



Application du modèle ROMS au bassin Caraïbe

Huguet Jean-Rémy

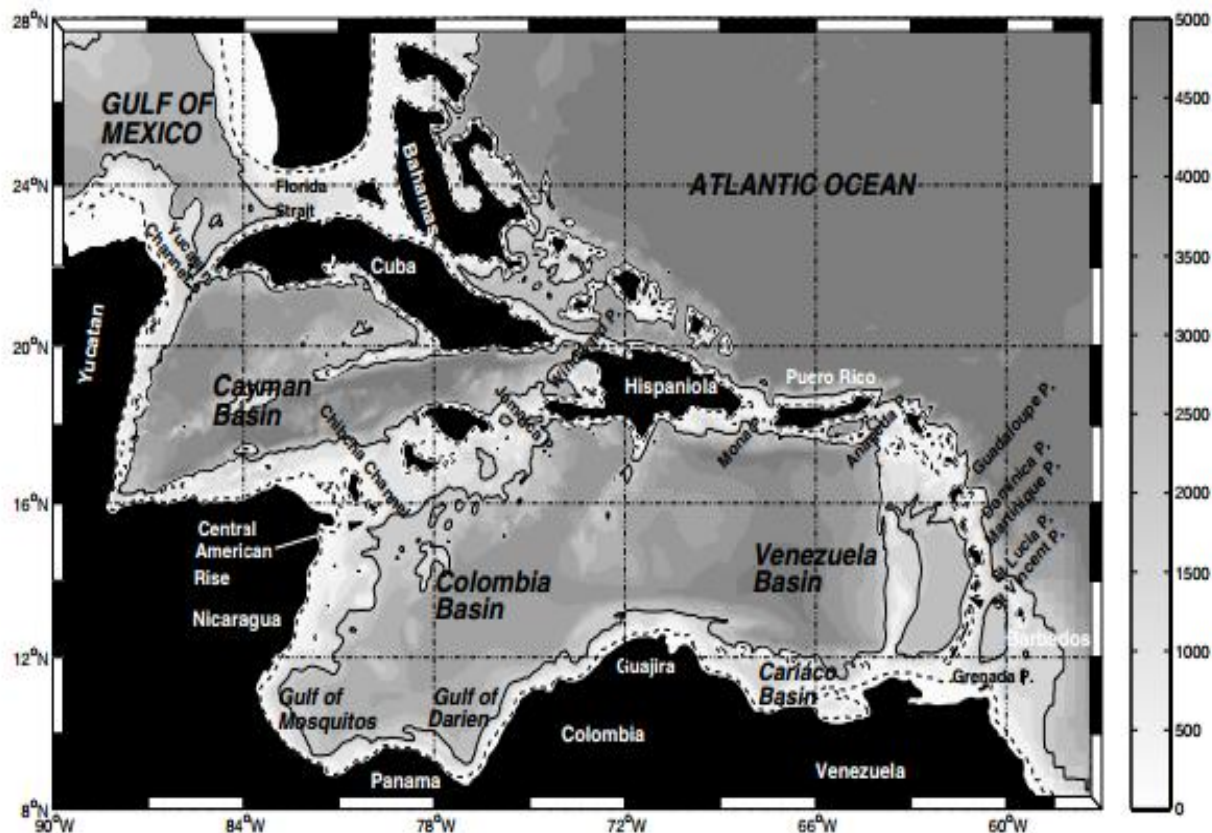
OPB205 Projet de modélisation océanique

Master 1 d'Océanographie Physique et Biogéochimique

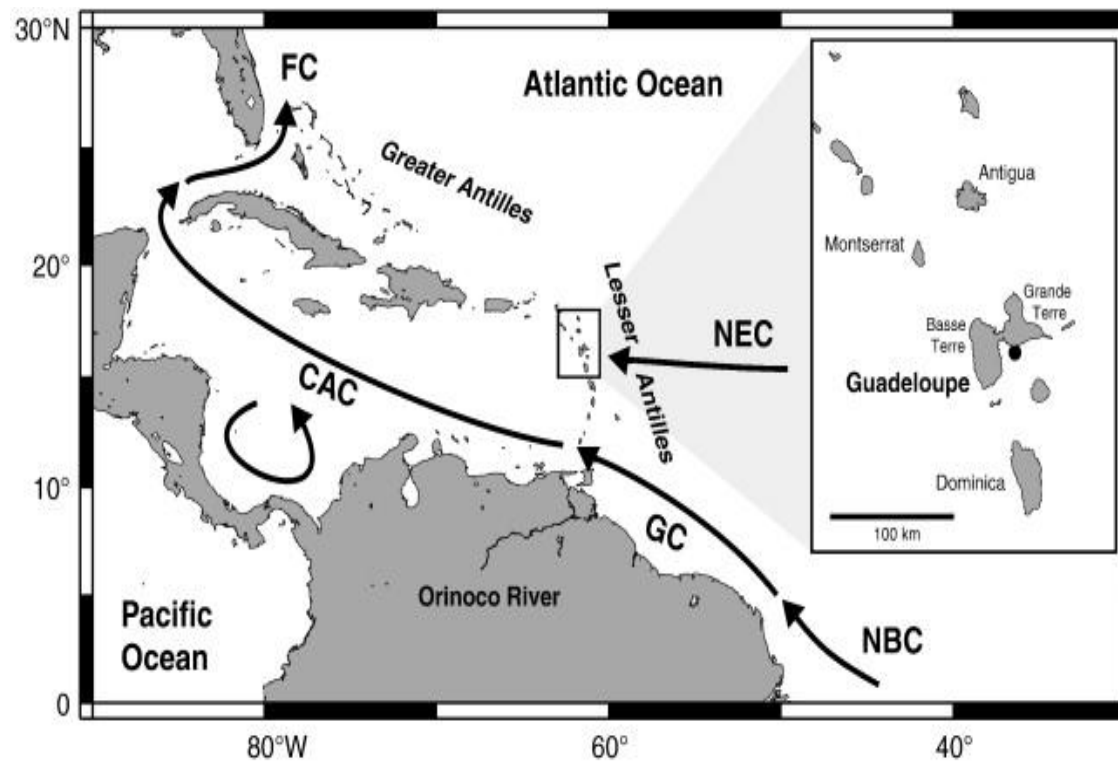
Année 2012/2013



Zone d'étude : Géographie et bathymétrie



Zone d'étude: Courantologie



Principe du modèle ROMS

Conditions initiales:

- Forçages de surface
ICOADS
- Température, Salinité
WOA

Equations primitives

- Equations de Navier Stokes
- Equation de continuité
- Equation d'état de l'eau de mer
- Equations de conservation de la
chaleur et de la salinité

Conditions aux frontières sur :

- Elévation de la surface
- Tension de surface due au vent
- Tension de cisaillement de fond
- Flux de chaleur et bilan de salinité

Approximations :

- Hydrostatique
- Boussinesq
- Plan β pour f
- Ecoulement incompressible
- Approche de Reynolds
- Toit rigide

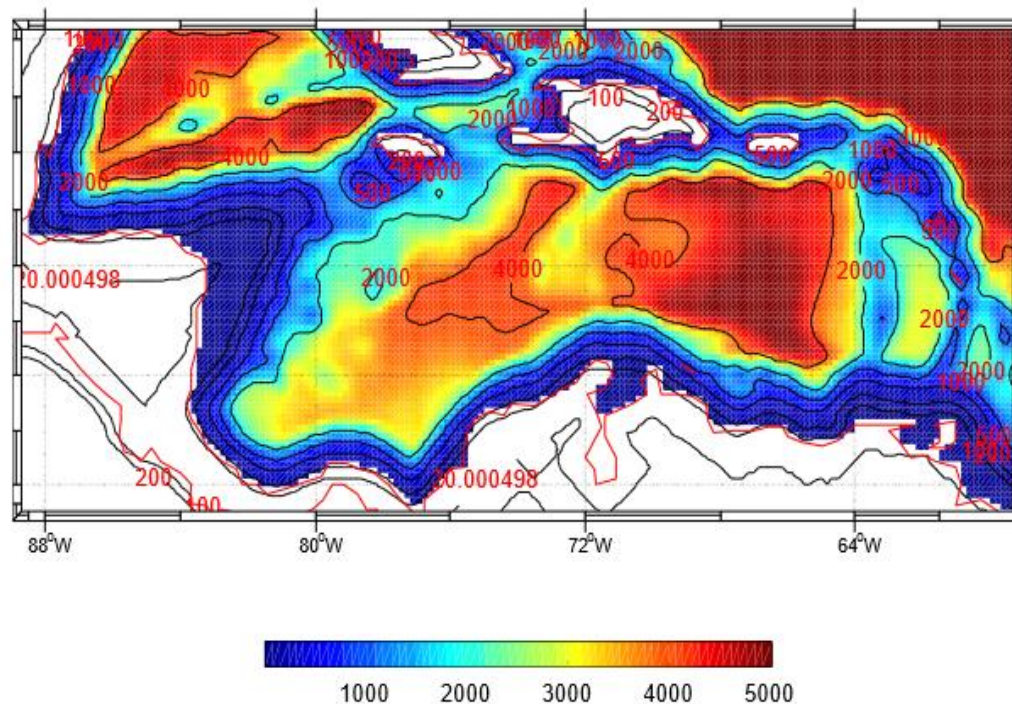
Discrétisation

- Spatiale (Horizontale : Grilles d'Arakawa C)
(Verticale : Coordonnées σ)
- Temporelle : Time-splitting

➔ Critère CFL

Sorties du modèle sur
Matlab (T,S,u,v,w...)

Implémentation du modèle : Bathymétrie

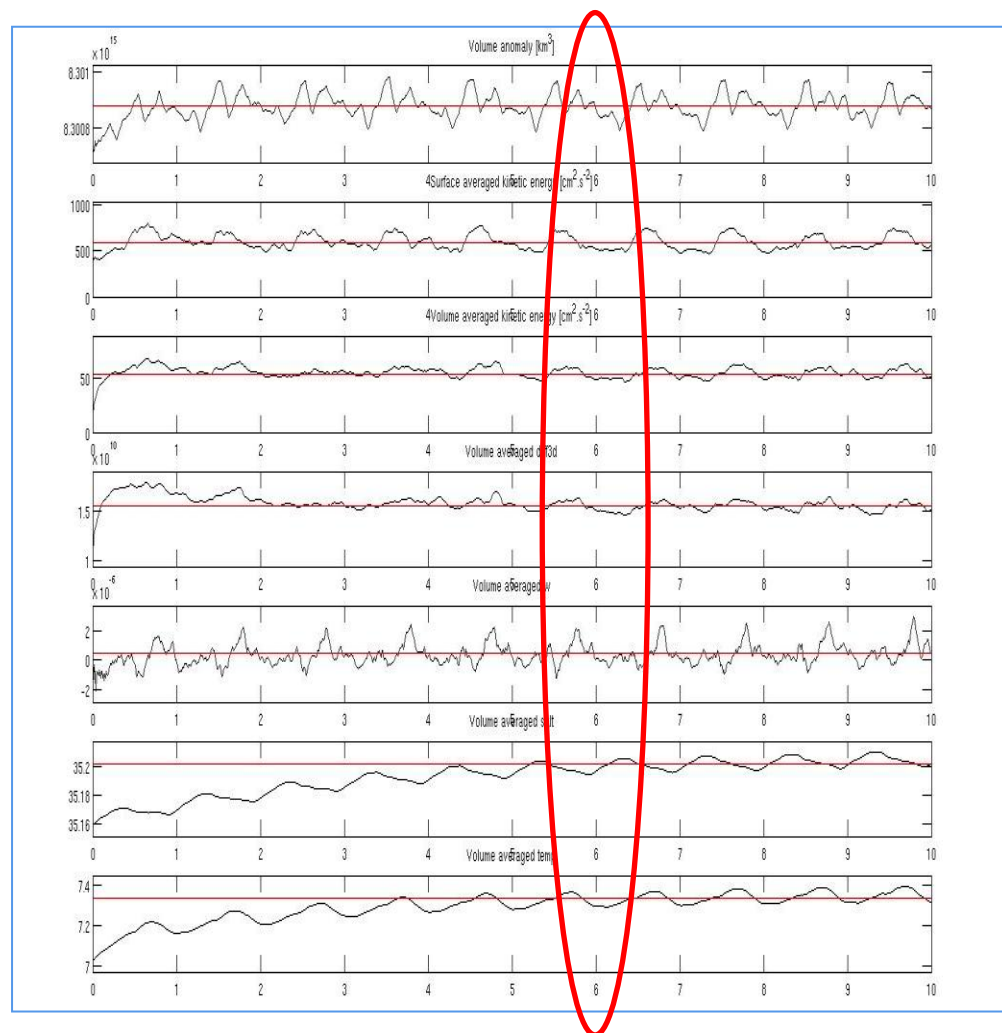


Implémentation du modèle :

Paramétrisation

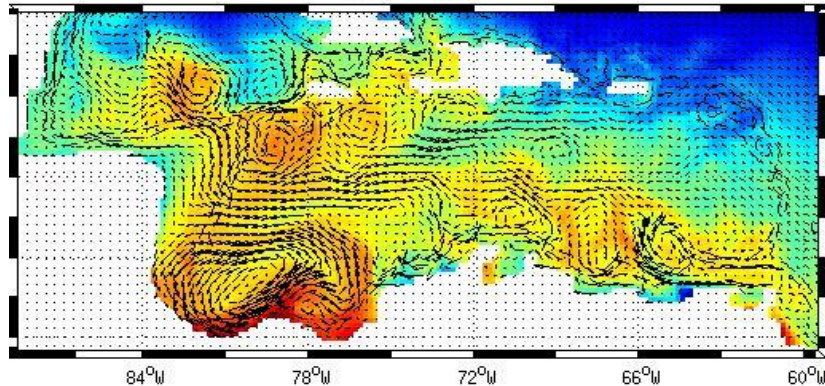
Paramètres	Implémentation
Longitude	59 -89 W
Latitude	8 -21.5 N
Résolution	1/6
Nombre de mailles horizontales en x	179
Nombre de mailles horizontales en y	83
Nombre de niveaux verticaux	32
NTIMES : Nombre total de pas de temps pour les équations 3D	3600
NDTFAST : Nombre de pas de temps 2D dans chaque pas de temps 3D	60
DT : Pas de temps pour les équations 3D (secondes)	720
Période de simulation (années)	10
NWRT : Fréquence de sauvegarde pour les sorties instantanées (jours)	30
NAVG : Fréquence de sauvegarde pour les sorties moyennées (jours)	3
Frontières ouvertes	Nord - Est

Diagnostic



Etude saisonnière de la température

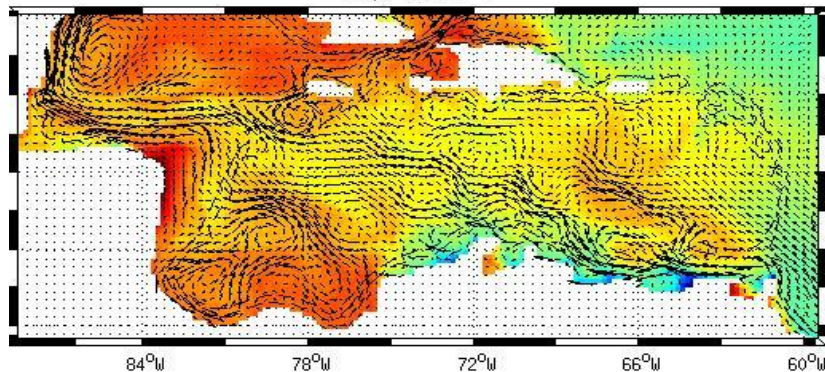
temp - 2 Feb 7



25,5 26 26,5 27 27,5 $\cdot 10^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$

Température de surface en hiver (année 7)

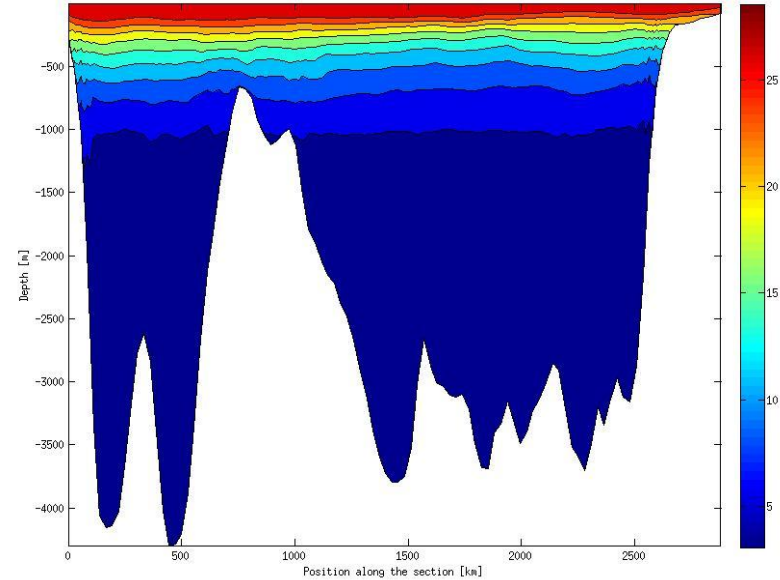
temp - 20 Jun 7



26 27 28 29 $\cdot 10^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}$

Température de surface en été (année 7)

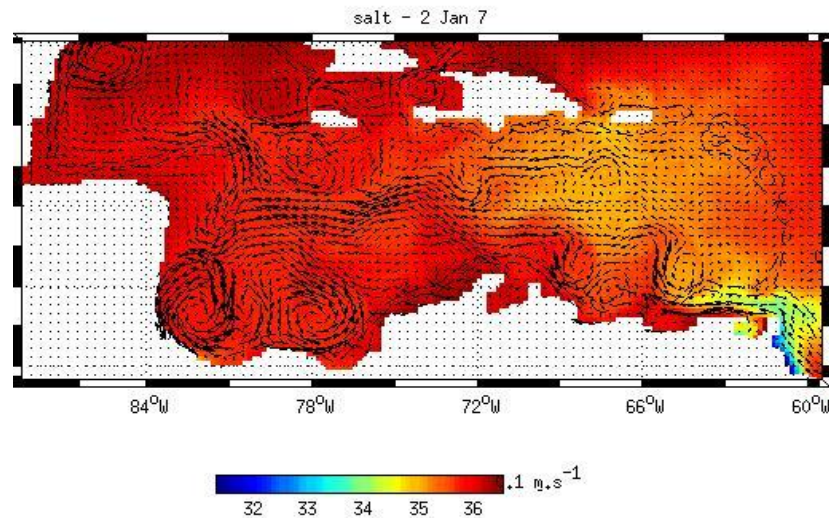
temp - 20 Jun 7



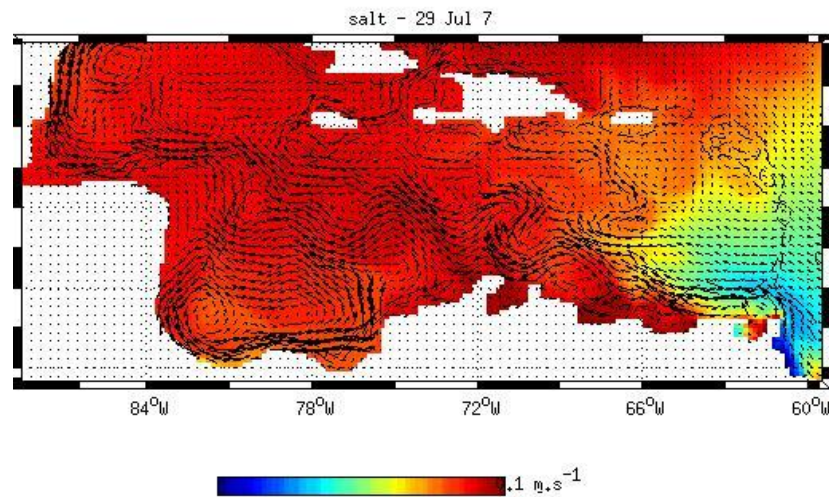
Coupe verticale de la température en été (année 7)

- Eaux chaudes surtout en partie sud
- Surchauffe en été par les bassins Colombien et Cayman
- Stratification verticale de la température toute l'année jusqu'à 1200m

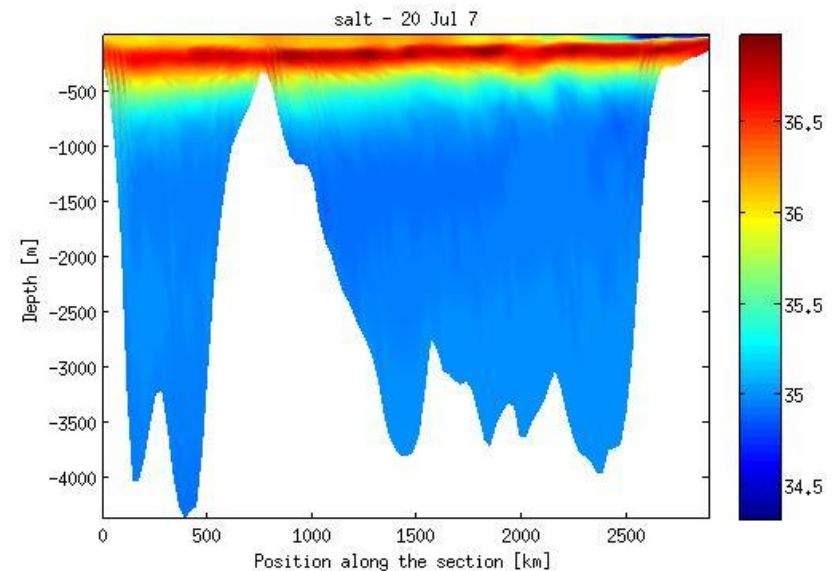
Etude saisonnière de la salinité



Salinité de surface en hiver (année 7)



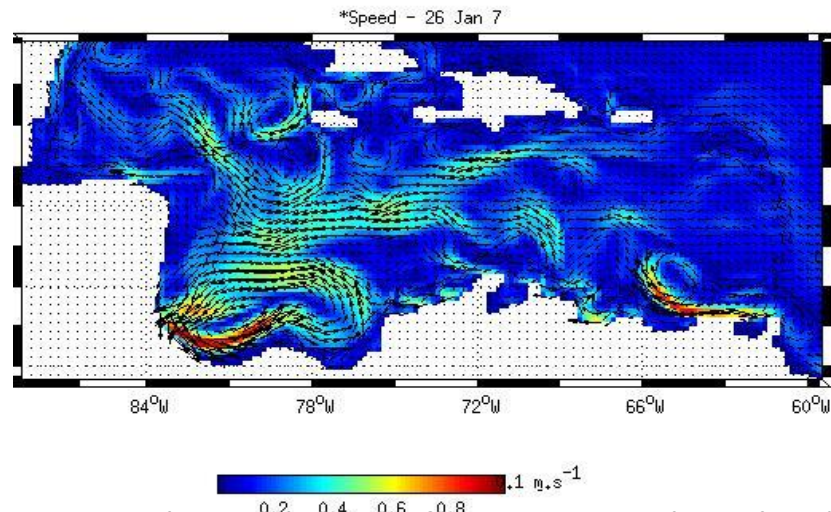
Salinité de surface en hiver (année 7)



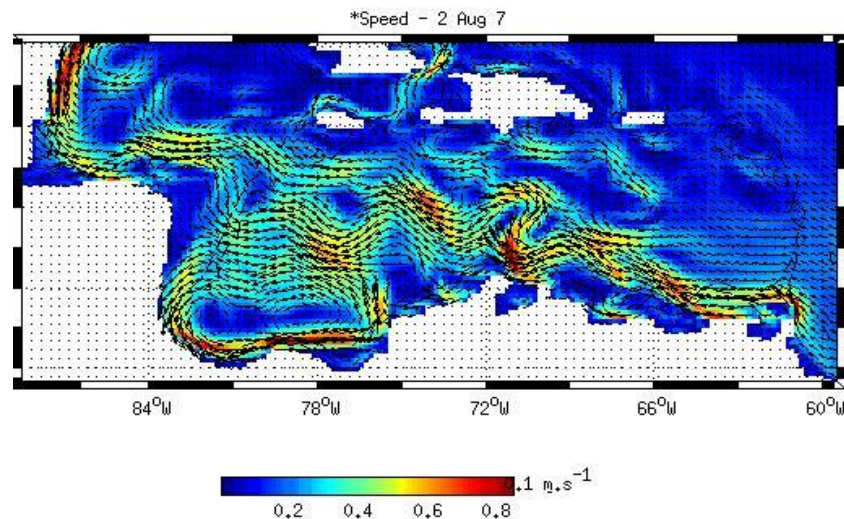
Coupe verticale de la Salinité en été (année 7)

- ➡
- Profil de salinité typique tropical avec de fortes salinités de 100 à 400m
 - Influence fluviale intense l'été mais seulement en surface sur 100m
 - Approfondissement des fortes salinités en profondeur d'est en ouest

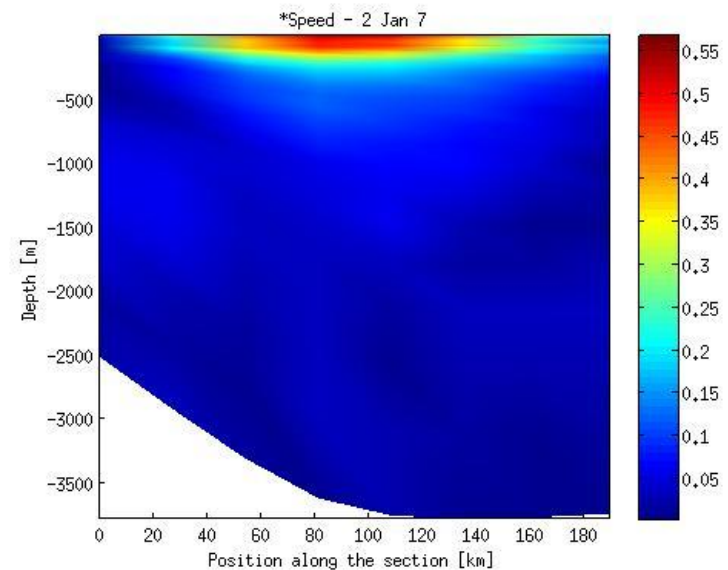
Etude du Courant Caraïbe: Vitesse, direction, profondeur



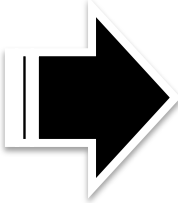
Vitesse (Speed) de surface en hiver (année 7)



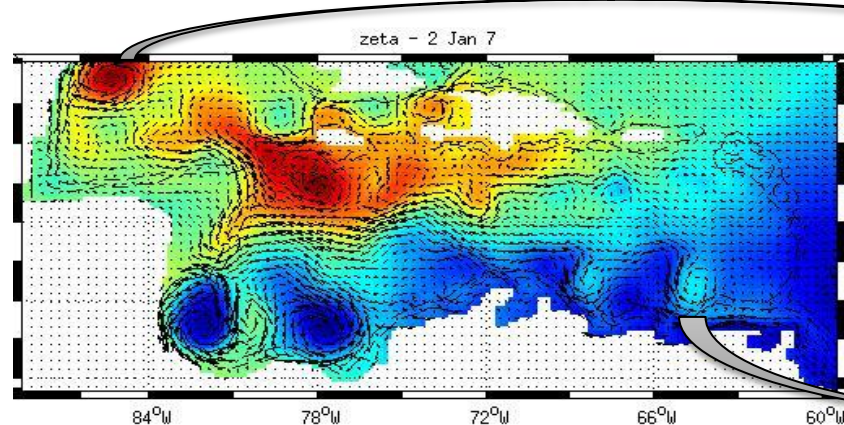
Vitesse (Speed) de surface en été (année 7)



Coupe verticale de la vitesse (Speed) en été (année 7)

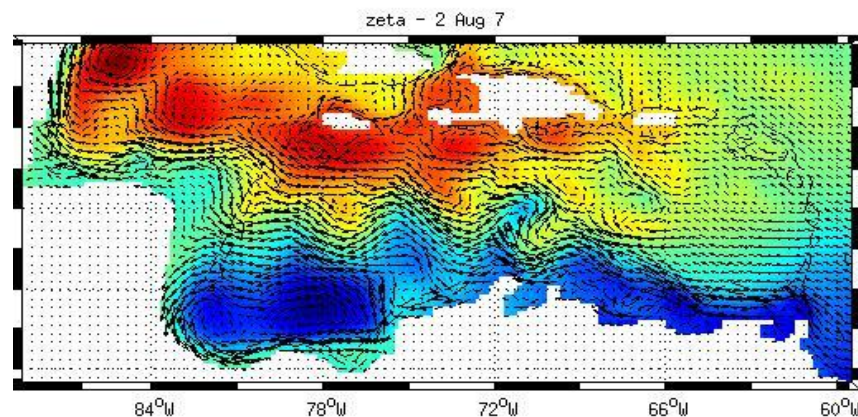
- 
- Deux branches (Nord et sud) du courant
 - Intensification du courant en été
 - Gyre cyclonique colombienne
 - Nombreux méandres et tourbillons
 - Profondeur moyenne du courant atteignant environ 200m

Etude du Courant Caraïbe: Les phénomènes méso-échelles



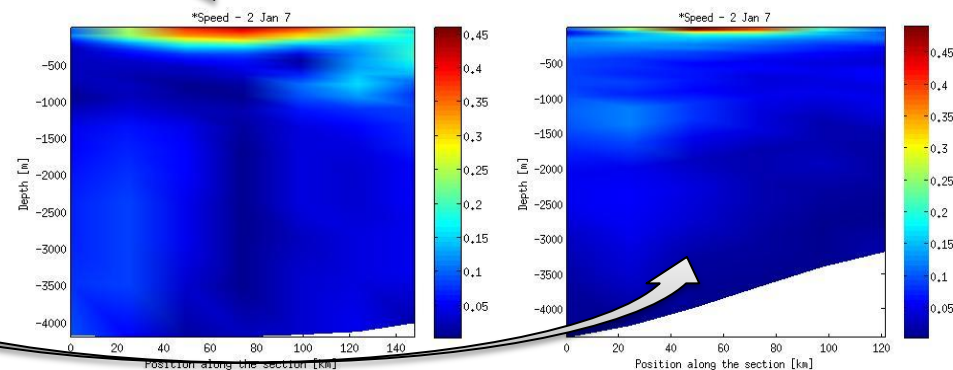
-0.1 0 0.1 0.2 0.3 m.s^{-1}

Elévation de la surface (zeta) en hiver (année 7)



-0.1 0 0.1 0.2 0.3 m.s^{-1}

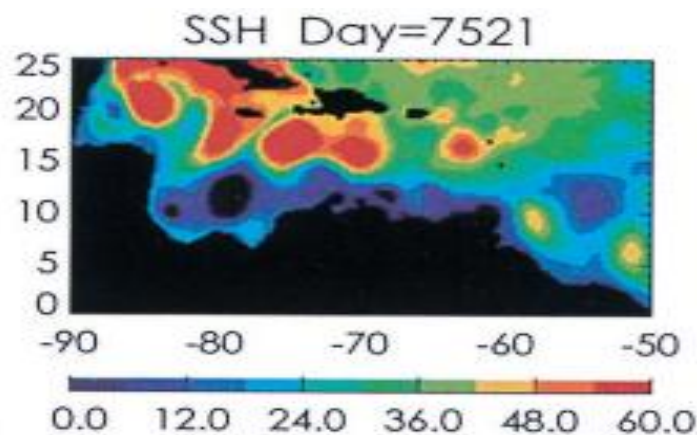
Elévation de la surface (zeta) en été (année 7)



Comparaison des coupes verticales de la vitesse des tourbillons des bassins cayman (gauche) et vénézuéliens (droite) en hiver (année 7)

- Partie Nord dominée par les tourbillons anticycloniques (zeta +)
- Partie Sud dominée par les tourbillons cycloniques (zeta -)
- D'est en ouest les tourbillons s'agrandissent ET s'épaississent
- Phénomènes tourbillonnaires plus intenses en été

Comparaison de l'élévation de la surface et des tourbillons avec des études issues de la littérature



Sortie d'une simulation de l'élévation de surface à une résolution de $1/6^e$ (Carton & Chao, 1999)

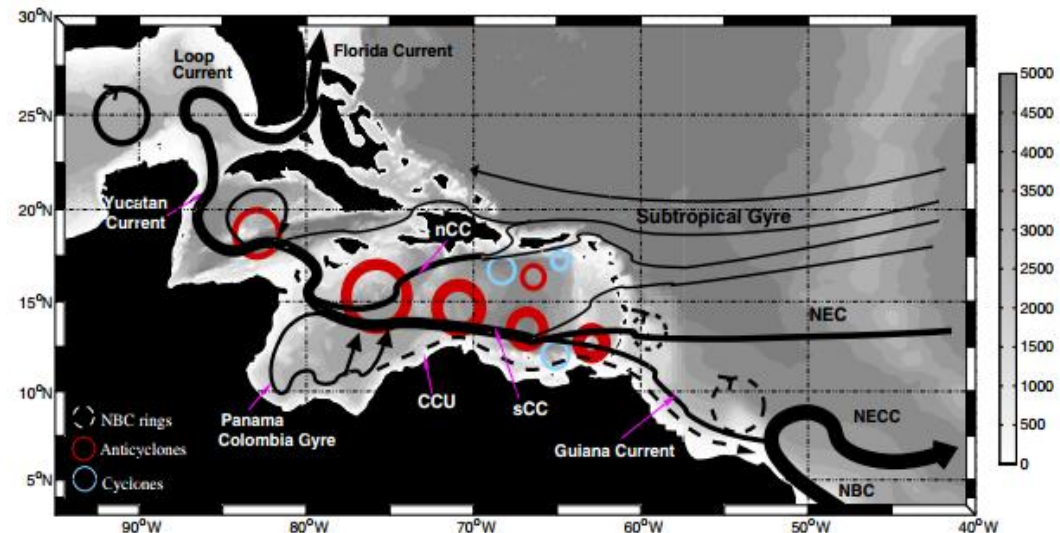
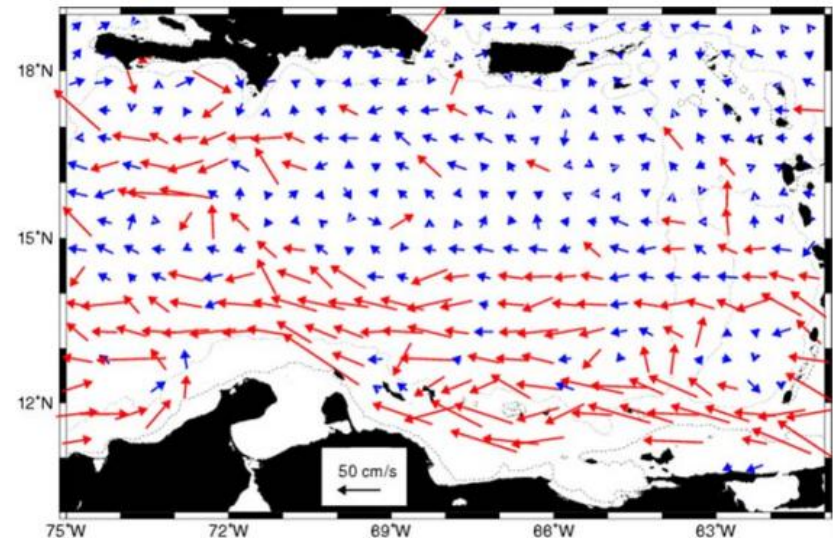
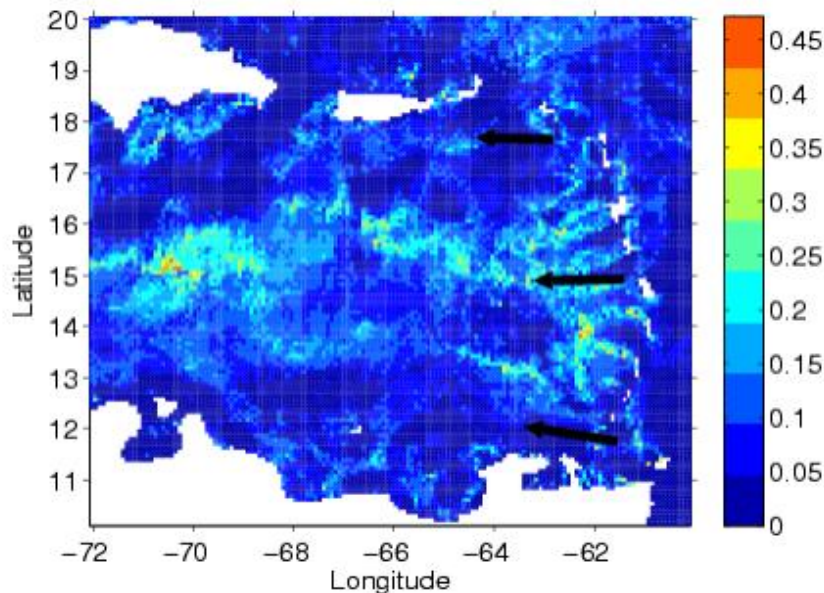


Illustration des principaux courants de la mer des caraïbes et mécanisme de formation des tourbillons (Jouanno et al, 2008)

Les résultats indiquent une même variabilité spatiale (méridionale et zonale) des tourbillons que notre modèle.

Les phénomènes tourbillonnaires seraient dus à la rétroflexion du courant Nord-Brésilien au niveau du passage dans les Caraïbes

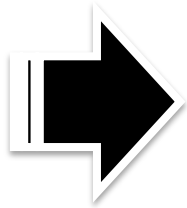
De combien de branches est constitué le courant Caraïbes ?



Vitesse de surface modélisée par la simulation MICOM (gauche) et calculée par des drifters (droite) d'aout à décembre, les flèches rouges indiquent les courants $> 25 \text{ cm.s}^{-1}$ (Chérubin et Richardson, 2007)

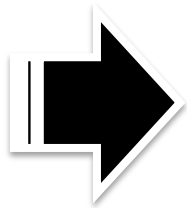
D'après Chérubin et Richardson les drifters ainsi que la modélisation MICOM indiquent une circulation a trois branches se rejoignant au bassin colombien alors que nos résultats ainsi que ceux de Jouanno et al en indiquent seulement deux.

Les points importants



- Stratification de la mer sur les premiers 1000 mètres issue de fortes températures et salinités malgré une influence fluviale prononcée en surface
- Zonation du bassin caraïbe par les élévations de surface (positives au nord, négatives au sud) issue de processus tourbillonnaires différents (respectivement anticycloniques et cycloniques)
- Variabilité du courant, spatiale et saisonnière, plus intense au sud et en été.

Ce qu'on aurait pu faire....



Une configuration en bord ouvert pour le nord-sud-est-ouest avec un élargissement de la zone d'étude nous aurait permis de mieux comprendre les phénomènes originels des tourbillons, expliqués par Jouanno et al (2009) ainsi que le lien avec le golfe du Mexique par le détroit du Yucatán

Références

The Caribbean Current : <http://oceancurrents.rsmas.miami.edu/caribbean/caribbean.html>

Carton, J. A., and Y. Chao, Caribbean Sea eddies inferred from TOPEX/POSEIDON altimetry and a 1/6 & Atlantic Ocean model simulation, 1999

Chérubin, L. M., and Richardson P. L., Caribbean Current Variability and the Influence of the Amazon and Orinoco Freshwater Plumes, 2007

Doglioli, A. M., Notes de Cours et Travaux Dirigés de Modélisation de la Circulation Océanique, 2013

Gordon, A. L., Circulation of the Caribbean sea, 1967

Jouanno, J., Sheinbauma, J., Barnier, B., Molines, J-M., Debreuc, L., and Lemariéc, L., The mesoscale variability in the Caribbean Sea. Part I: Simulations and characteristics with an embedded model, 2008

Juanno, J., Sheinbauma, J., Barnier, and B., Molines, J-M., The mesoscale variability in the Caribbean Sea. Part II : Energy sources, 2009