

Application du modèle ROMS à la Manche

- OPB 205 : Modélisation de la circulation océanique -
Master I Océanographie

Mathieu Caffin - Mai 2014

La Manche

Mer épicontinentale

2 bassins:

- Occidental
- Oriental

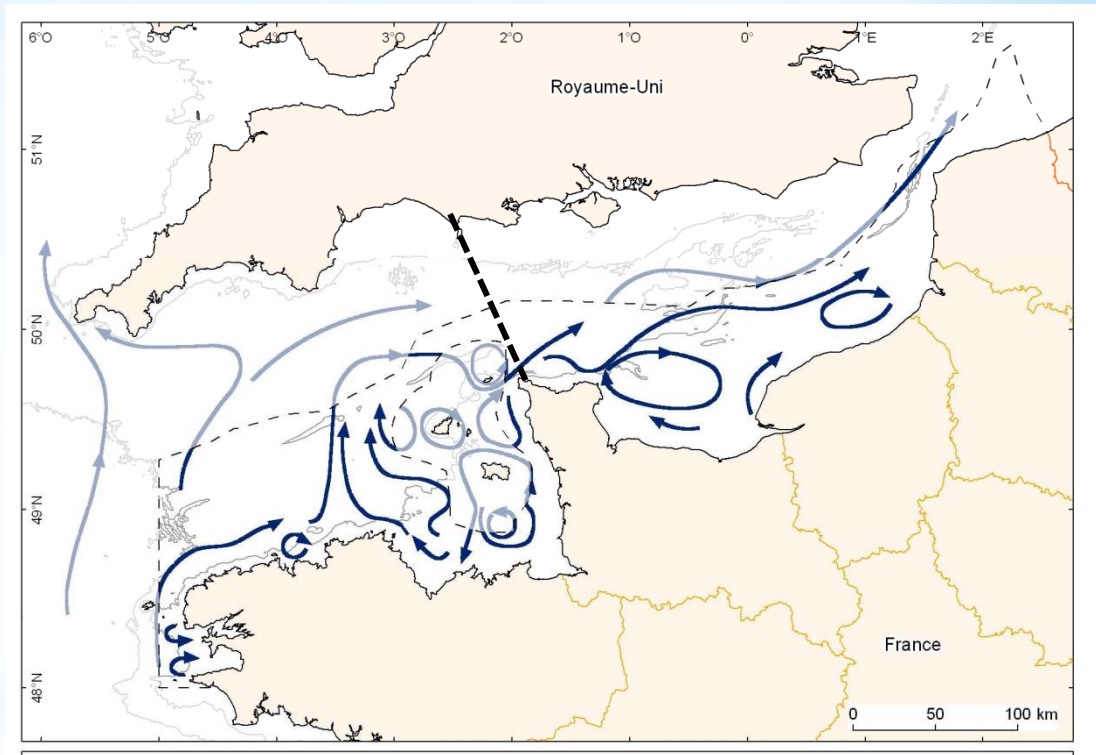
Mer Mégatidale

➡ Courant de marée

Vents Forts

➡ Inversion courants

➡ Destruction Tourbillons



ROMS - Regional Ocean Modeling System

Système d'équations

- Equations de Navier-Stokes

- Conservation de la Chaleur et du Sel

- Equation de Continuité

- Equation d'Etat de l'eau de mer (IOS 80)

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} + \vec{U} \nabla u - f v = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + A_h \nabla_h^2 u + A_v \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \vec{U} \nabla v + f u = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y} + A_h \nabla_h^2 v + A_v \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{U} \nabla T = A_h \nabla_h^2 T + A_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{Q_c}{\rho_0 C_p} \frac{\partial I}{\partial z} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + \vec{U} \nabla S = A_h \nabla_h^2 S + A_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \end{array} \right.$$

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

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

ROMS - Regional Ocean Modeling System

Hypothèses

- Hypothèse Hydrostatique
- Approximation de Boussinesq
- Hypothèse d'incompressibilité
- Hypothèse de Turbulence horizontale isotrope

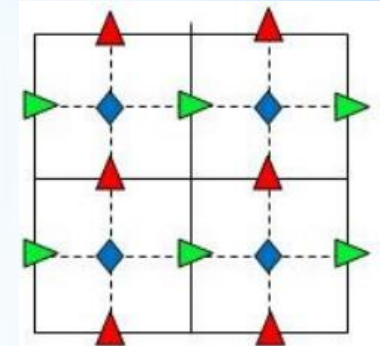
Fermeture de la turbulence

- Ajout d'équations de “fermeture”
- Hypothèse de fermeture newtonienne
- Reynolds Averaged Naviers-Stokes equations
- Coefficients Horizontaux: Constants / Smagorinski
- Coefficients Verticaux: BFV / KPP

ROMS - Regional Ocean Modeling System

Discretisation

- Verticale: Même nombre de niveaux
- Horizontale: Grille décalée Arakawa C
- Temporelle: 2D (rapide) et 3D (lent)
- Courant-Friedrich Levy $\Delta T \leq \frac{1}{\sqrt{gh_{max}}} \left[\frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} \right]^{-\frac{1}{2}}$



Conditions initiales, limites et aux frontières

- CI: Données ICOADS, WOA,
- CL: Surface: forçage du vent / Fond: friction
- CF: Ouvertes / Fermées

Implémentation du modèle sans la marée

Domaine d'étude:

47,5° Nv- 52,5° N
7° O - 7° E

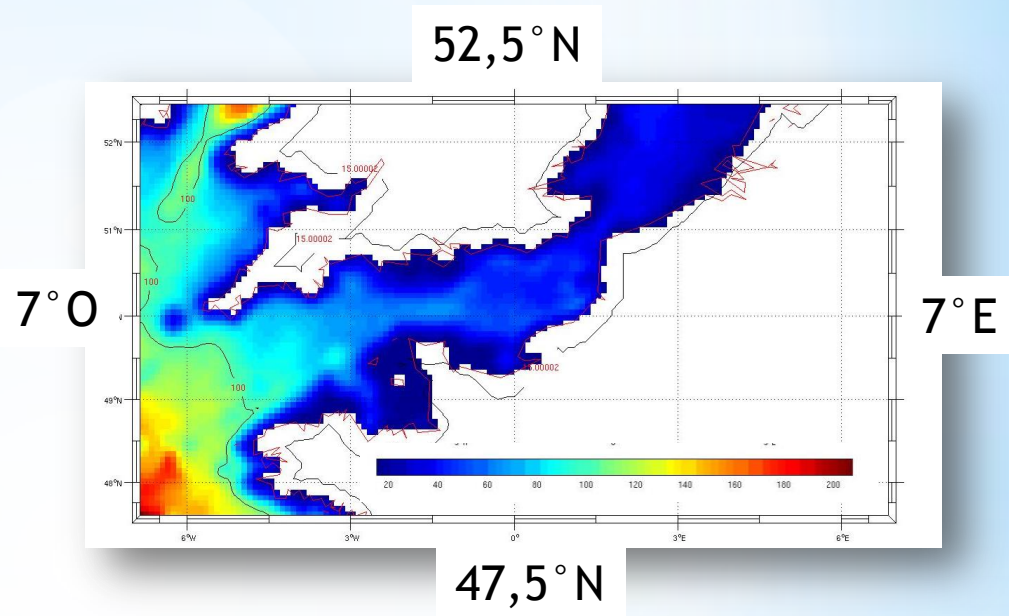
Frontière: Est fermée

Résolution: 1/10°

Profondeur min.: 15m

Référence courant géostrophique: 100m

139 mailles horizontales / 77 mailles verticales
32 niveaux verticaux



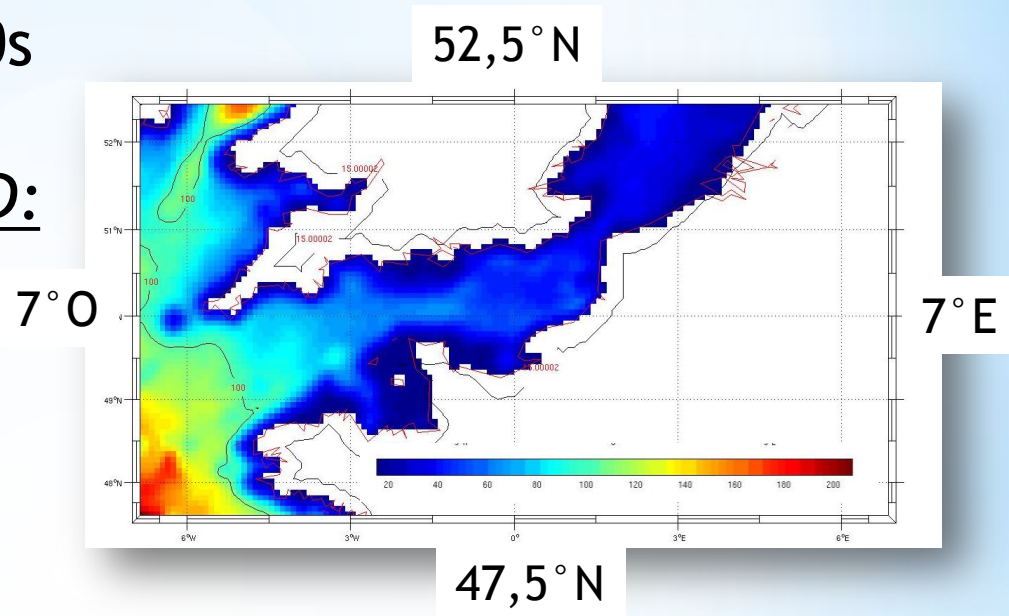
Implémentation du modèle sans la marée

Pas de temps 3D: $DT = 2700s$

Nombre de pas de temps 3D:
 $NTIMES=960$

Fréquences de sauvegarde:
 $NWRT=96$
 $NAVG=96$

Durée de la simulation: 10 ans
1 sortie/3jours



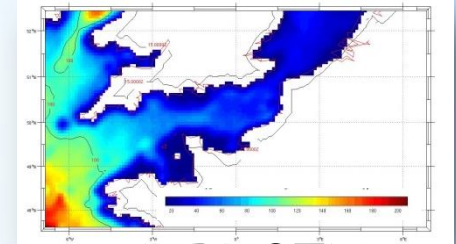
Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

Ondes de marée: M2 S2 N2 K2 K1 O1 P1 Q1 Mf Mm (TPX07)

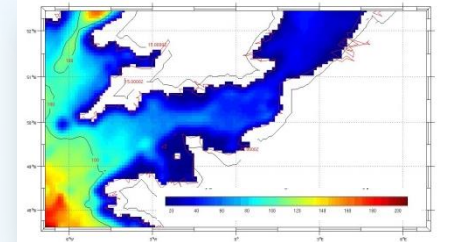
```
# define TIDES (cppdefs.h)
```

```
make_tide.m
```



Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

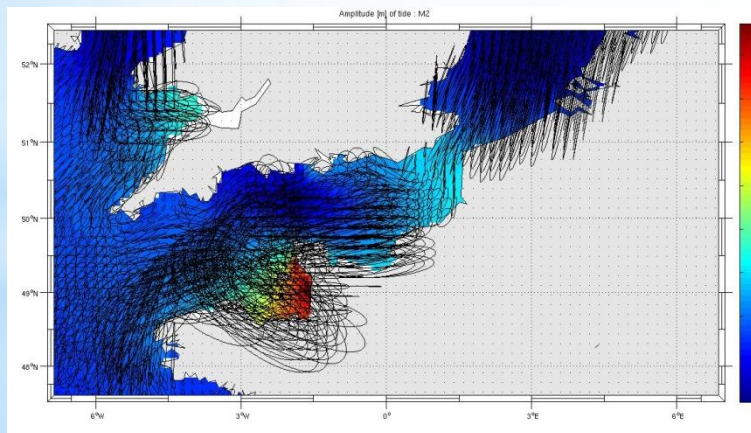


Ondes de marée: M2 S2 ~~N2 K2 K1 O1 P1 Q1 Mf Mm~~ (TPX07)

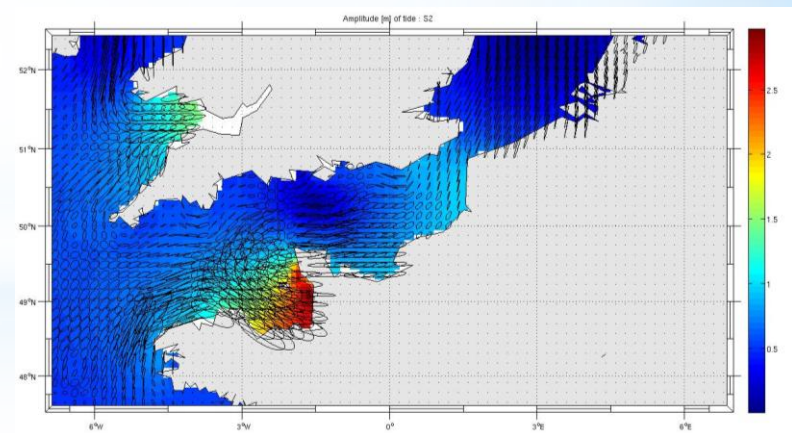
define TIDES (cppdefs.h)

make_tide.m

➡ Ondes de marées semi-diurne



M2: Période = 12h25



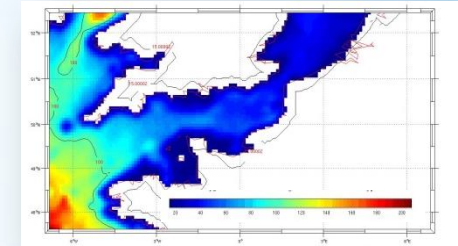
S2: Période = 12h00

Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

Ondes de marée: M2 S2

Hauteur minimum: 15m → 50m



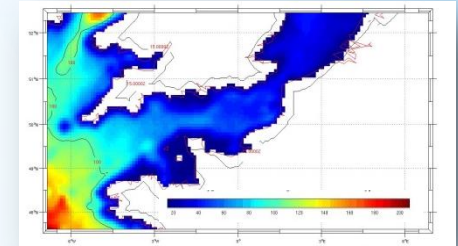
Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

Ondes de marée: M2 S2

Hauteur minimum: 15m → 50m

Masque de la grille: Lissage des côtes et suppression de Jersey



Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

Ondes de marée: M2 S2

Hauteur minimum: 15m → 50m

Masque de la grille: Lissage des côtes et suppression de Jersey

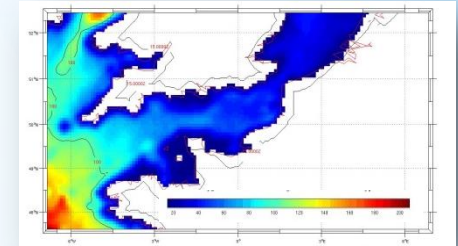
Changement du pas de temps DT: 2700s → 900s

-Théorème de Nyquist-Shannon → Pas d'Aliasing

NTIMES=2880

NWRT=288

$$f_e \geq 2f_{signal}^{max}; f_e = \frac{1}{dt}$$



Implémentation du modèle avec la marée

Domaine d'étude: Identique au précédent

Ondes de marée: M2 S2

Hauteur minimum: 15m → 50m

Masque de la grille: Lissage des côtes et suppression de Jersey

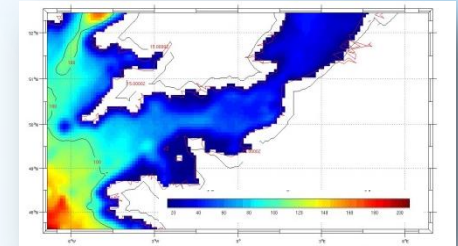
Changement du pas de temps DT: 2700s → 900s

Définition des paramètres temporels: utilisation *make_tides*

Janvier 2000

Décembre 2010

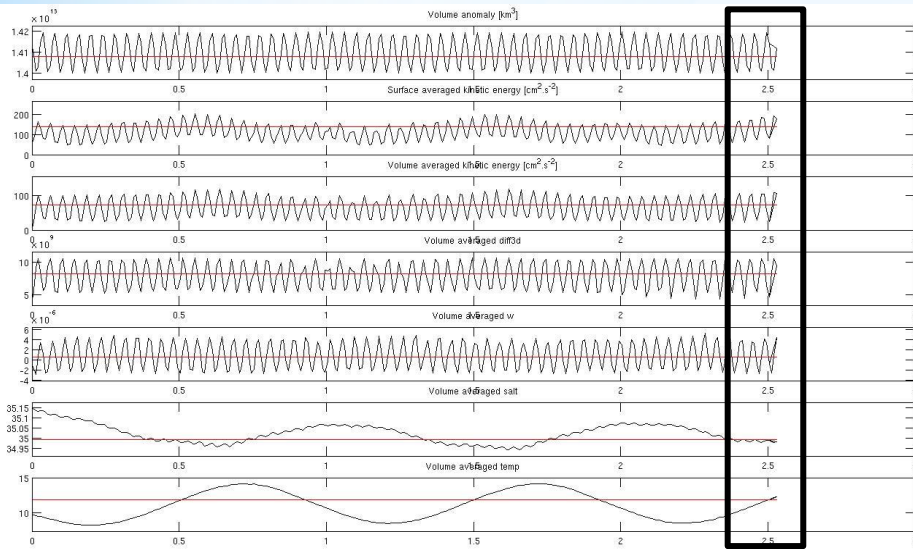
} Forçage de la marée



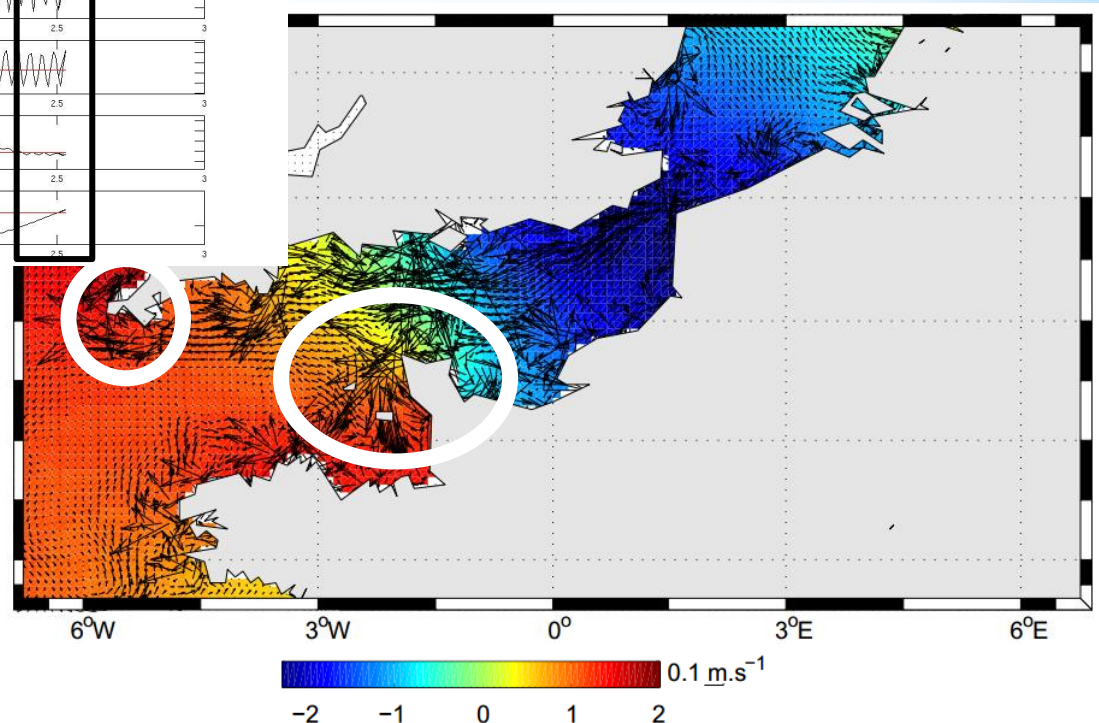
Modèle soumis à la marée

Plantage du modèle: Année 3, Mois 6.

Diagnostic interannuel



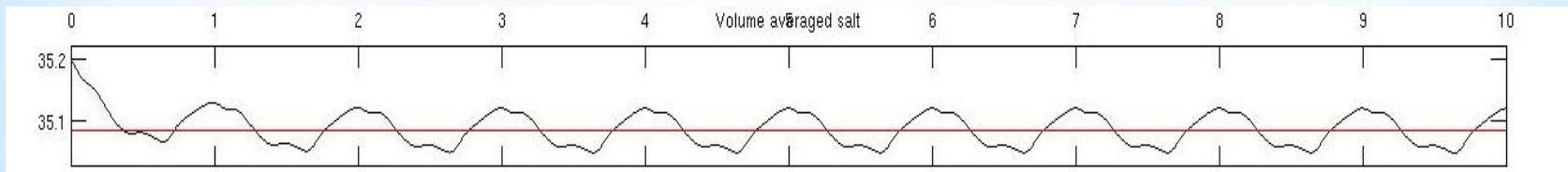
- Cap Lizard
- Cap de La Hague
- Forts Courants 5m/s



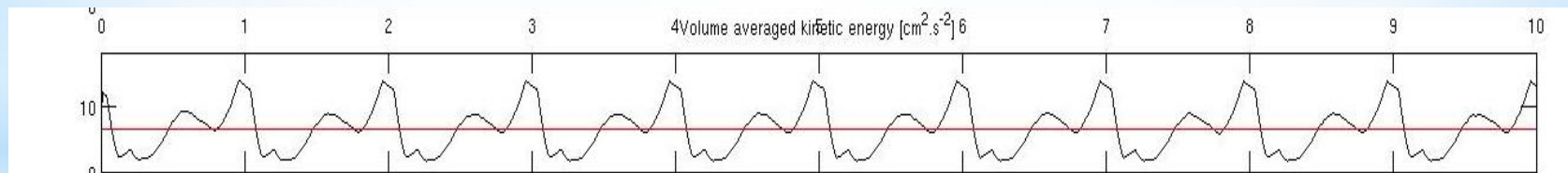
Modèle non-soumis à la marée

Diagnostic:

- Stabilisation rapide
- Grande variation d'énergie cinétique



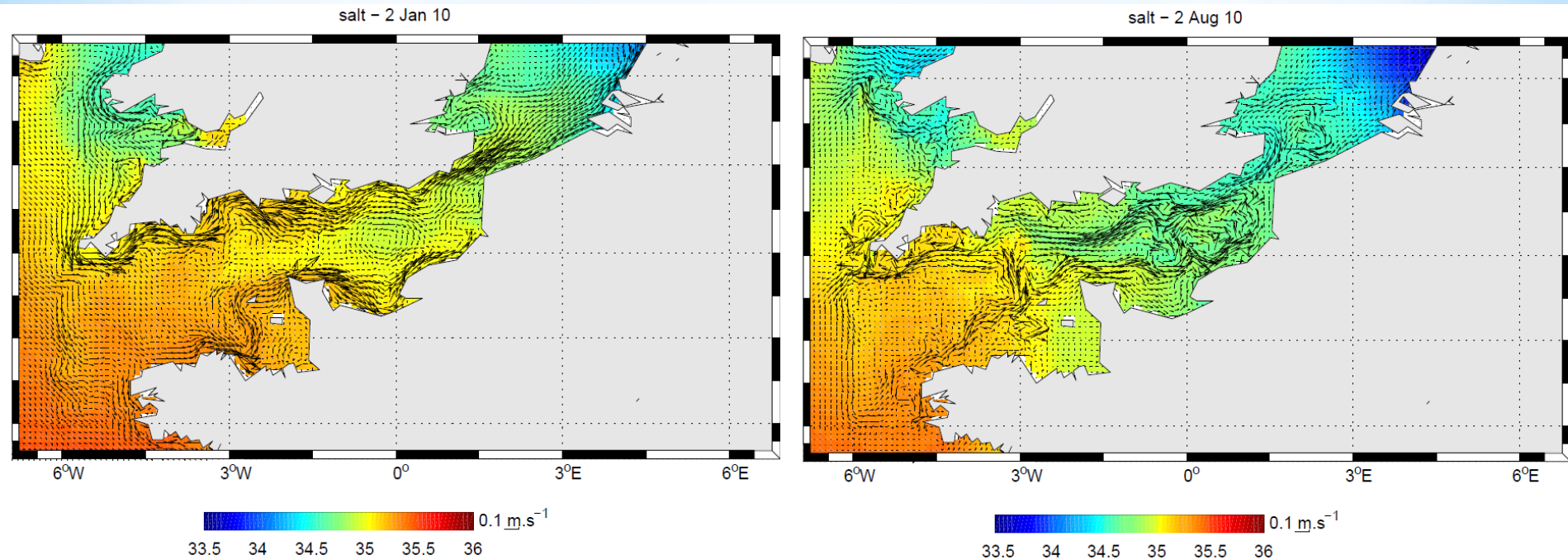
Evolution de la salinité - Diagnostic ROMS



Evolution de l'énergie cinétique- Diagnostic ROMS

Modèle non-soumis à la marée

Variations Saisonnières: Salinité

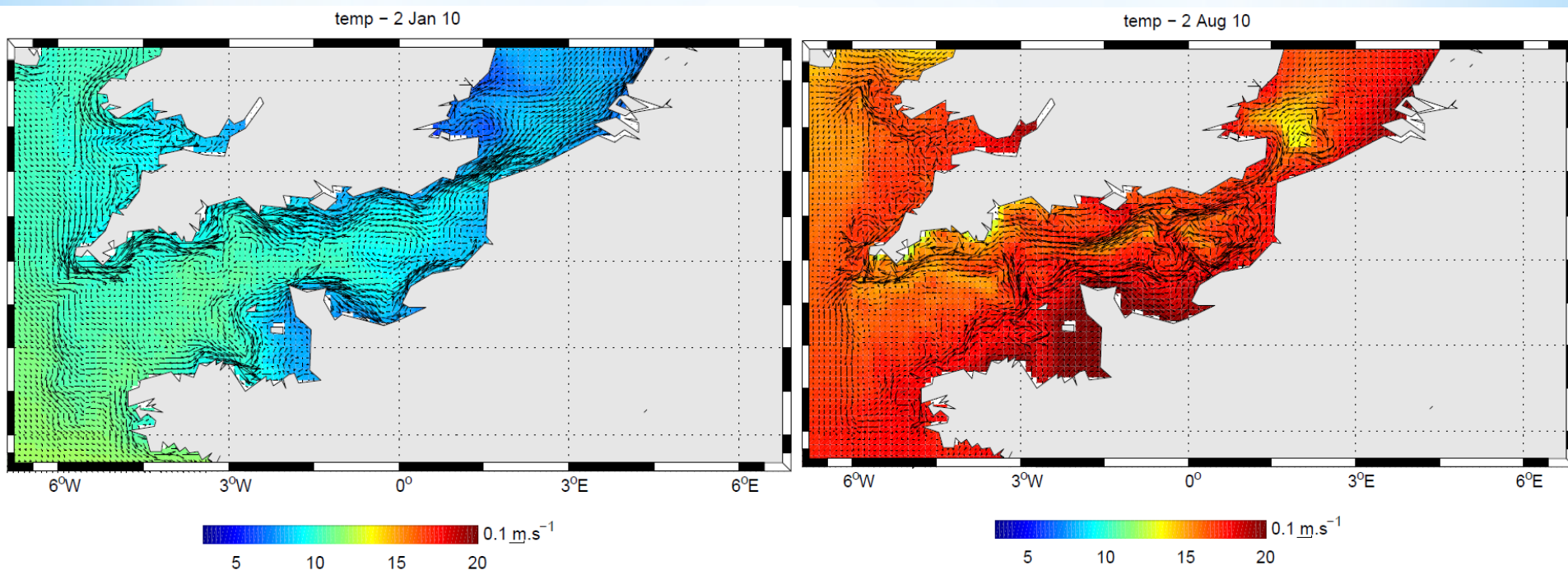


Salinité de surface, Janvier année 10 - ROMS

Salinité de surface, Aout année 10 - ROMS

Modèle non-soumis à la marée

Variations Saisonnières: Température



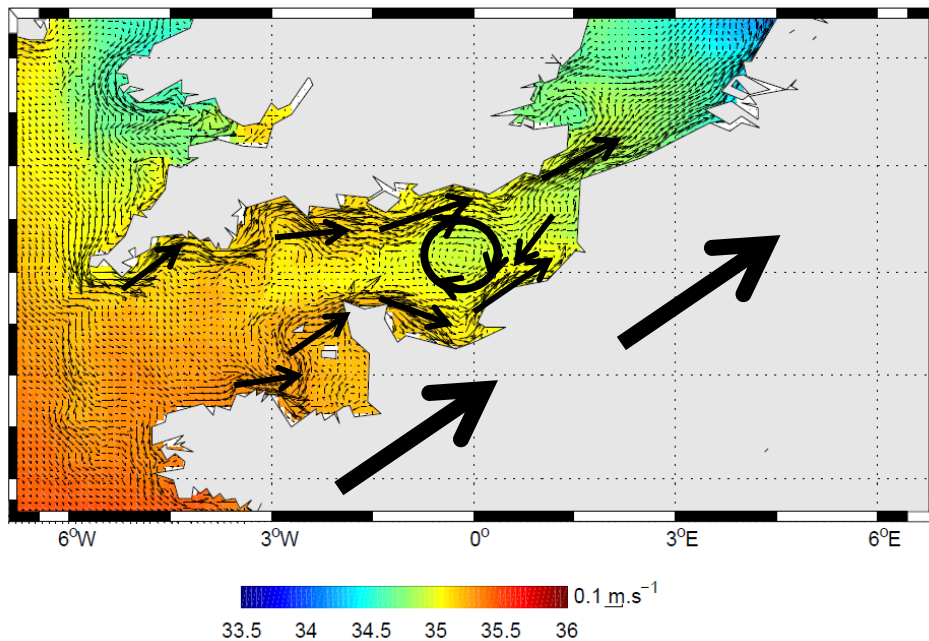
Température de surface, Janvier année 10 - ROMS

Température de surface, Aout année 10 - ROMS

Modèle non-soumis à la marée

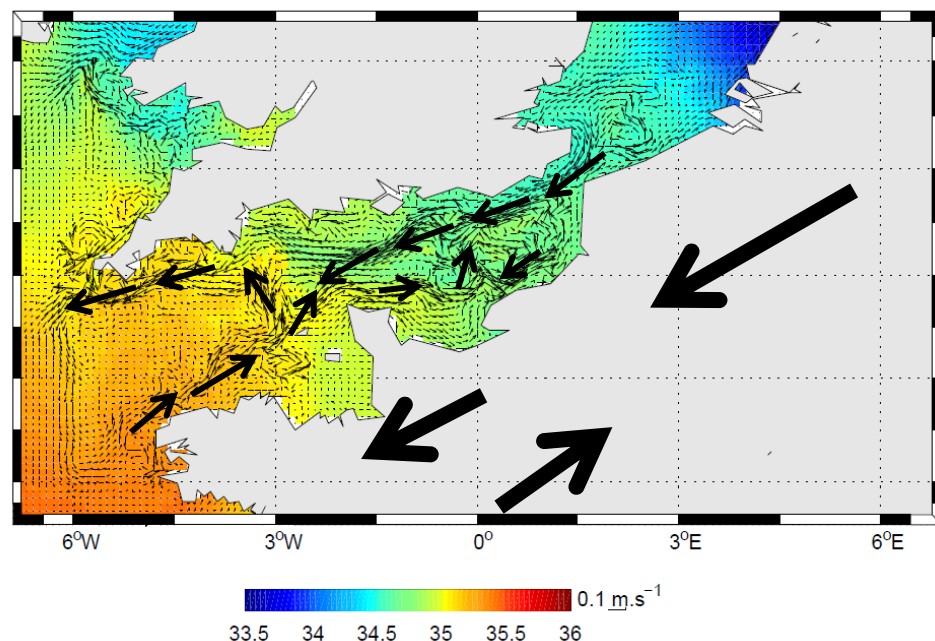
Variations Saisonnières: Courantologie

salt - 2 Jan 10



Courant de surface, Janvier année 10 - ROMS

salt - 2 Aug 10

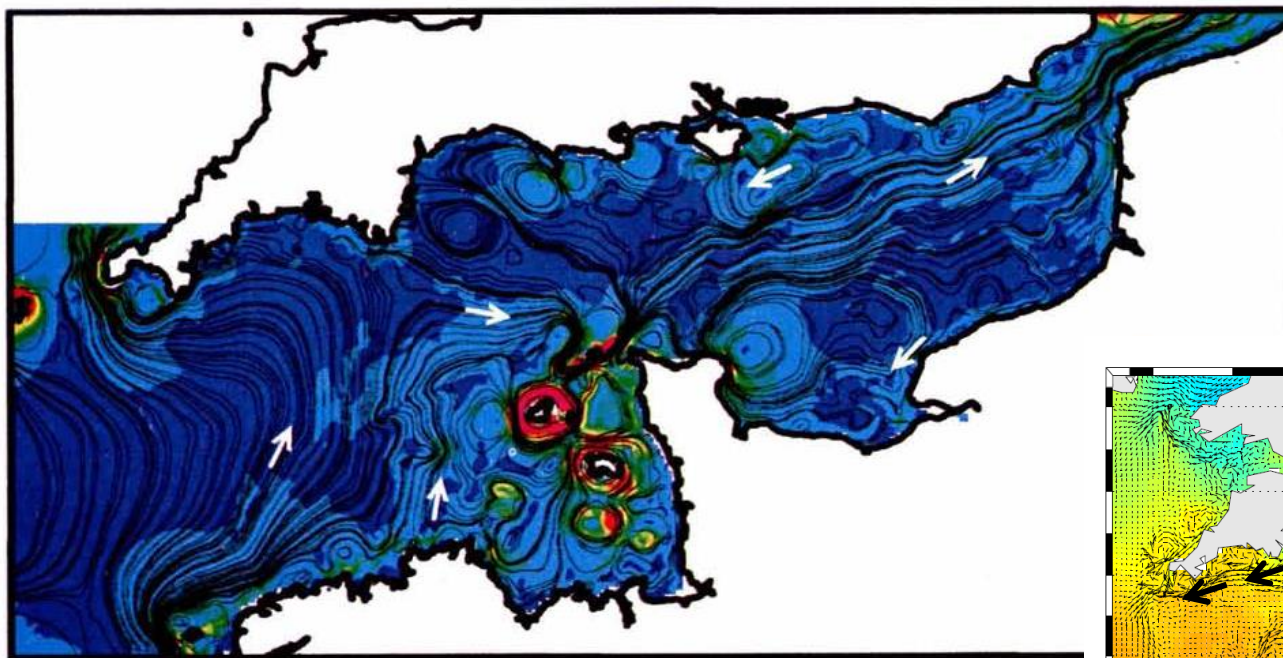


Courant de surface, Aout année 10 - ROMS

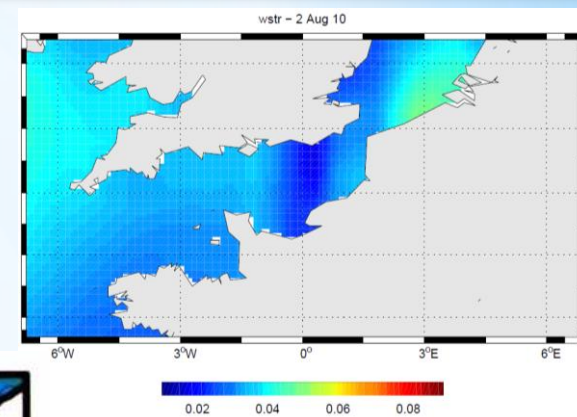
Modèle non-soumis à la marée

Impact du vent sur la courantologie:

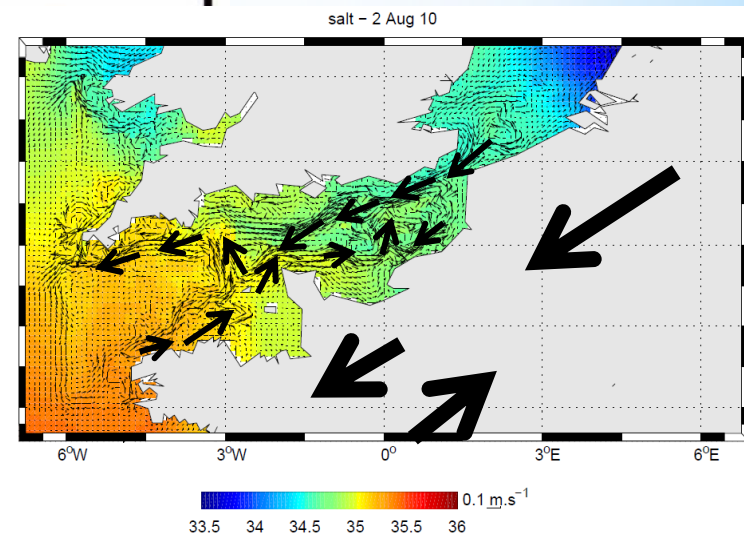
Eté: Vent Faible



Trajectoire et intensité des courants sans vent, marée moyenne par Salomon et Breton (1993)



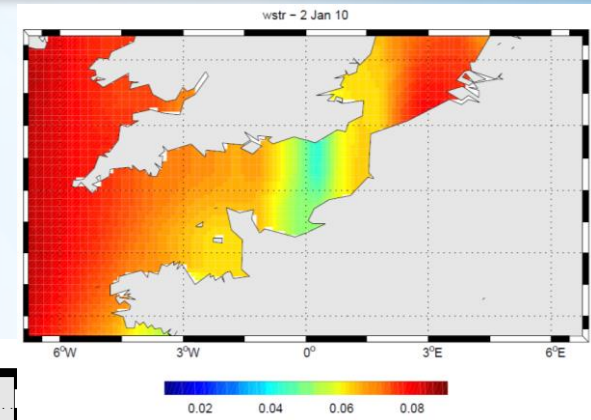
Tension du vent, Aout année 10



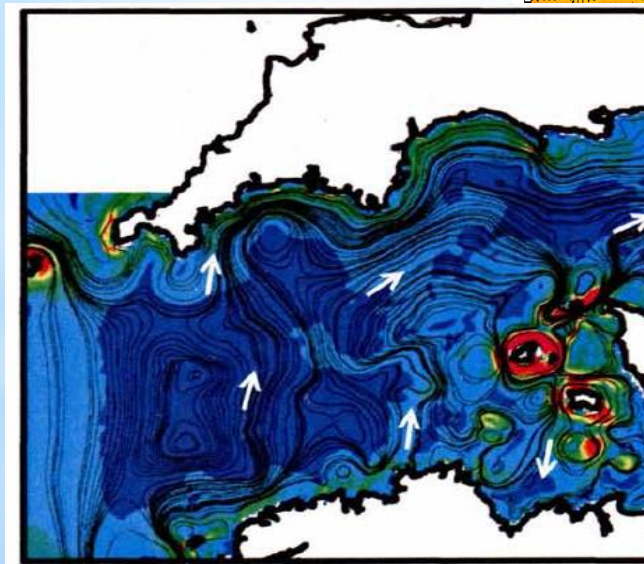
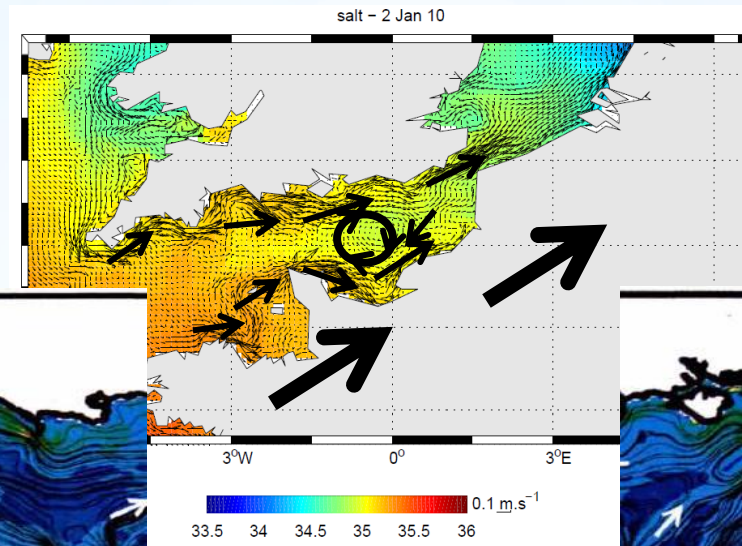
Modèle non-soumis à la marée

Impact du vent sur la courantologie:

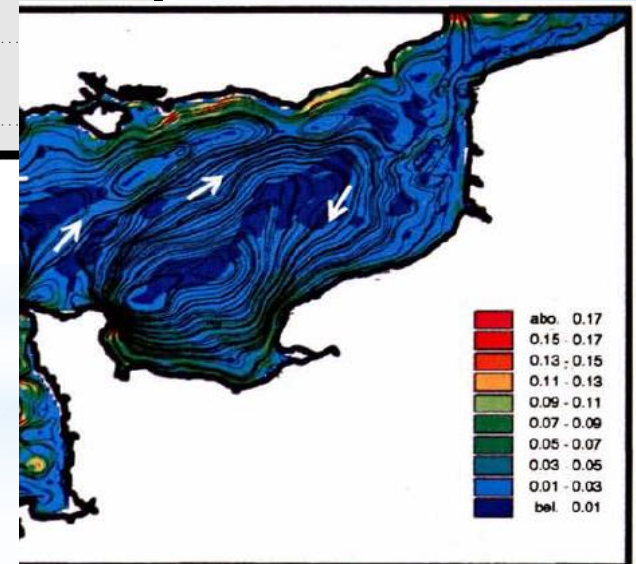
Hiver: Vent Fort



Tension du vent, Janvier année 10



Tension de vent de 0,13hPa d'Ouest
marée moyenne par Salomon et Breton (1993)



Tension de vent de 0,13hPa d'Est
marée moyenne par Salomon et Breton (1993)

La Manche

Région complexe à modéliser - Peu de données dans les atlas

Modélisation sans marée

Pas en accord avec la littérature

Ne représente pas la circulation dans la région de la Manche

Modélisation avec marée

Echec de la modélisation

Améliorations possibles: lissage de la côte; augmentation de la résolution; définir la région comme canal?; se contenter de l'onde semi-diurne M2.

**Merci de votre
attention.**