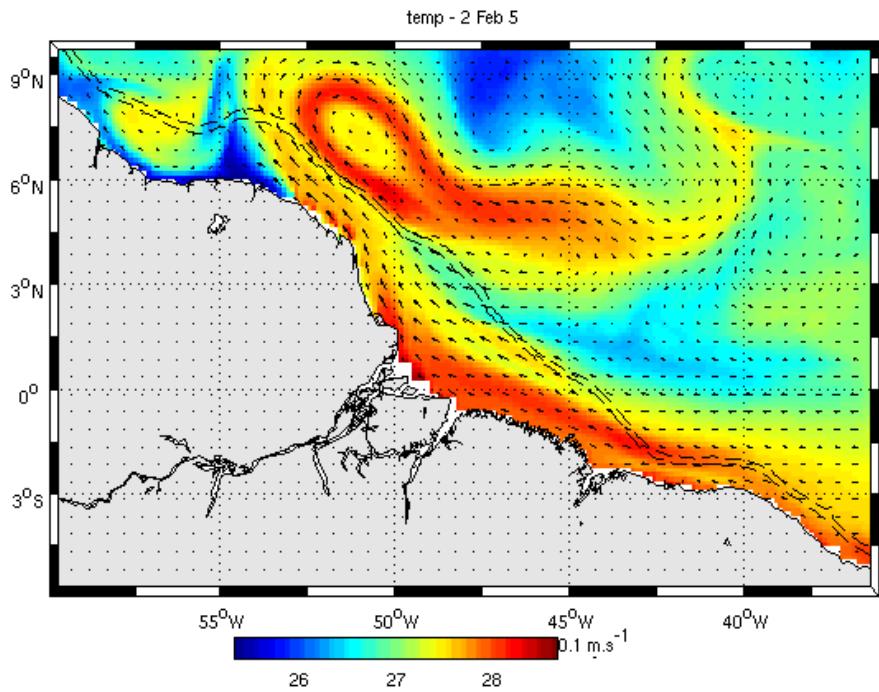
Septembre

Apports Amazoniens emmenés au large

Salinité de l'océan ouvert hétérogène  
→ influence de la rétroflexion

# Variabilité de la température

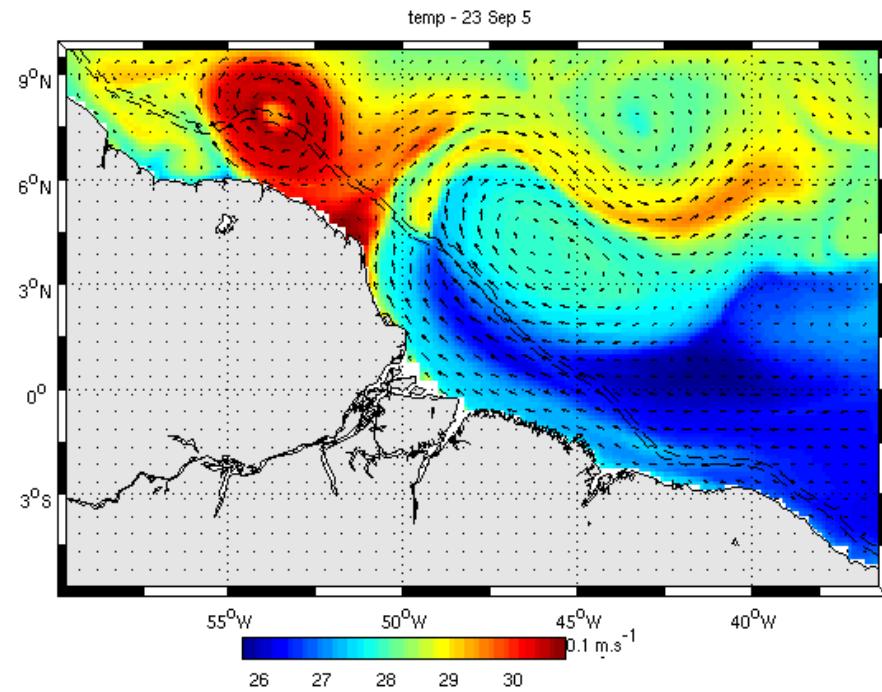
Gamme de variation de la température : 25.5 à 30.5



Février

Masse d'eau chaude longeant le plateau des Guyanes

Répartition hétérogène de la température dans l'océan ouvert



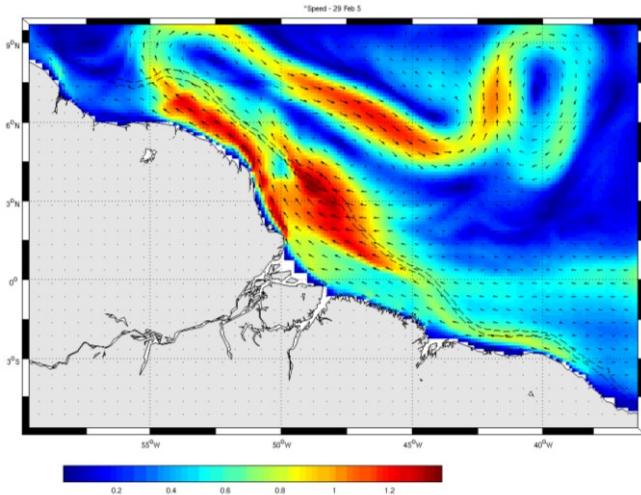
Septembre

Arrivée d'une masse d'eau plus froide par le Sud

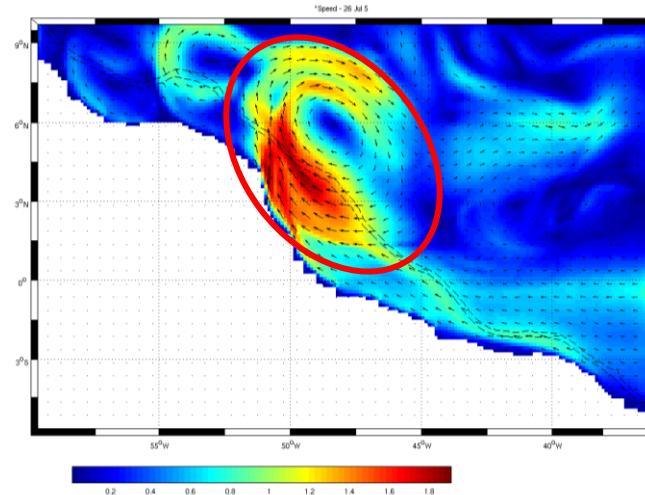
Front zonal de température → barrière dynamique contre le mélange

# Variabilité saisonnière de la rétroflexion

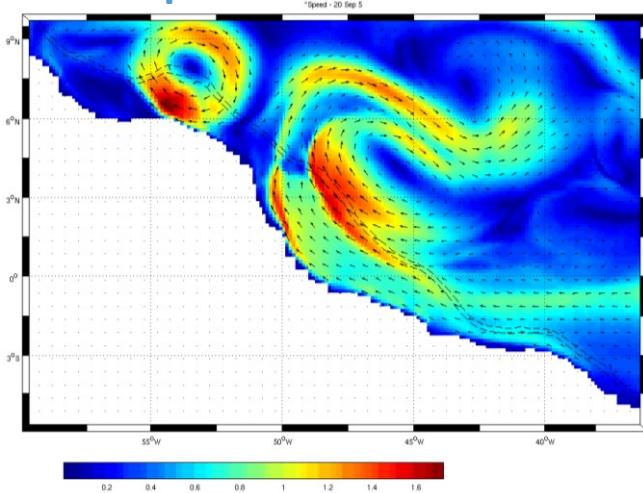
**1. Févr.-Mai** Front de rétroflexion ( $9^{\circ}\text{N}$ )



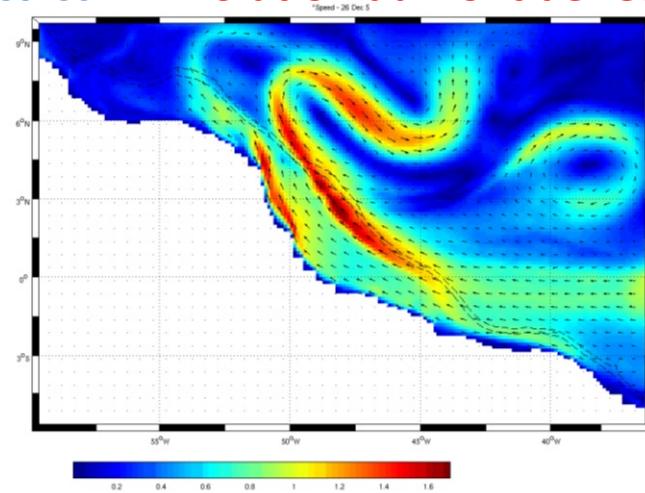
**2. Juin-Juil.** Anneau de rétroflexion ( $3\text{-}9^{\circ}\text{N}$ )



**3. Août-Sept.** Front + Anneau de rétroflexion



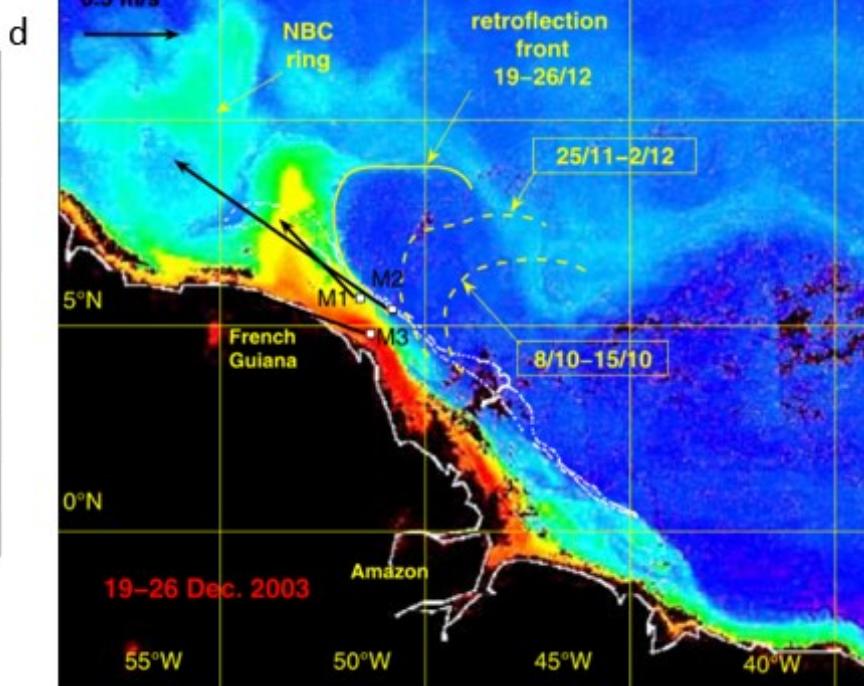
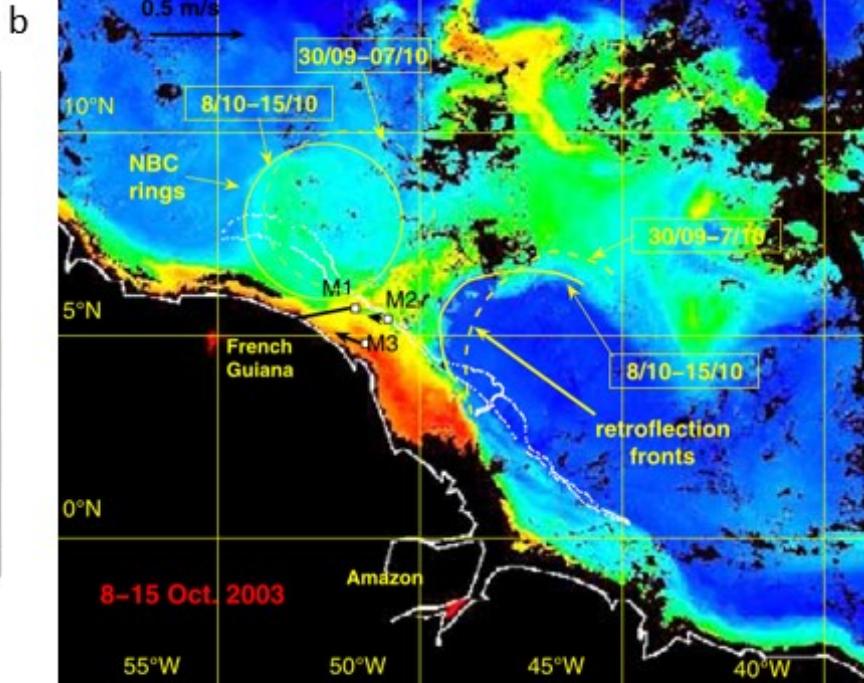
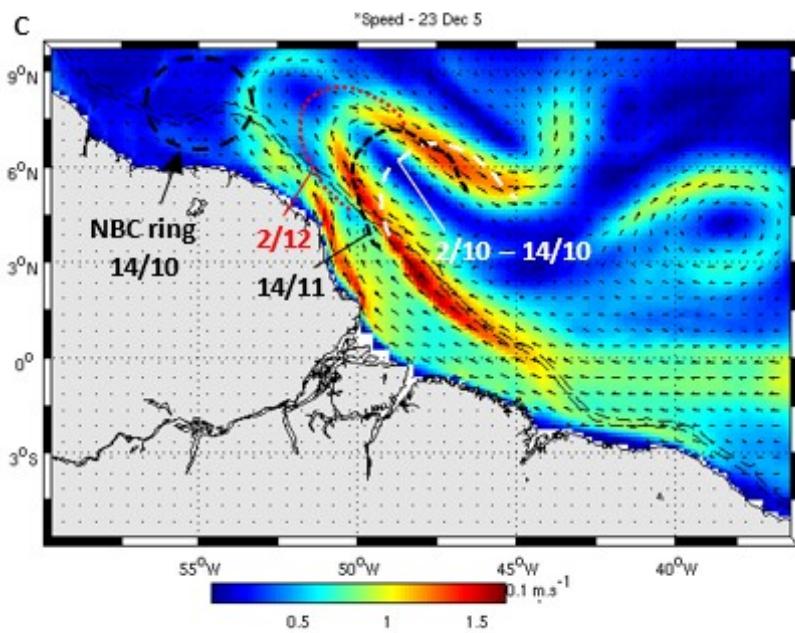
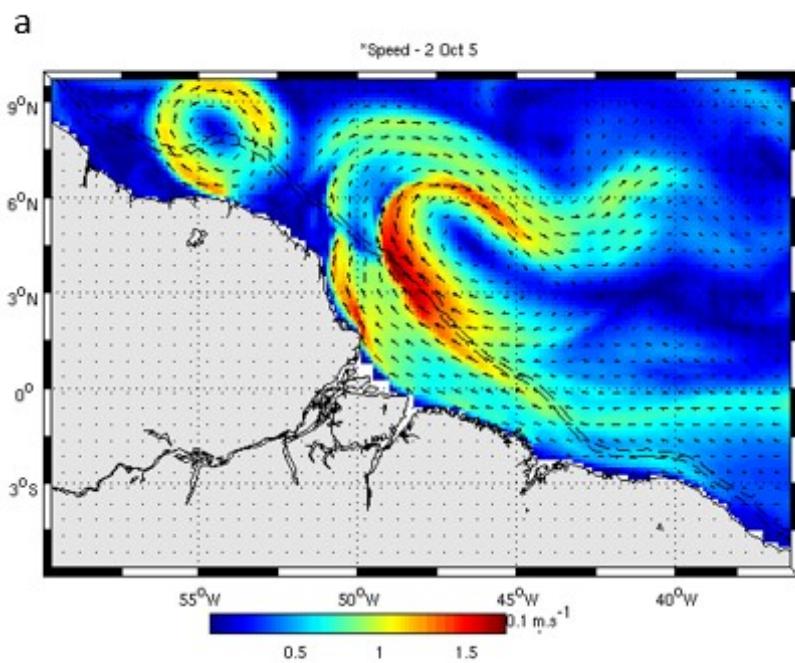
**4. Oct.-Janv.** Évolution du front de rétroflexion



# Evolution du front de rétroflexion

- Propagation vers le Nord :
  - du front de rétroflexion
  - de l'anneau de rétroflexion (tourbillon anticyclonique)
  
- Comparaison avec les données de littérature (Baklouti et al. 2007)

## Simulation ROMS



Baklouti et al. (2007)

# Evolution du front de rétroflexion

- Propagation vers le Nord :
  - du front de rétroflexion
  - de l'anneau de rétroflexion (tourbillon anticyclonique)
- Comparaison avec les données de littérature (Baklouti et al. 2007)
  - données du modèle en accord avec les observations *in situ*
- Gamme de valeurs des paramètres T et S :
  - Baklouti et al. (2007) : T [24 ; 27.5] °C et S [25 ; 36]
  - ROMS : T [25.5 ; 30.5] °C et S [26 ; 36.5]

# Conclusion

- ✓ Simulation des paramètres de salinité et température → **correcte**
- ✓ Représentation de la dynamique du front de rétroflexion  
→ **correcte**
- ✓ Durée de simulation numérique → **longue mais ajustable**
- ✓ Perturbation du modèle par la présence d'une zone à très forte dessalure (Amazone) → **éviter les frontières du domaine**
- ✓ Suivit du panache de l'Amazone possible → **étude couplée physique/biogéochimique intéressante**

# Merci pour votre attention

## Références :

Baklouti M., Devenon J.-L., Bourret A., Froidefond J.-M., Ternon J.-F. and Fuda J.-L. *New insights in the French Guiana continental shelf circulation and its relation to the North Brazil Current retroflection.* J. Geophys. Res., (2007) 112, C02023, doi:10.1029/2006JC003520.

Johns W. E., Lee T. N., Schott F. A., Zantopp R. J., and Evans R. H. *The North Brazil Current retroflection: Seasonal structure and eddy variability.* J. Geophys. Res. (1990), 95, 22,103– 22,120.

# Équations résolues par le modèle ROMS

## Equations du mouvement

$$\frac{\partial u}{\partial t} + V \cdot \nabla u - f v = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2}$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + V \cdot \nabla v + f u = - \frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2}$$

## Equation de conservation de la chaleur et du sel

$$\frac{\partial T}{\partial t} + V \cdot \nabla T = K_{Th} \nabla_h^2 T + K_{Tv} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{H_C}{\rho_0 C_P} \frac{\partial I}{\partial z}$$

$$\frac{\partial S}{\partial t} + V \cdot \nabla S = K_{Sh} \nabla_h^2 S + K_{Sv} \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}$$

## Equation de continuité

$$\nabla \cdot V = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

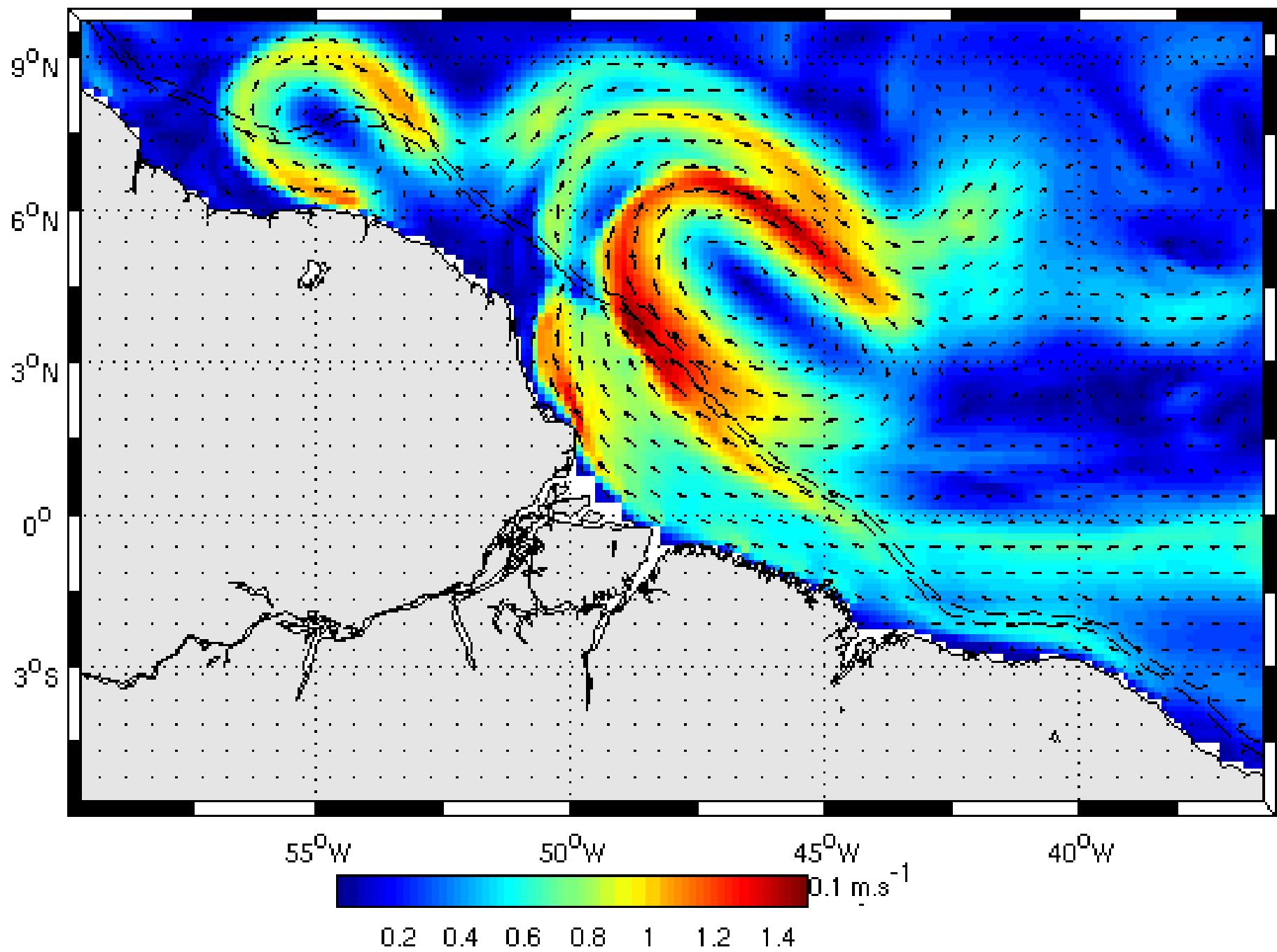
## Equation d'état de l'eau de mer

$$\text{TEOS 10} \Rightarrow \rho \equiv \rho(T, S, p)$$

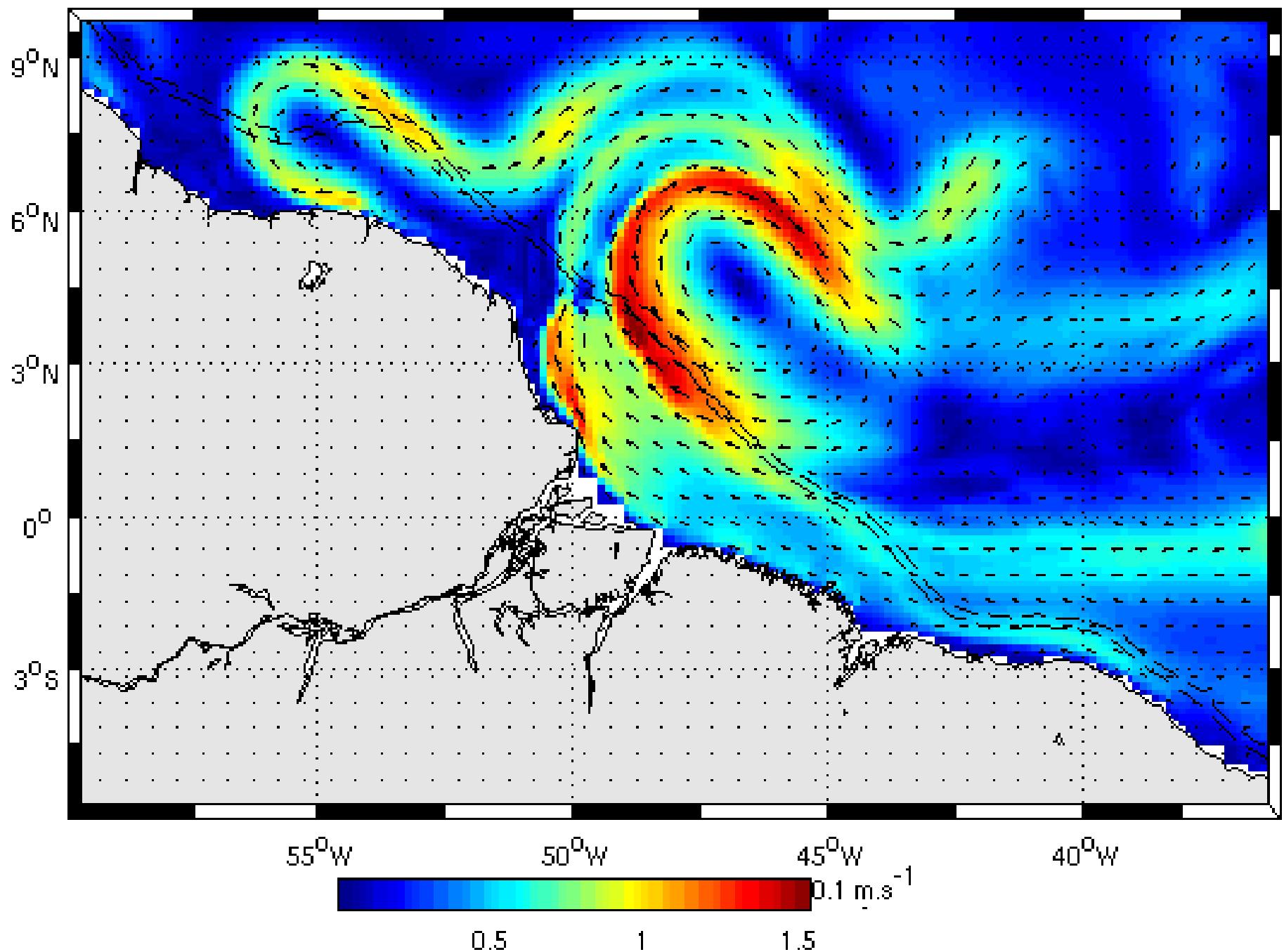
## **Evolution du front de rétroflexion**

**Simulation ROMS sur la période du :  
14 Oct. au 23 Déc. (Année 5)**

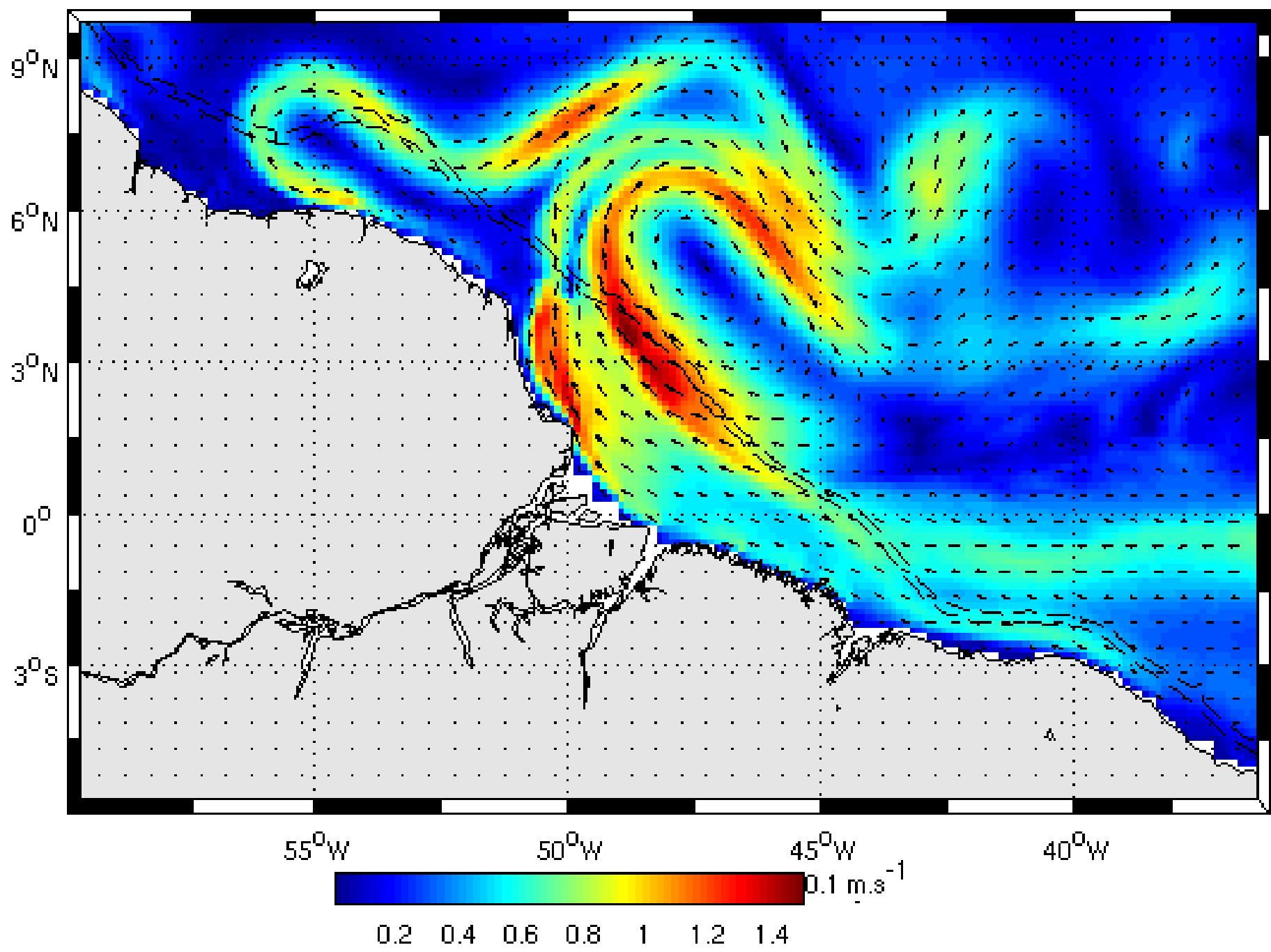
\*Speed - 14 Oct 5



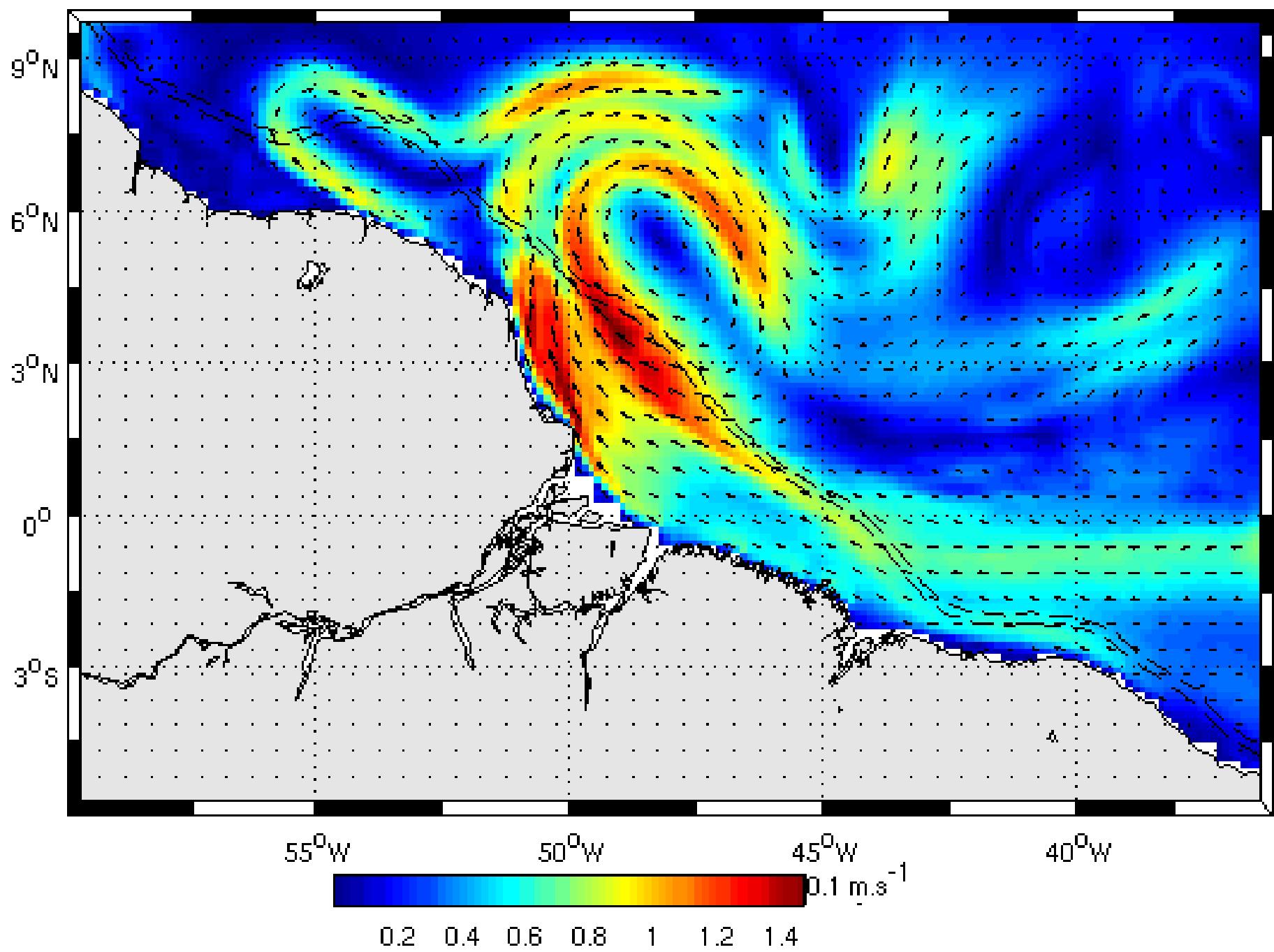
\*Speed - 23 Oct 5



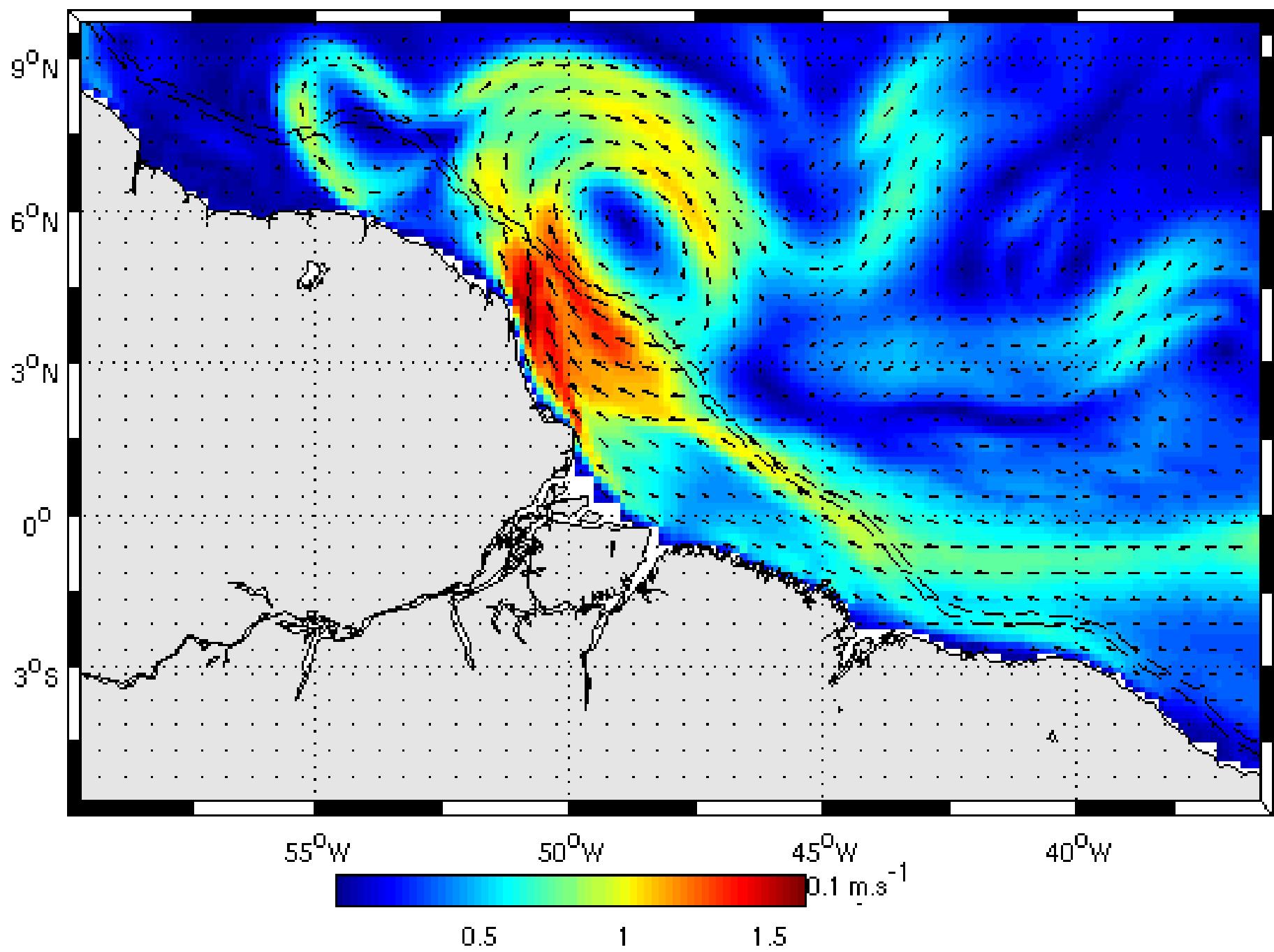
\*Speed - 2 Nov 5



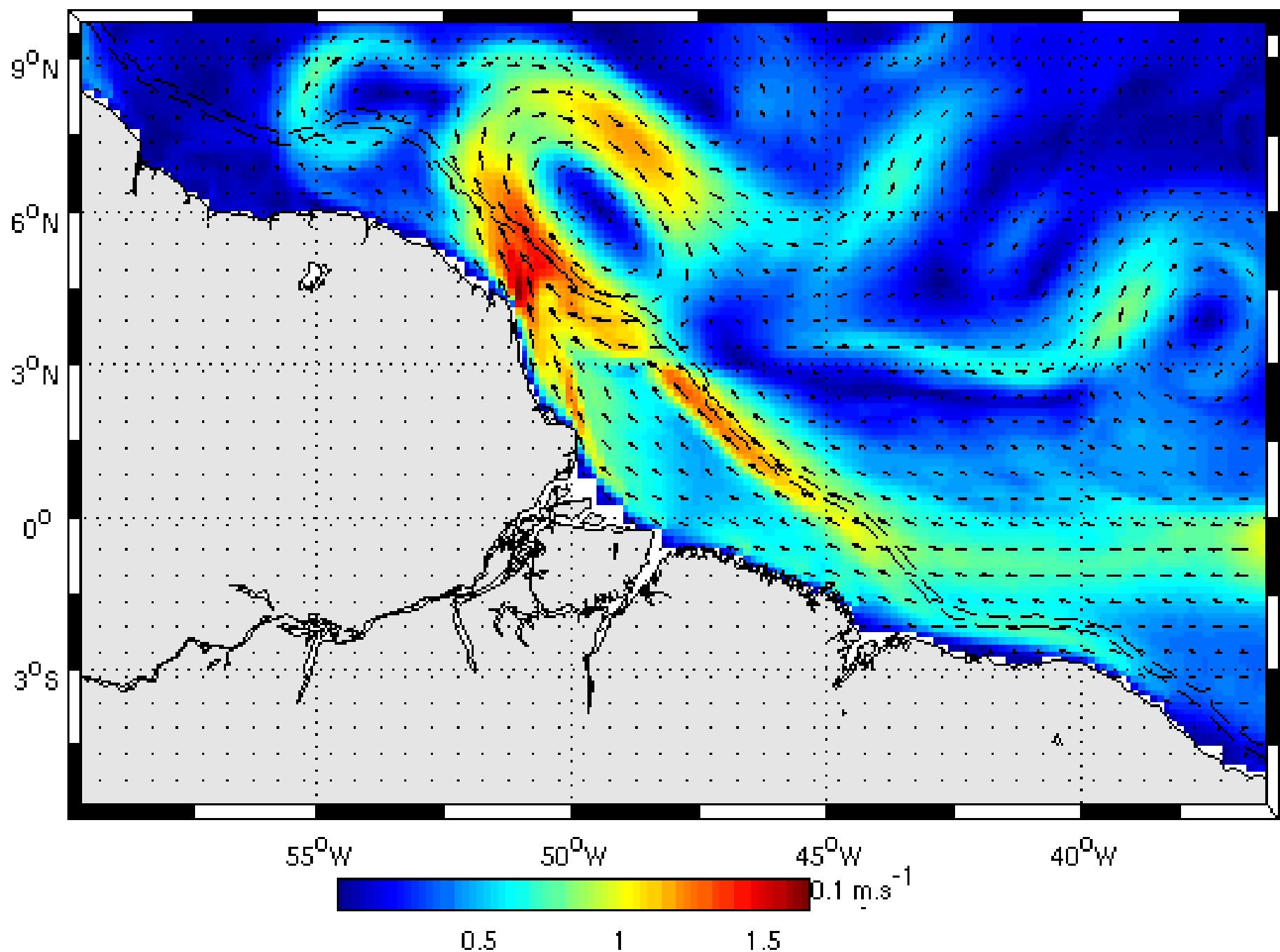
\*Speed - 14 Nov 5



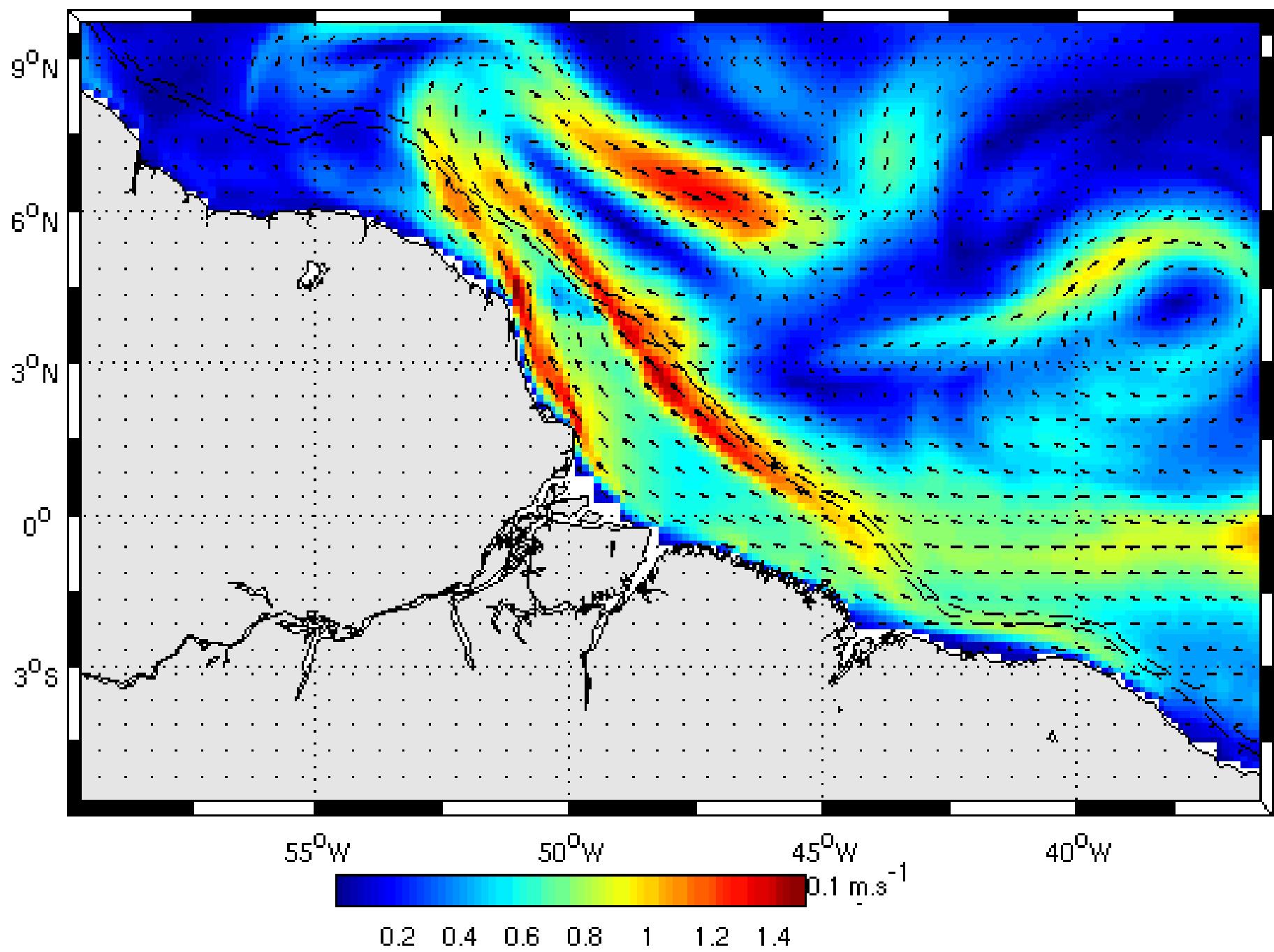
\*Speed - 23 Nov 5



\*Speed - 2 Dec 5



\*Speed - 14 Dec 5



\*Speed - 23 Dec 5

