

Comparaison de l'activité mésoéchelle entre différents modèles numériques 3D de circulation

6 septembre 2011



Laboratoire d'océanographie physique et
biogéochimique

Stage encadré par **Andrea Doglioli et Anne Petrenko**

Introduction



- Activité mésoéchelle déterminante dans les échanges côtes-large
- Intérêt de la modélisation pour comprendre et la circulation

Plan

- 1 Les différents processus de circulation dans le Golfe du Lion
 - Le Courant Nord
 - Forçage atmosphérique fort.
- 2 Les modèles de circulation 3D et l'outil WATERS
 - Les différents modèles
 - Les hypothèses et équations
 - Zones et périodes d'étude
- 3 L'outil WATERS et Résultats
 - WATERS
 - Impact de la résolution sur les tourbillons
 - Une activité tourbillonnaire propre à chaque modèle

Le Courant Nord

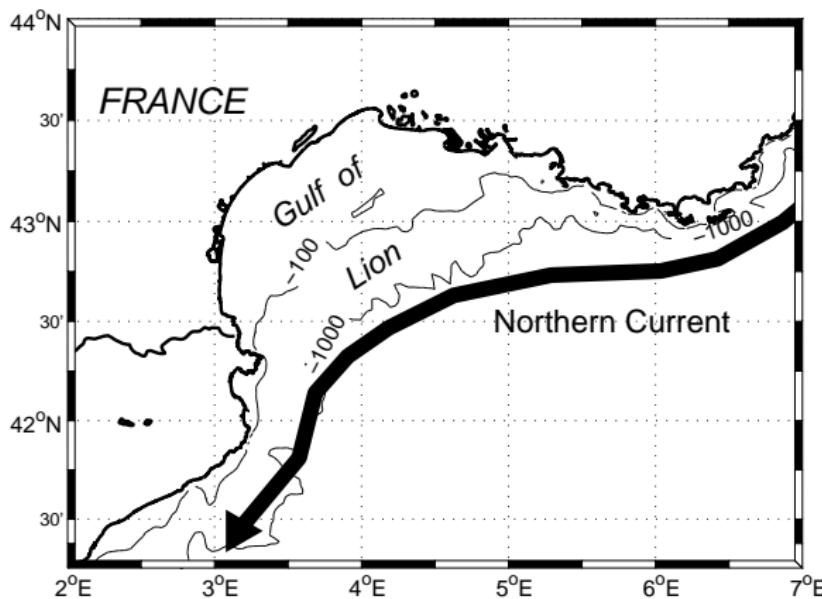


FIGURE: Position du courant nord et des isobathes -100m et -1000m

Forçage atmosphérique et activité mésoéchelle

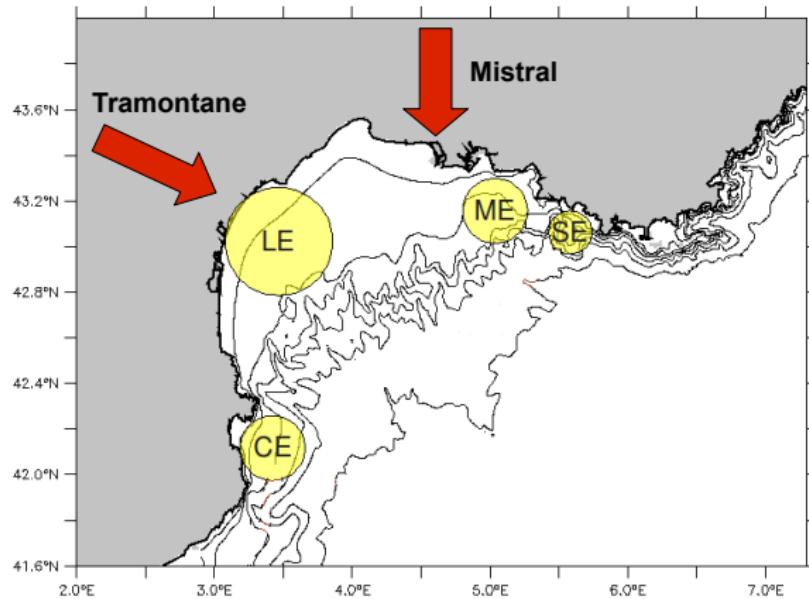


FIGURE: Les vents dominants et les zones de formation préférentielles de tourbillons.

Plan

- 1 Les différents processus de circulation dans le Golfe du Lion
 - Le Courant Nord
 - Forçage atmosphérique fort.
- 2 Les modèles de circulation 3D et l'outil WATERS
 - Les différents modèles
 - Les hypothèses et équations
 - Zones et périodes d'étude
- 3 L'outil WATERS et Résultats
 - WATERS
 - Impact de la résolution sur les tourbillons
 - Une activité tourbillonnaire propre à chaque modèle

Les différents modèles de circulation

Etude comparative à partir de 3 modèles dans 5 configurations :

- Symphonie → Symphonie 1km et Symphonie 3km
- Mars3D → Menor et Rhoma
- OPA → Mercator

Tout les modèles utilisés sont basés sur :

- les équations primitives
- l'approximation de Boussinesq
- l'hypothèse hydrostatique

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} - fv = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial x} + \frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial \tau_{xx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{xy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{xz}}{\partial z} \right) \quad (2.1)$$

$$\underbrace{\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z}}_i + \underbrace{k}_{j} = -\underbrace{\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial P}{\partial y}}_l + \underbrace{\frac{1}{\rho_0} \left(\frac{\partial \tau_{yx}}{\partial x} + \frac{\partial \tau_{yy}}{\partial y} + \frac{\partial \tau_{yz}}{\partial z} \right)}_m \quad (2.2)$$

$$\frac{\partial P}{\partial z} = -\rho g \quad (2.3)$$

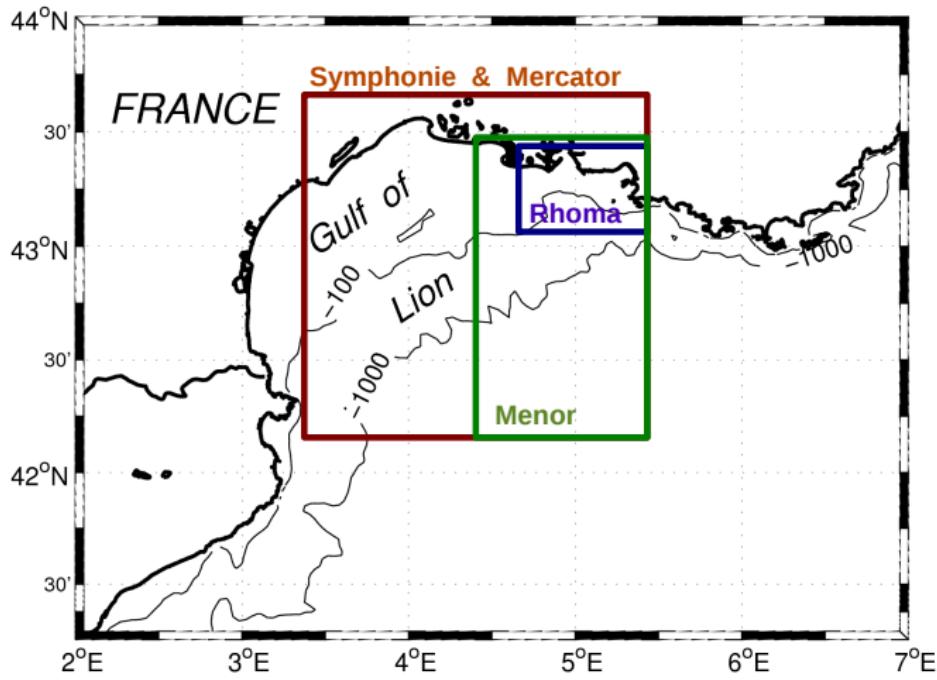
$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \quad (2.4)$$

Les principales différences des modèles

- les conditions aux limites
- le modèle de diffusivité horizontale retenu
- les forçages atmosphériques et notamment leur résolution spatiale et temporelle
- la résolution

	Symphonie	MENOR et RHOMA	Mercator
Résolution	1km et 3km	1, 2km et 200m	1/36°
Forçage aux limites	general circulation model of the mediterranean sea (OGCM)	OGCM et MENOR	Mercator ORCA12
Diffusivité horizontale	opérateur Laplacien	Smagorinsky (1963)	opérateur isopycnal Laplacien
Forçage atmosphérique	ALADIN ($0,1^\circ \times 0,1^\circ$) (3h)	ECMWF (European Centre for Medium-Range Weather Forecast)	ECMWF

Extensions spatiales des configurations étudiées



Période d'étude

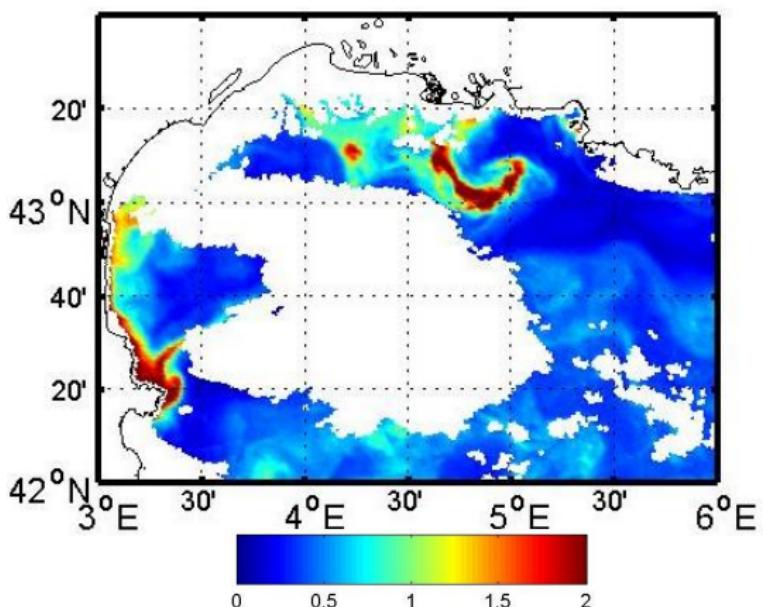


FIGURE: Image de couleur de l'eau par le satellite Seawifs. On remarque un tourbillon probable vers $(43^{\circ}\text{N}, 5^{\circ}\text{E})$. Cette période sera donc sélectionnée pour étude.

	Symphonie	RHOMA	MENOR	Mercator
Avril 2007	×	×		
Juin 2007	×	×	×	
Octobre 2007	×	×		
Décembre 2007	×	×	×	
Juin 2008	×	×	×	×
Octobre 2008	×	×	×	×

Plan

- 1 Les différents processus de circulation dans le Golfe du Lion
 - Le Courant Nord
 - Forçage atmosphérique fort.
- 2 Les modèles de circulation 3D et l'outil WATERS
 - Les différents modèles
 - Les hypothèses et équations
 - Zones et périodes d'étude
- 3 L'outil WATERS et Résultats
 - WATERS
 - Impact de la résolution sur les tourbillons
 - Une activité tourbillonnaire propre à chaque modèle

WATERS

- Champs de vitesse 3D
- Champs de vitesse 2D
- Calcul de la vorticité
- Décomposition en ondelettes de la vorticité
- Filtrage des coefficients par minimisation de l'entropie
- Décomposition en ondelettes inverse
- Affichage du champs de vorticité et repérage des tourbillons

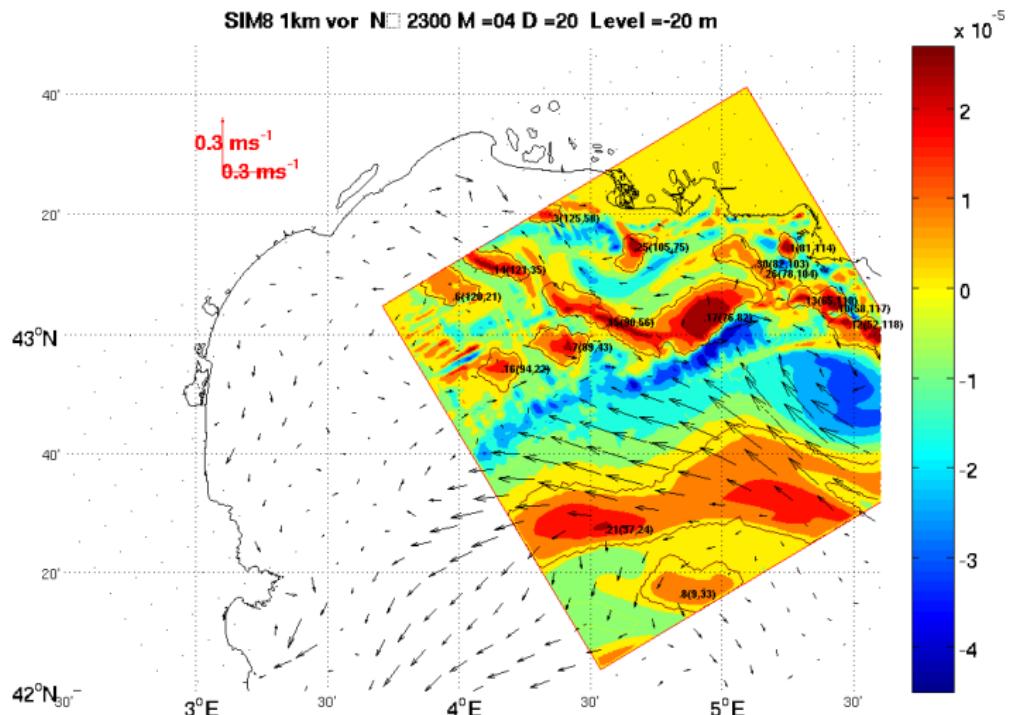


FIGURE: Carte de la vorticité relative en sortie de WATERS.

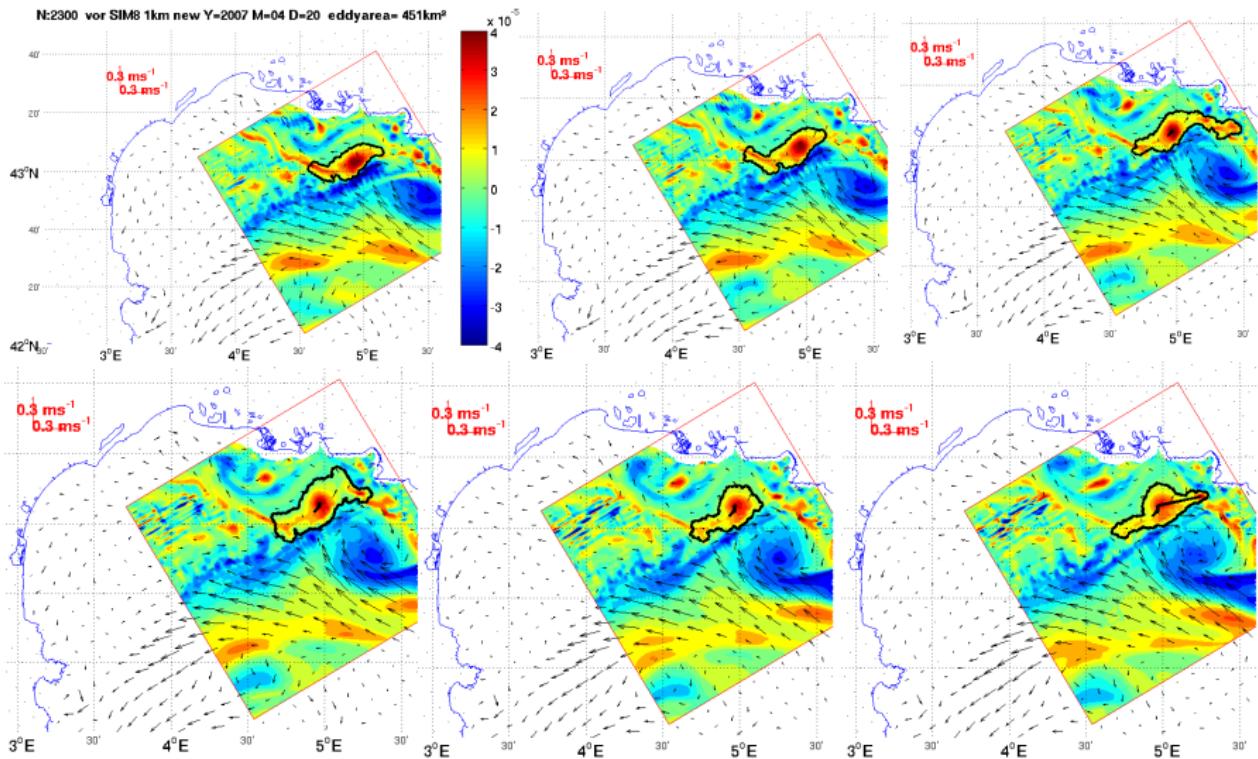


FIGURE: Carte de vorticité.

Impact de la résolution

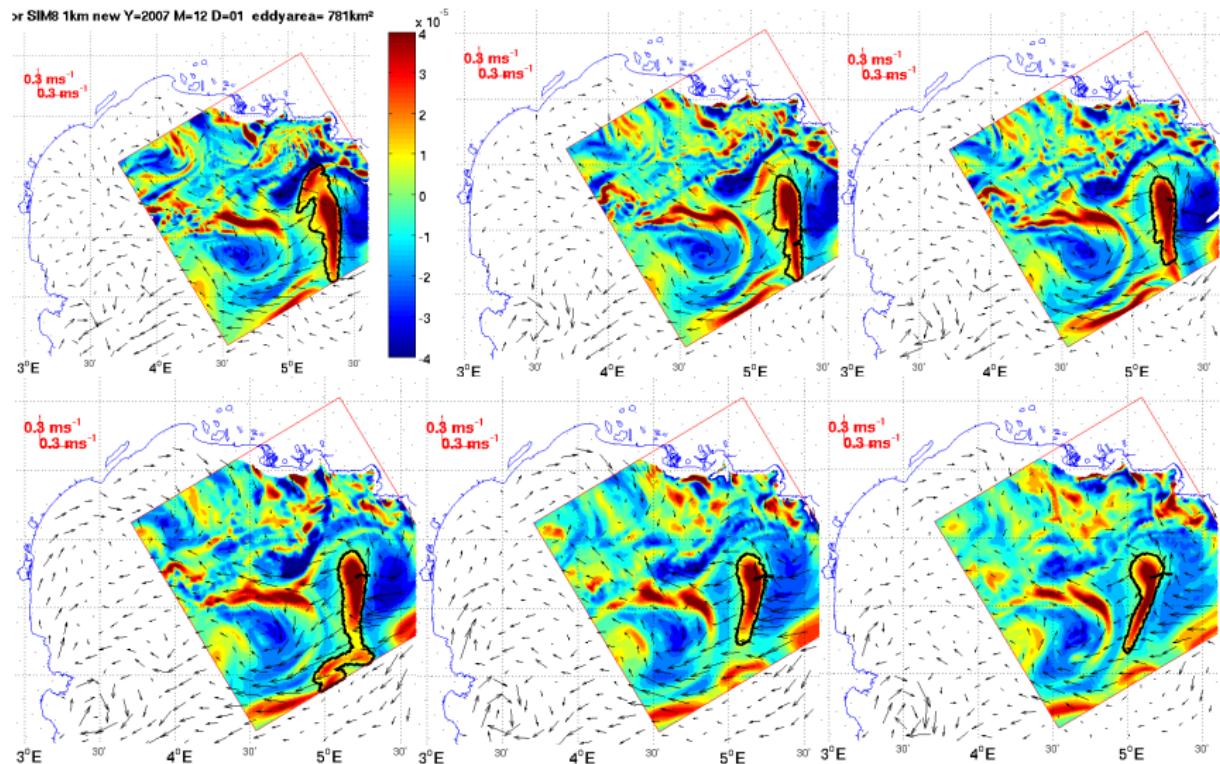


FIGURE: Symphonie 1km.

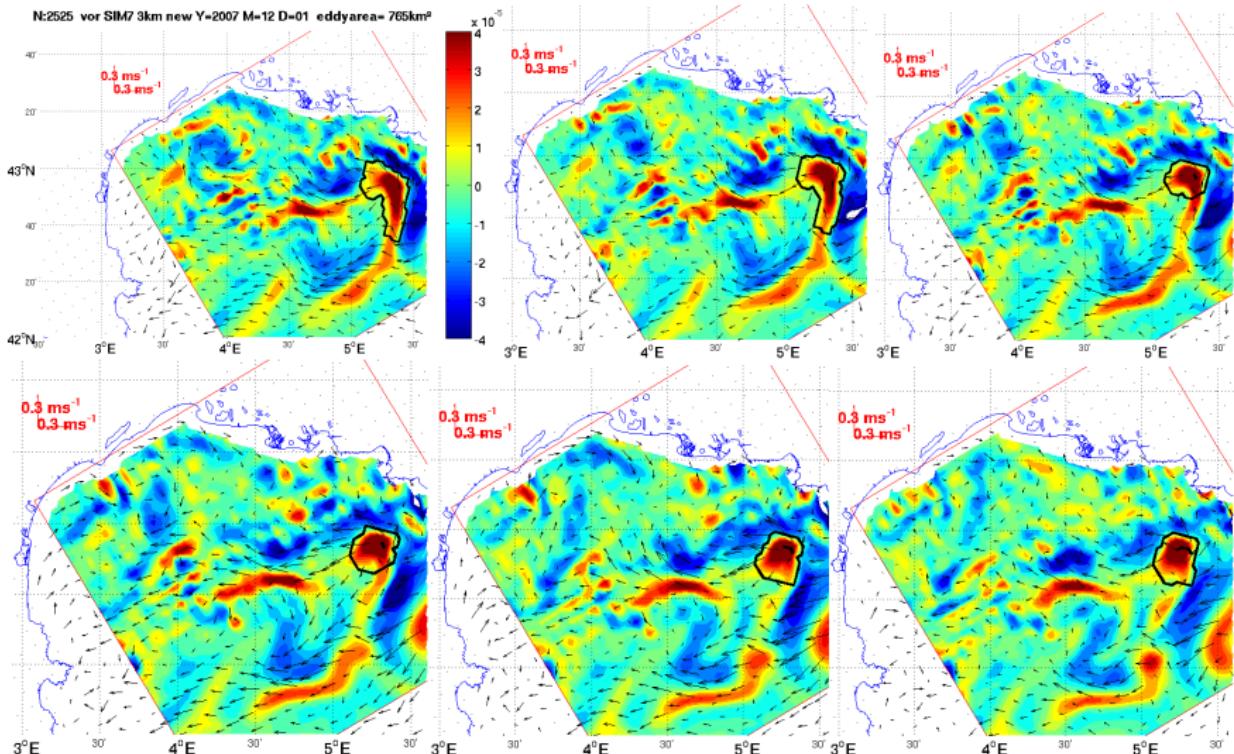


FIGURE: Symphonie 3km.

Impact de la résolution sur l'activité mésoéchelle

Faible résolution \Rightarrow Taille et durée de vie plus faible

Une activité tourbillonnaire propre à chaque modèle

Rhoma Y=2008 M=06 D=18 level=-20 eddyarea= 185.92km²

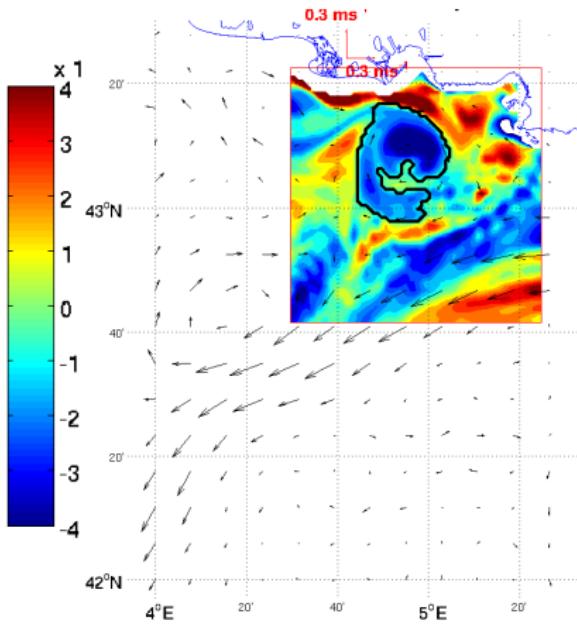
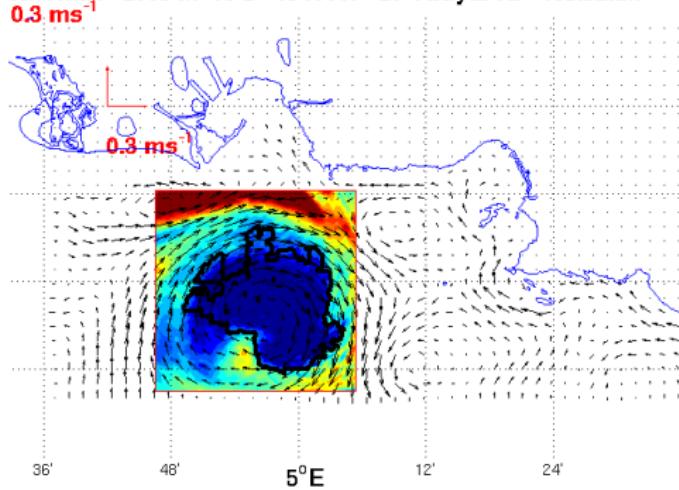


FIGURE: Cartes de la vorticité (en s^{-1}) pour les configurations MENOR et RHOMA.

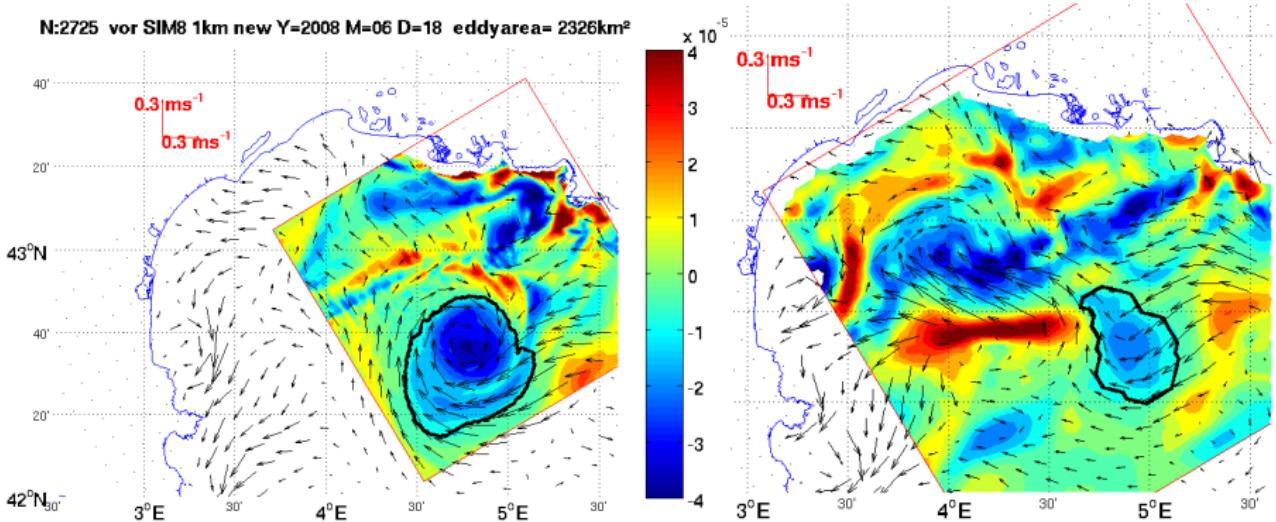


FIGURE: Carte de la vorticité (en s^{-1}) pour les configurations Symphonie 1km et 3km.

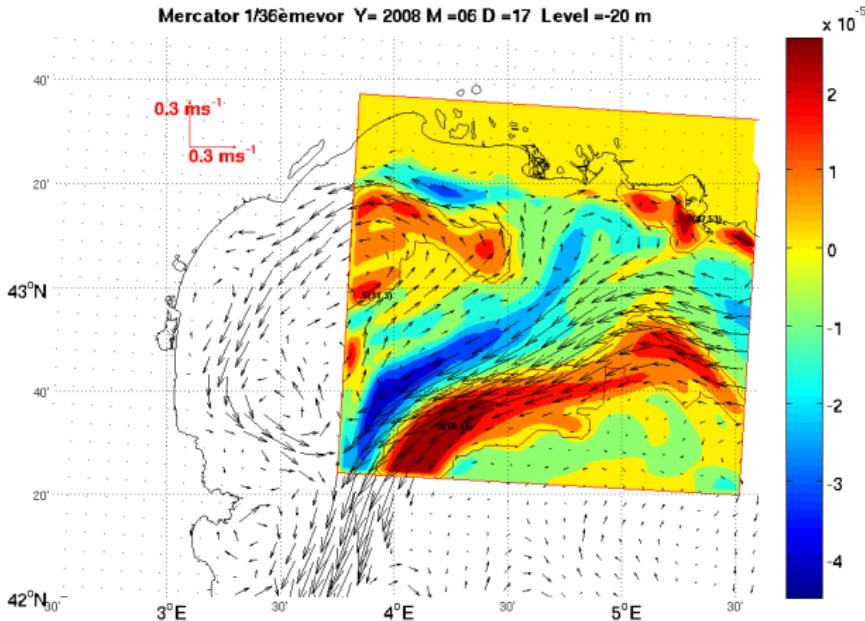


FIGURE: Carte de la vorticité (en s^{-1}) pour la configuration Mercator.

Conclusion

- Amélioration de l'outil WATERS
- Impact de la résolution
- Phénomènes difficilement reproductibles