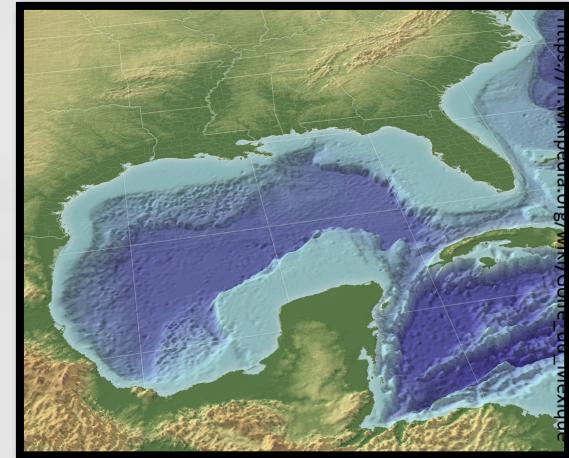


Modélisation de la circulation océanique dans le Sud-Ouest du Golfe du Mexique



OPB 205 : Modélisation de la circulation océanique

WIMART-ROUSSEAU Cathy
M1 OPB – 2016/2017

Responsable : M. DOGLIOLI

Le Golfe du Mexique

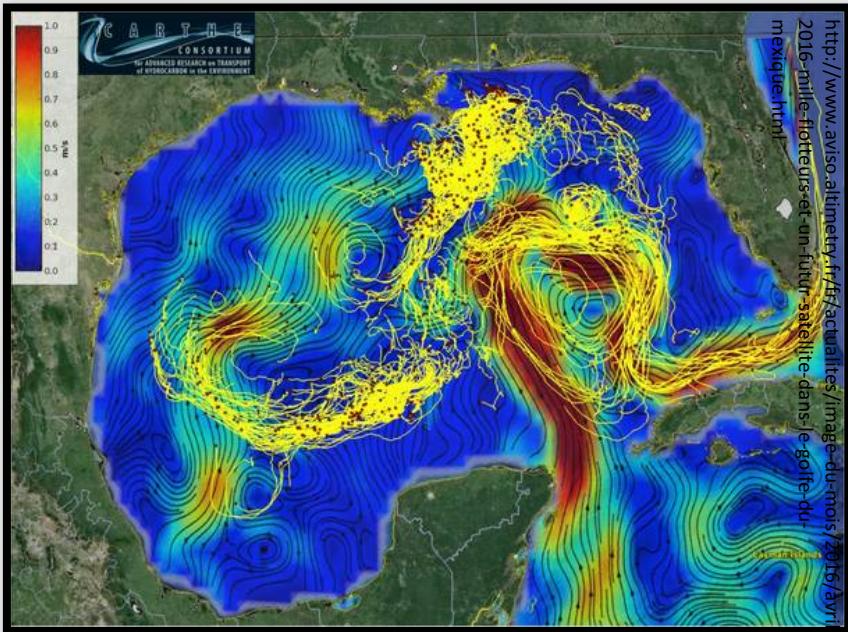


Fig 1 : Le golfe du Mexique et sa circulation

- Mer semi-fermée
- Bassin évaporitique
- Communication :
 - mer des Caraïbes
 - océan Atlantique
- Phénomènes uniques : «loop current »
- Détachement de tourbillons anticycloniques

- Phénomènes particuliers et majeurs très influents
- Forte expansion et intervention anthropique dans cette zone

Modèle ROMS

- Résolution des équations :
 - de Navier-Stokes
 - de continuité
 - de conservation de la chaleur et de la salinité
 - d'état de l'eau de mer
- Approximation et hypothèses :
 - de Boussinesq
 - approche de Reynolds
 - hypothèse hydrostatique
- Discrétisation :
 - spatiale : grille décalée d'Arakawa-C (horizontale) et coordonnées sigma (verticale)
 - temporelle : à pas de temps séparés («time splitting »)
- Conditions initiales et aux frontières paramétrées en utilisant des données océanographiques mondiales : WOA (World Ocean Atlas), SeaWifs

Implémentation à la zone d'étude

Tabl 1 : Paramètres de la grille

Paramètres	Valeurs
Latitudes min - max	17 °N – 31 °N
Longitudes min - max	98.6 °W – 81 °W
Frontières ouvertes	Nord - Sud - Est
Frontières fermées	Ouest
Résolution	1/4
LLM – MMm -N	69 - 61 - 32
NTIMES – Dt(s) - NDFAST	1200 – 2160 – 60

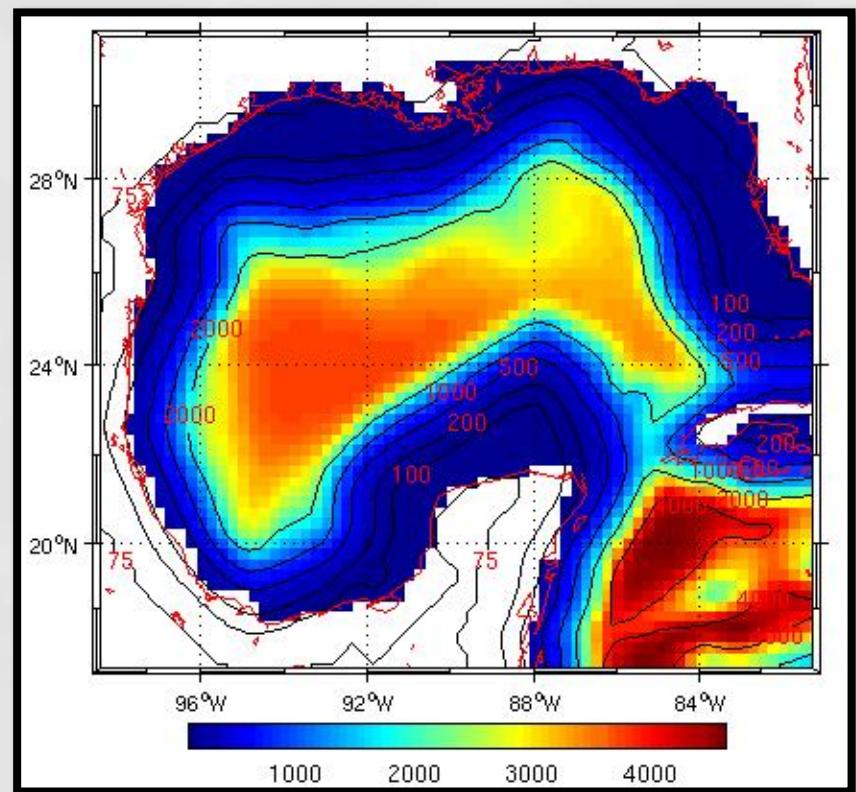


Fig 2 : Bathymétrie de la zone d'étude

- Etude des caractéristiques de la zone
- Phénomènes uniques : «loop current »
- Détachement de tourbillons anticycloniques

Stabilité du modèle

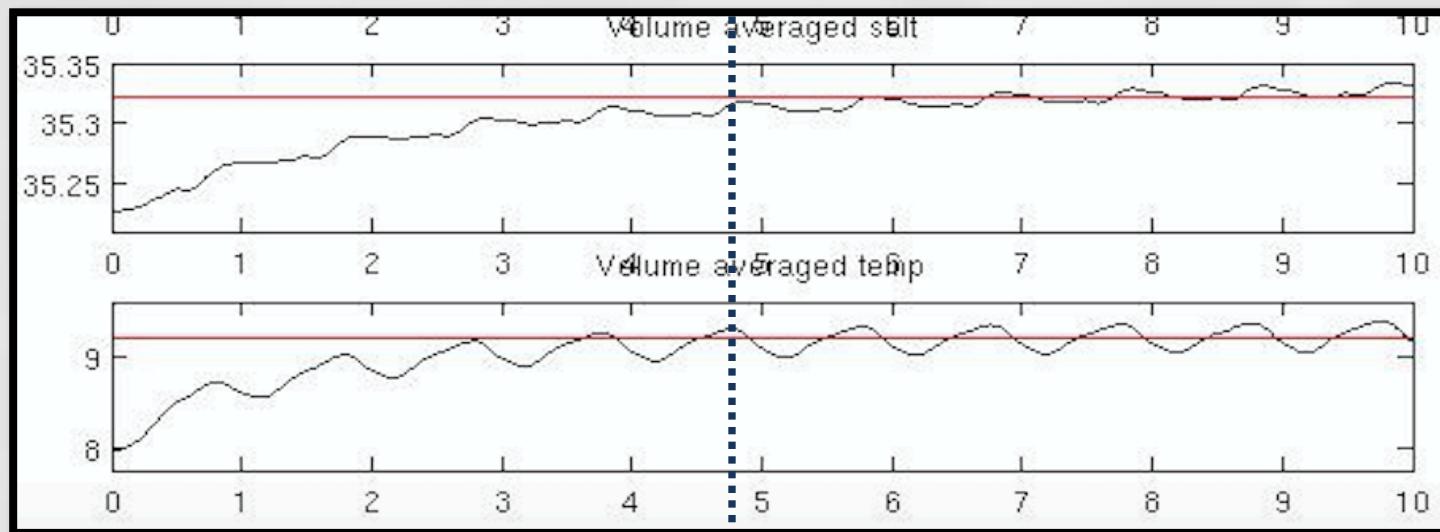
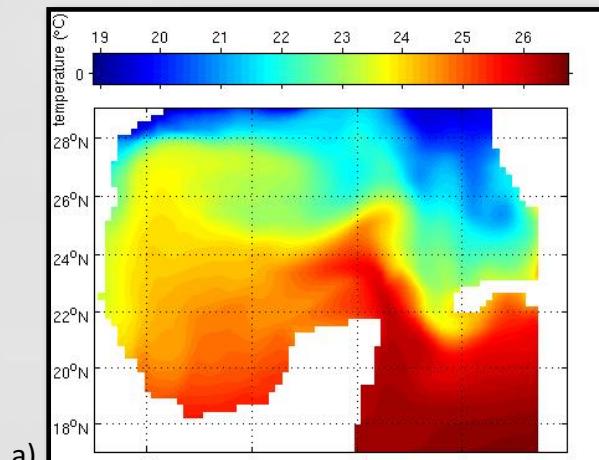


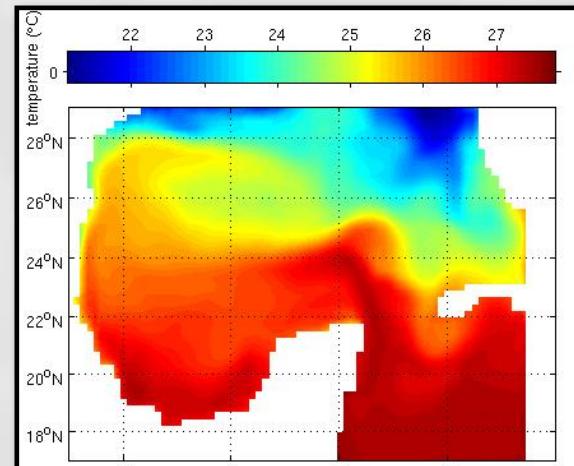
Fig 3 : Diagnostics du modèle pour la salinité moyennée et la température moyennée sur le volume

- Stabilité du modèle à partir de la 5^{ème} année
- Analyse des données et simulation à partir de cette année (5 ans)

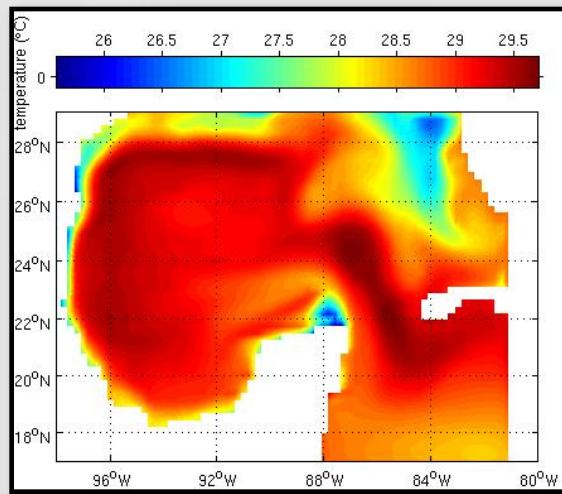
Température



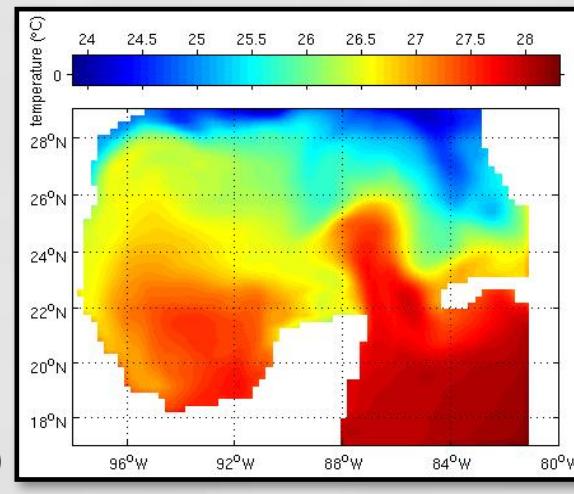
a) *Variations hivernales*



b) *Variations printanières*



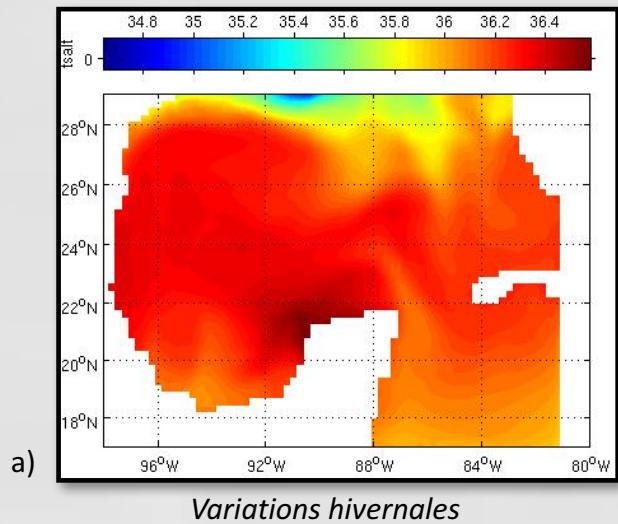
c) *Variations estivales*



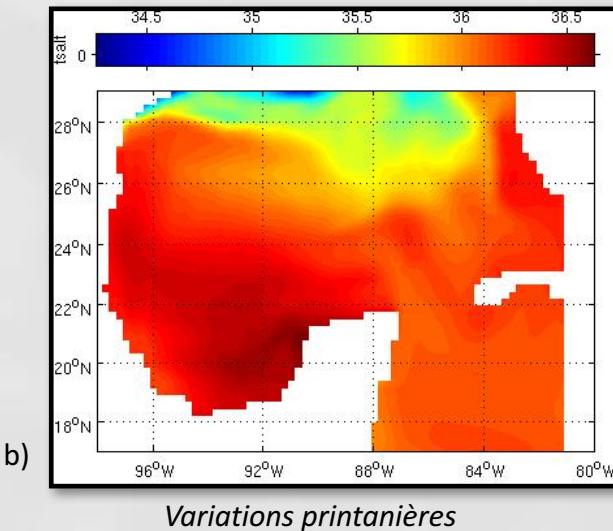
d) *Variations automnales*

Fig 4 : Variations annuelles de température (C) dans le Golfe du Mexique avec : (a) situation hivernale,(b) situation printanière, (c) situation estivale, (d) situation automnale

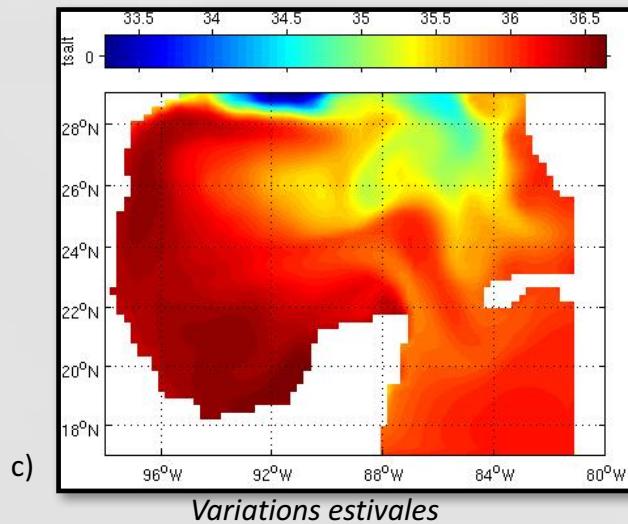
Salinité



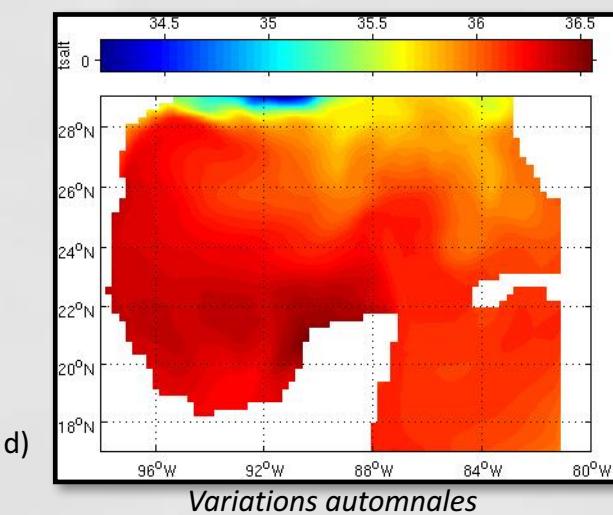
Variations hivernales



Variations printanières



Variations estivales



Variations automnales

Fig 5 : Variations annuelles de salinité (PSU) dans le Golfe du Mexique avec : (a) situation hivernale,(b) situation printanière, (c) situation estivale, (d) situation automnale

Vitesse des eaux de surface

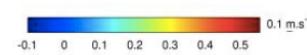
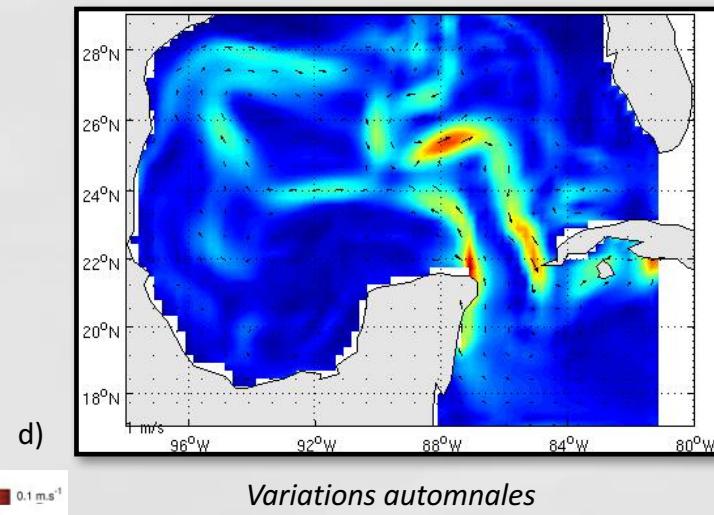
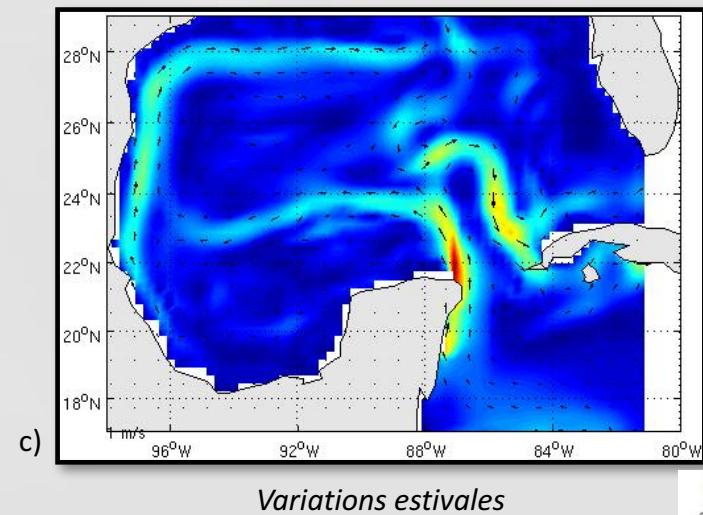
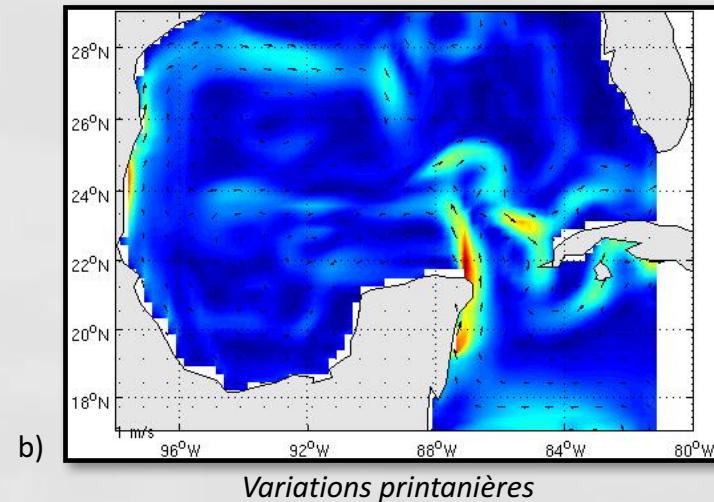
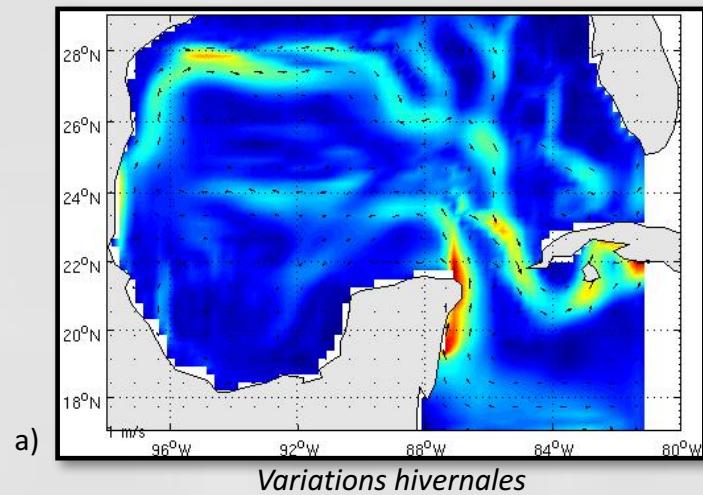
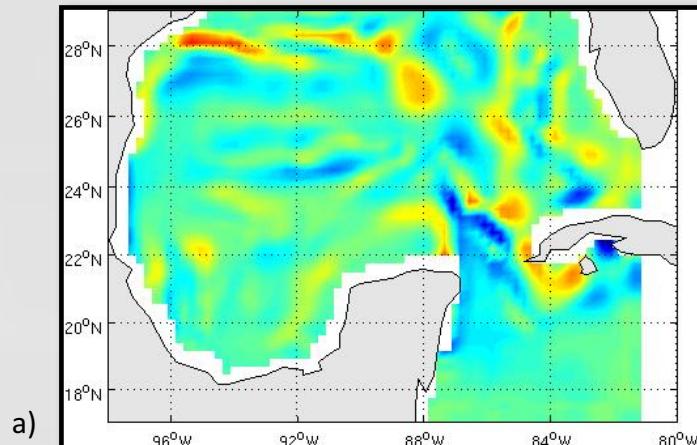
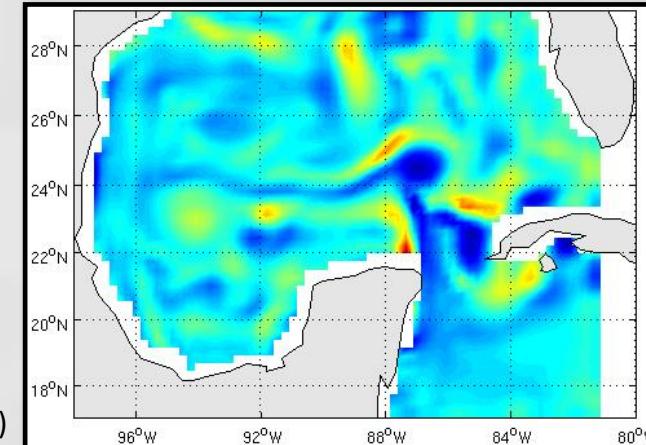


Fig 6 : Variations annuelles la vitesse des eaux de surface (m.s⁻¹) dans le Golfe du Mexique avec : (a) situation hivernale,(b) situation printanière, (c) situation estivale, (d) situation automnale

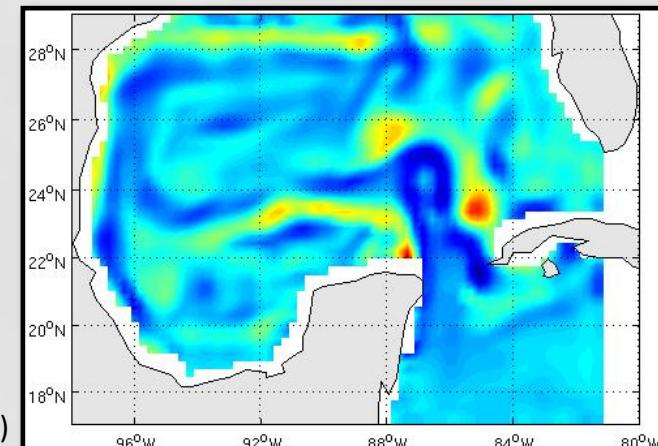
Vorticité relative



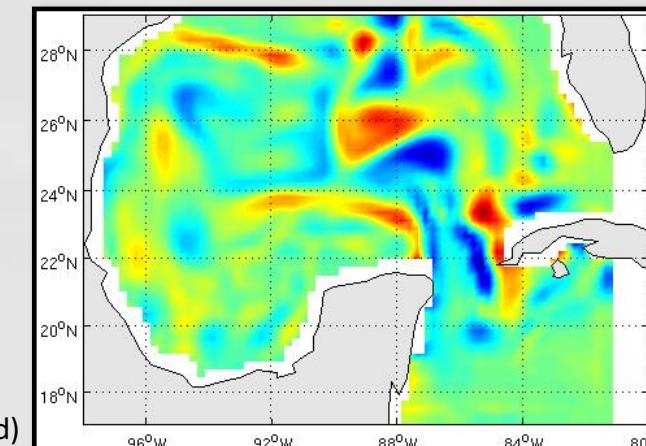
a) Variations hivernales



b) Variations printanières



c) Variations estivales



d) Variations automnales

A vertical colorbar on the right side of the figure, ranging from -3 to 4 x 10⁻⁵ s⁻¹. The color scale is logarithmic, with major ticks at -3, -2, -1, 0, 1, 2, 3, and 4 x 10⁻⁵.

Fig 7 : Variations annuelles la vorticité relative (s^{-1}) dans le Golfe du Mexique avec : (a) situation hivernale,(b) situation printanière, (c) situation estivale, (d) situation automnale

Elévation de la surface libre

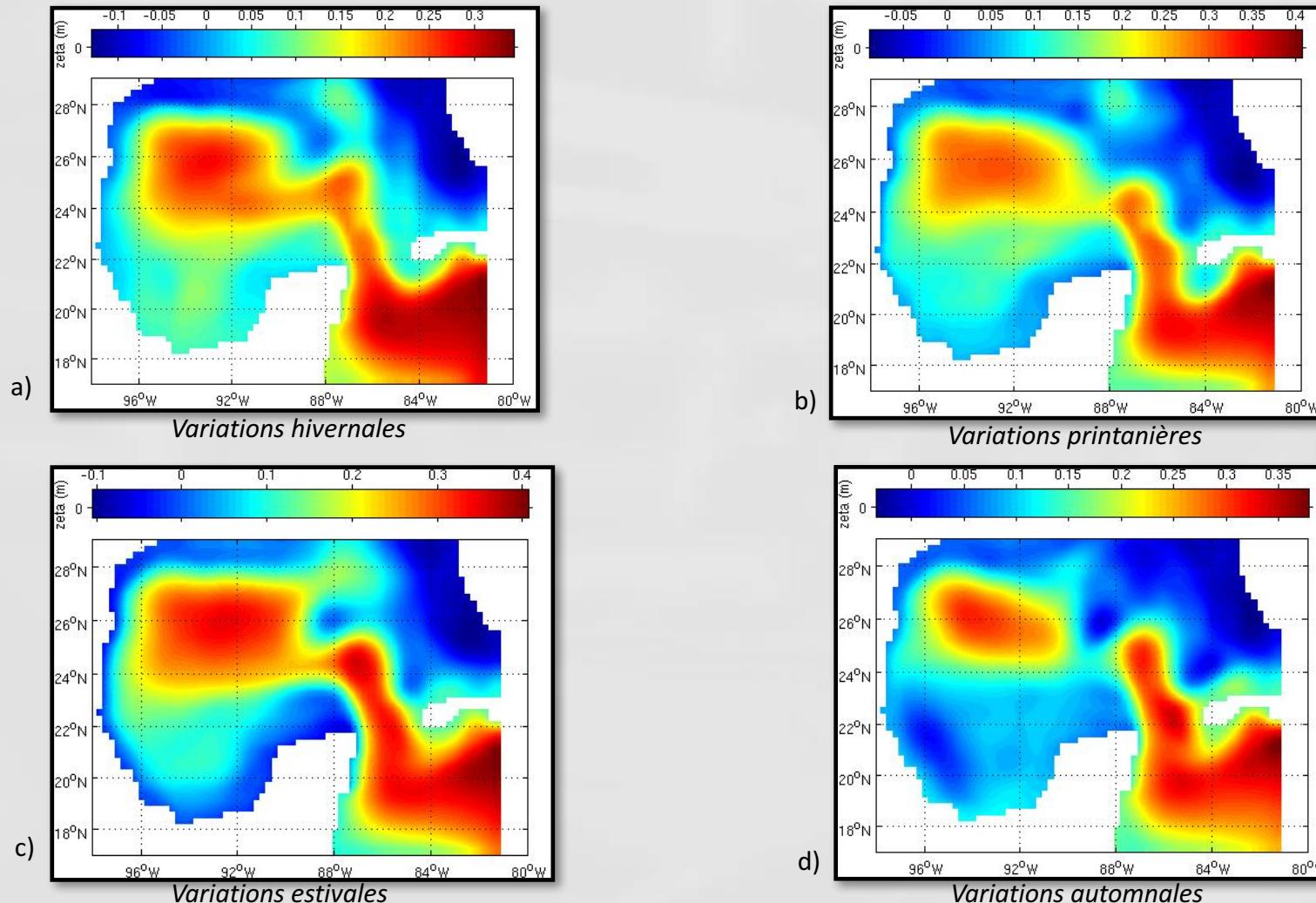


Fig 8 : Variations annuelles l'élévation de la surface libre (m) dans le Golfe du Mexique avec : (a) situation hivernale,(b) situation printanière, (c) situation estivale, (d) situation automnale

Données issues de la modélisation

- Température :
 - variations entre 19 °C et 29,5 °C
 - forte température des eaux en provenance des Caraïbes
- Salinité :
 - variations entre 33,5 et 36,5
 - influence des sources peu salées (Mississippi)
- Vitesses de surface :
 - variations entre -0,1 m.s⁻¹ et 0,5 m.s⁻¹
 - valeur maximale au niveau des côtes mexicaines (0,5 m.s⁻¹)
 - augmentation en hiver, printemps et été
- Vorticité relative :
 - variations entre $-3 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹ et $4 \cdot 10^{-5}$ s⁻¹
 - vorticité négative au printemps et été : tendance de la masse à entrer en rotation dans le sens horaire
- Elévation de la surface libre :
 - variations entre -0,1 m et 0,5 m
 - élévation marquée en hiver, printemps et été

Données de la littérature

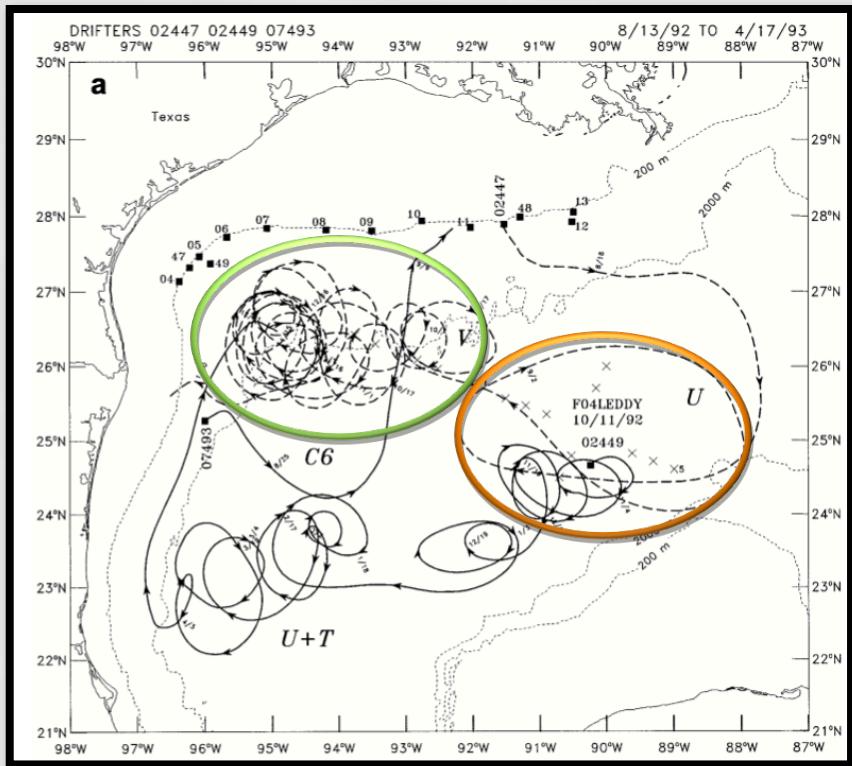


Fig 9 : Suivi des tourbillons dans le golfe du Mexique
(Hamilton et al., 1999)

- Etude entre octobre 1992 et avril 1993
- Transects entre :
 - 96 °W - 92 °W et 27 °N - 25 °N
 - 92 °W - 88 °W et 26 °N - 24 °N
- Tourbillon V : *vitesses de courants*
 - 40 cm.s^{-1} et 70 cm.s^{-1} en automne
 - 30 cm.s^{-1} à 40 cm.s^{-1} en hiver
- Tourbillon V : *vorticité*
 - $-2,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ et $-2,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ en automne
 - $-2,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ et $-1,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ en hiver
- Tourbillon U : *vitesses de courants*
 - 30 cm.s^{-1} et 50 cm.s^{-1} en automne
 - 10 cm.s^{-1} à 40 cm.s^{-1} en hiver
- Tourbillon U : *vorticité*
 - $-1,8 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ et $-1,25 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ en automne
 - $-1,5 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ et $-1,0 \cdot 10^{-5} \text{ s}^{-1}$ en hiver

- Résultats acquis globalement satisfaisants
- Bonne corrélation entre les différentes données (modèle ROMS et littérature)
- Nuance face aux données de vorticité

➤ *Perspectives :*

- Simulation à plus haute résolution
- Etude sur la profondeur
- Analyse à plus grande échelle de ce phénomène
- Etude des répercussions sur la circulation océanique

Merci pour votre attention

Références

- Doglioli, A. M. (2015). Notes de Cours et Travaux Diriges de Modelisation de la Circulation Oceanique, Universite d'Aix-Marseille, Marseille, France
- Dubranna J., Perez-Brunius P., Lopez M., Candela J. (2011). Circulation over the continental shelf of the western and southwestern Gulf of Mexico. Journal of geophysical research 116 : 1 – 17
- Hamilton P., Fargion G.S., Biggs D.C. (1999). Loop Current Eddy Paths in the Western Gulf of Mexico. Journal of physical oceanography 29 : 1180 – 1207