

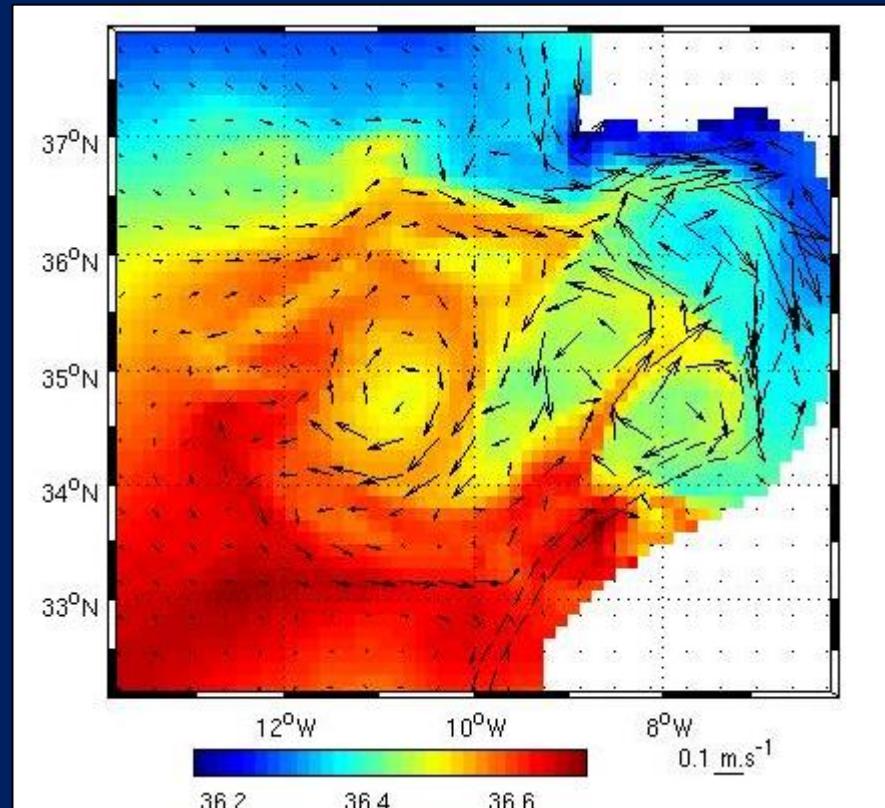
M1- OCÉANOGRAPHIE  
UE: OPB205 – Modélisation de la Circulation Océanique

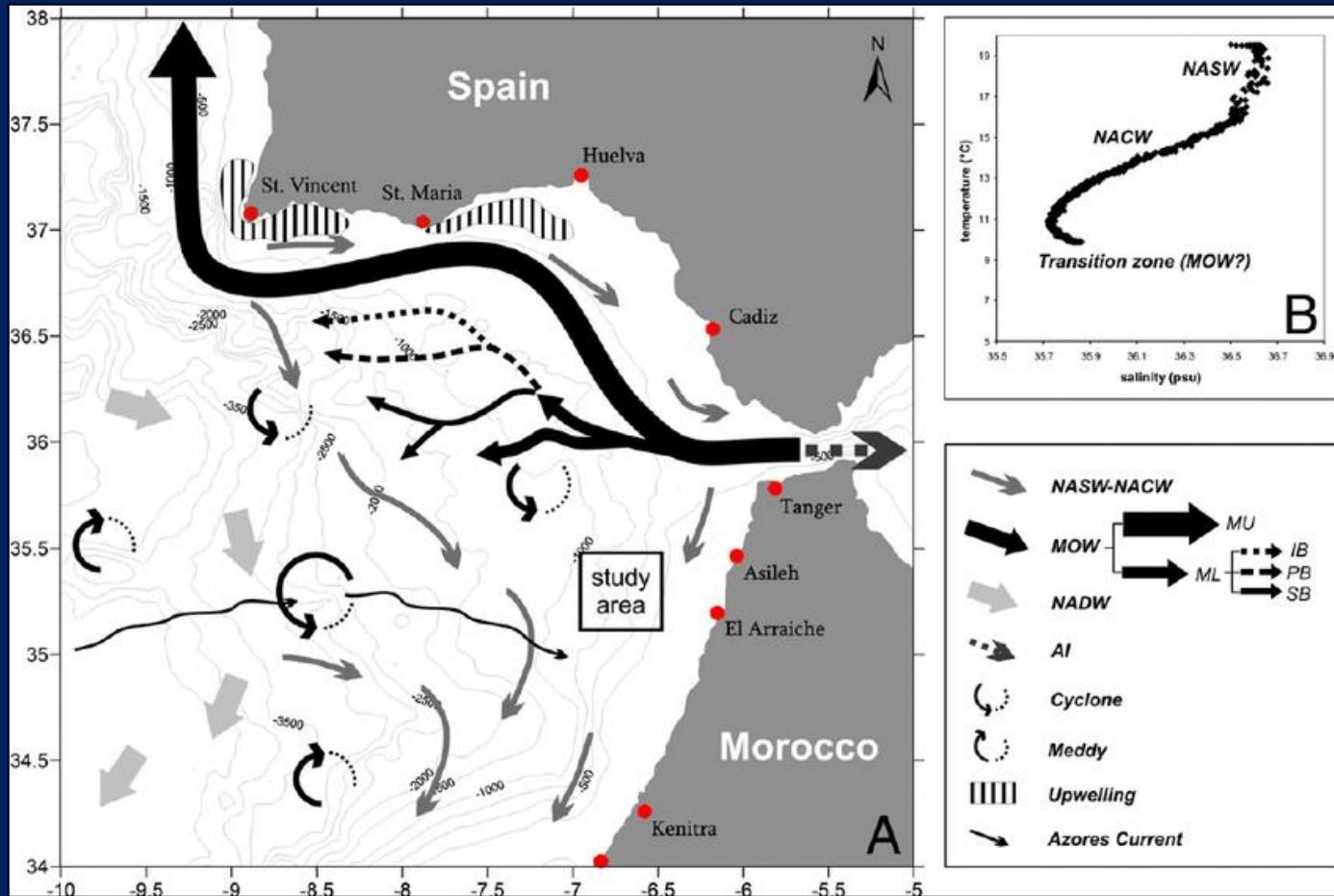
Modélisation régionale  
en 3D

Application du modèle  
ROMS sur  
le Golfe de Cadix

Responsable UE : Andrea DOGLIOLI

Auteur : Mónica MICHEL RODRIGUEZ



**GÉNÉRALITÉS DE LA RÉGION**

**Figure 1:** Conditions générales de circulation dans le golfe de Cadix. A représente la circulation et B le diagramme T-S pour la différentiation des masses d'eau Source: Faubert *et al.*, 2008.

Régime des masses d'eau

Flux d'entré des eaux Atlantiques

Flux sortant des eaux Méditerranéens



Meddies

$\beta$  plume théories

Régime des courants

Circulation Courant des Azores

CARACTÉRISTIQUES DU MODÈLE

## ÉQUATIONS PRIMITIVES



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

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

$$(3) 0 = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z}$$

$$(4) \frac{\partial T}{\partial t} + u \nabla T = K_h \nabla_h^2 T + K_v \frac{\partial^2 T}{\partial z^2}$$

$$(5) \frac{\partial S}{\partial t} + u \nabla S = K_h \nabla_h^2 S + K_v \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}$$

$$(6) \rho = \rho_0 (T, S, z)$$

## HYPOTHÈSES



Approximation de Boussinesq

Hypothèse hydrostatique

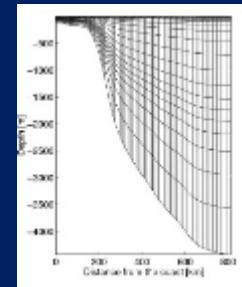
Fermeture de la turbulence

Hypothèse de turbulence horizontale isotrope:  
 $A_x = A_y = A_h$

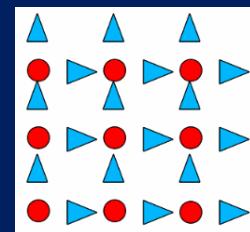
## DISCRÉTISATION



Discretisation verticale:



Discretisation horizontale:



Critère de stabilité CFL

$$(7) \Delta t \leq \frac{1}{c} \left[ \frac{1}{\Delta x^2} + \frac{1}{\Delta y^2} \right]^{-\frac{1}{2}}$$

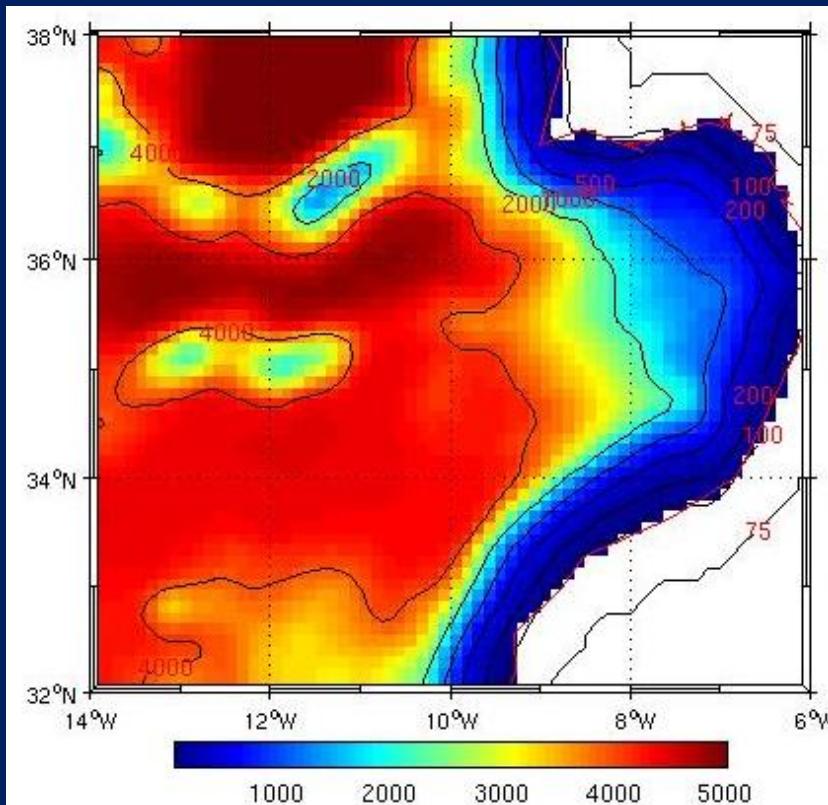
## IMPLEMENTATION DU MODÈLE

**Tableau 1 :** Tableau récapitulatif des valeurs des coordonnées pour la région d'étude

Latitude maximale	38°N
Latitude minimal	32°N
Longitude maximal	-6° W
Longitude minimal	-14° W

**Tableau 2:** Paramètres de la grille

Paramètre	Valeur Étroit ouvert	Valeur Étroit fermé	Définition
Résolution	1/8	1/8	Résolution du modèle
Hmax	5000	5000	Profundidad máxima (m)
LLm	63	63	Nombre de maille horizontal
MMm	58	58	Nombre de maille vertical
[N S E W]	[1 1 1 1]	[ 1 1 1 0]*	Naturalese des bords par rapport à la côte
Clé de configuration du modèle	« Cadiz_LR »		



**Figure 2 :** Topographie de la zone d'étude

## IMPLEMENTATION DU MODÈLE

Tableau 3 : Tableau de données calculées pour le critère CFL

Paramètre	Valeur Étroit ouverte	Valeur Étroit ferme	Définition
<b>DTE</b>	24 sg	12 sg	Pas de temps pour les équations 3D
<b>NTIMES</b>	1800	3600	Nombre total de fois qui tourne le boucle
<b>NFAST</b>	60	60	Pas de temps dans les équations 2D compris dans les équations 3D
<b>NWRT</b>	180	360	Fréquence de sauvegarde pour sorties instantanées
<b>NAVG</b>	180	360	Fréquence de sauvegarde pour sorties moyennes

## DIAGNOSTIQUE DU MODÈLE

### Stabilité du modèle

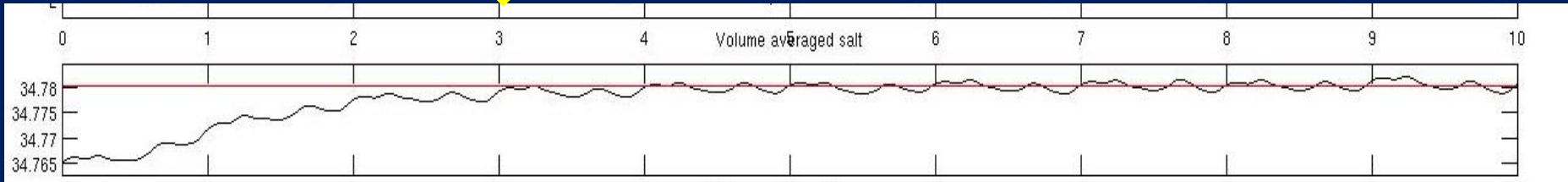


Figure 3 : Diagnostique du modèle Étroit ouvert. Analyse du salinité du volume de modèle

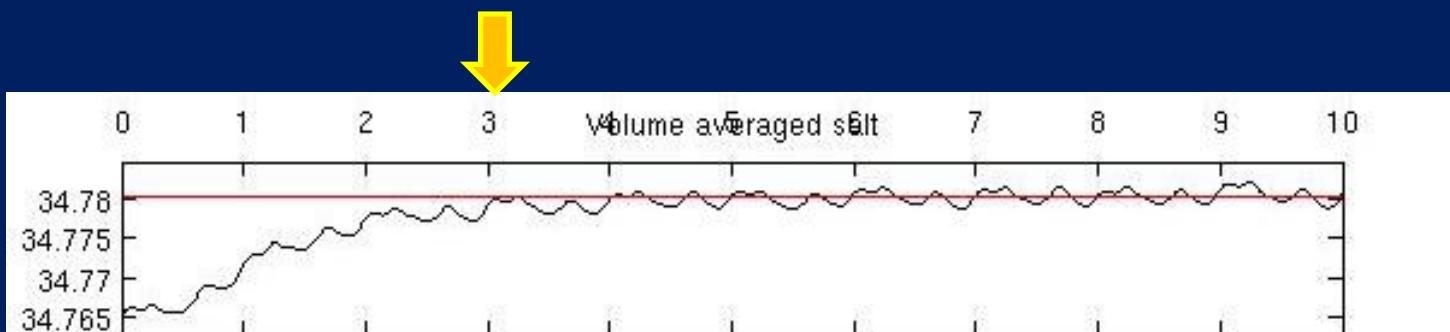
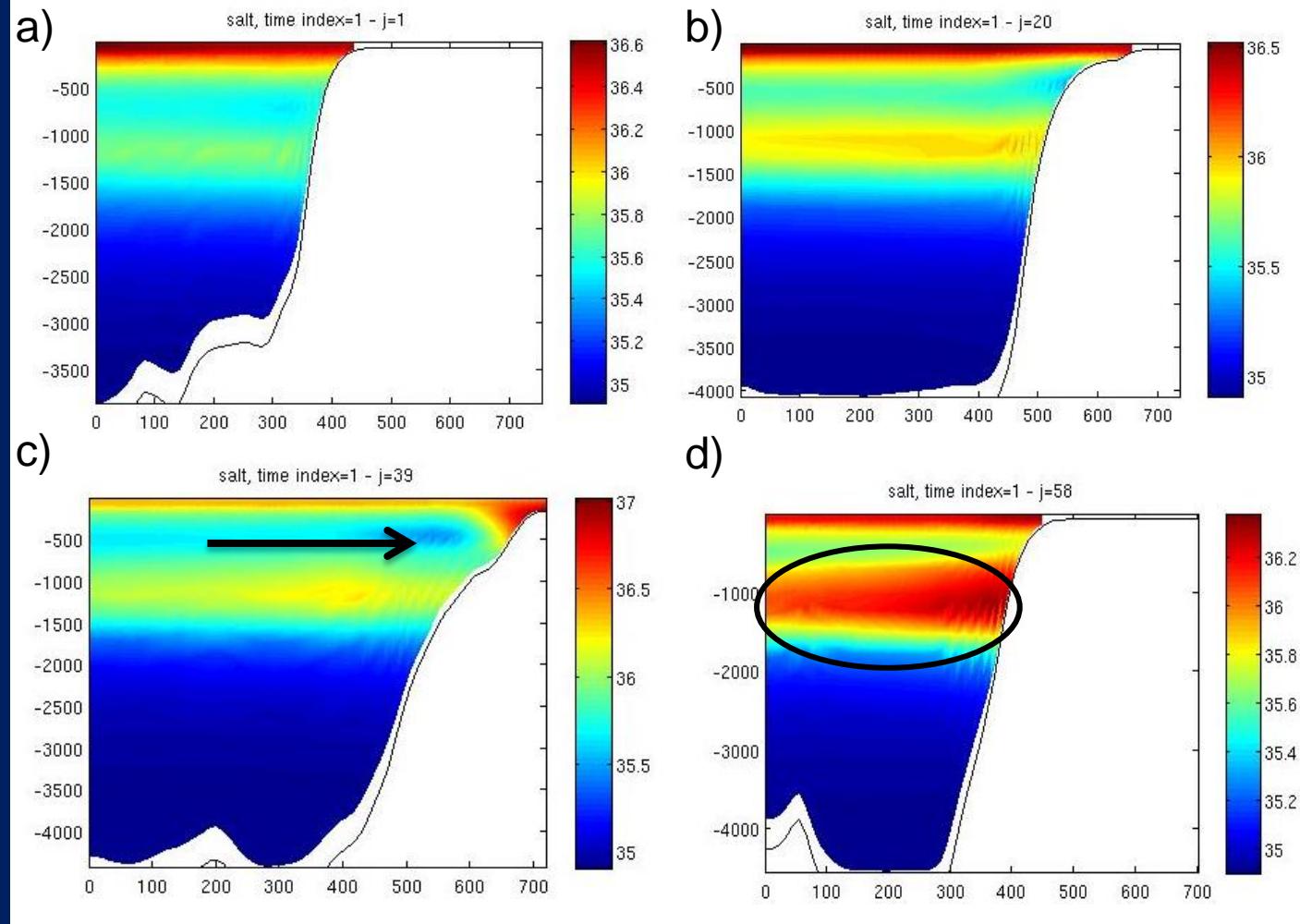


Figure 4 : Diagnostique du modèle Étroit fermé. Analyse du salinité du volume de modèle

MÊME COMPORTEMENT DU MODÈLE AVEC ÉTOIT FERMÉ ET OUVERT

## ANALYSE DE LA SALINITÉ: CONDITIONS INITIALES



**Figure 5:** Variation de la salinité au cours de 60 jours prises en compte pour les conditions initiales par la climatologie du modèle. a) salinité pour 1 jour; b) salinité pour 20 jours; c) salinité pour 39 jours; d) salinité pour 56 jours

## ANALYSE DE LA SALINITÉ: RÉSULTATS AU COURSDE 10 ANS

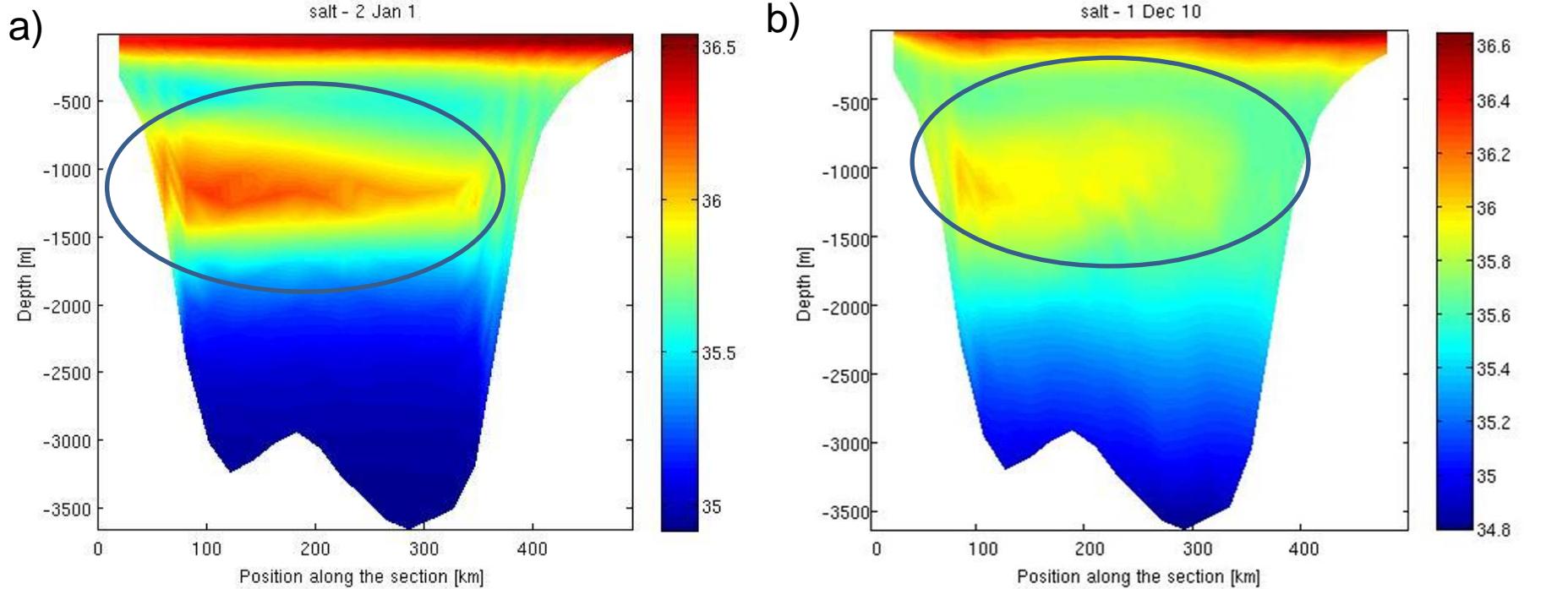
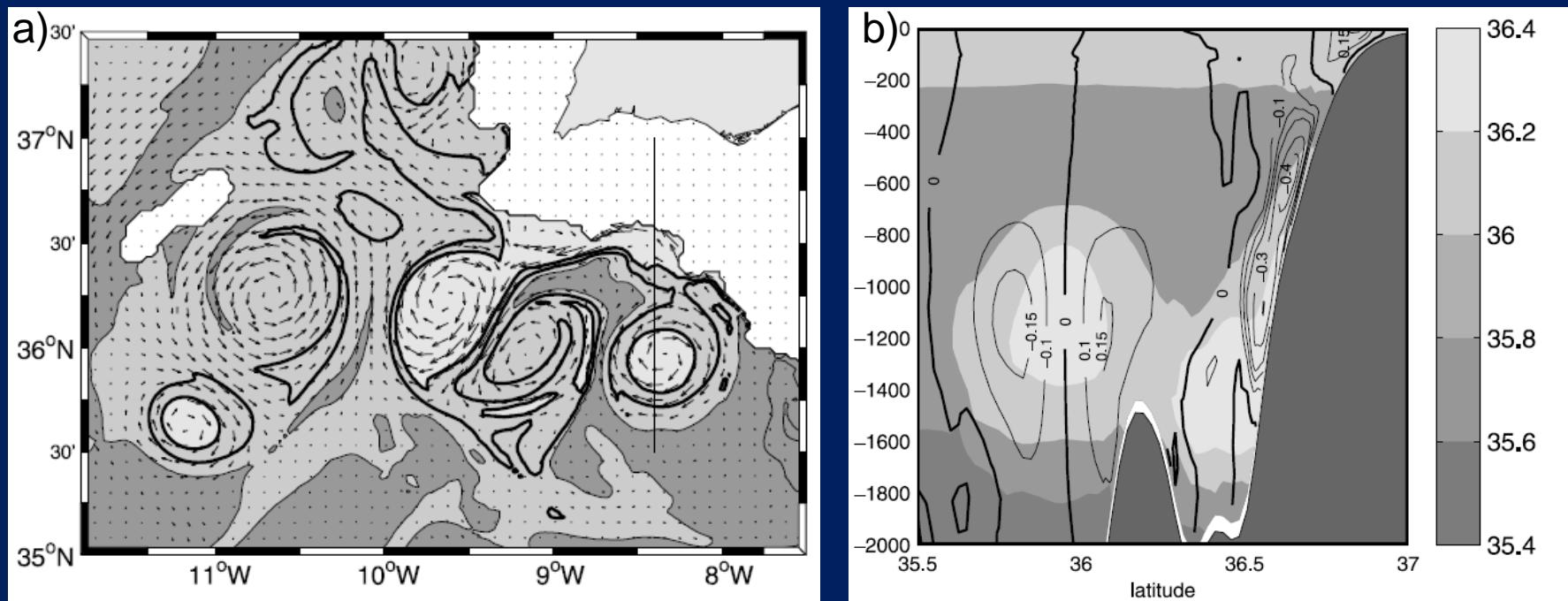


Figure 6 : Résultat du section vertical entre Cap de Saint-Vicent et la côte africaine pour la salinité avec le modèle ROMS. a) Mois de janvier du premier année de modélisation b) Résultats pour le mois de décembre de le dixième mois de modélisation.

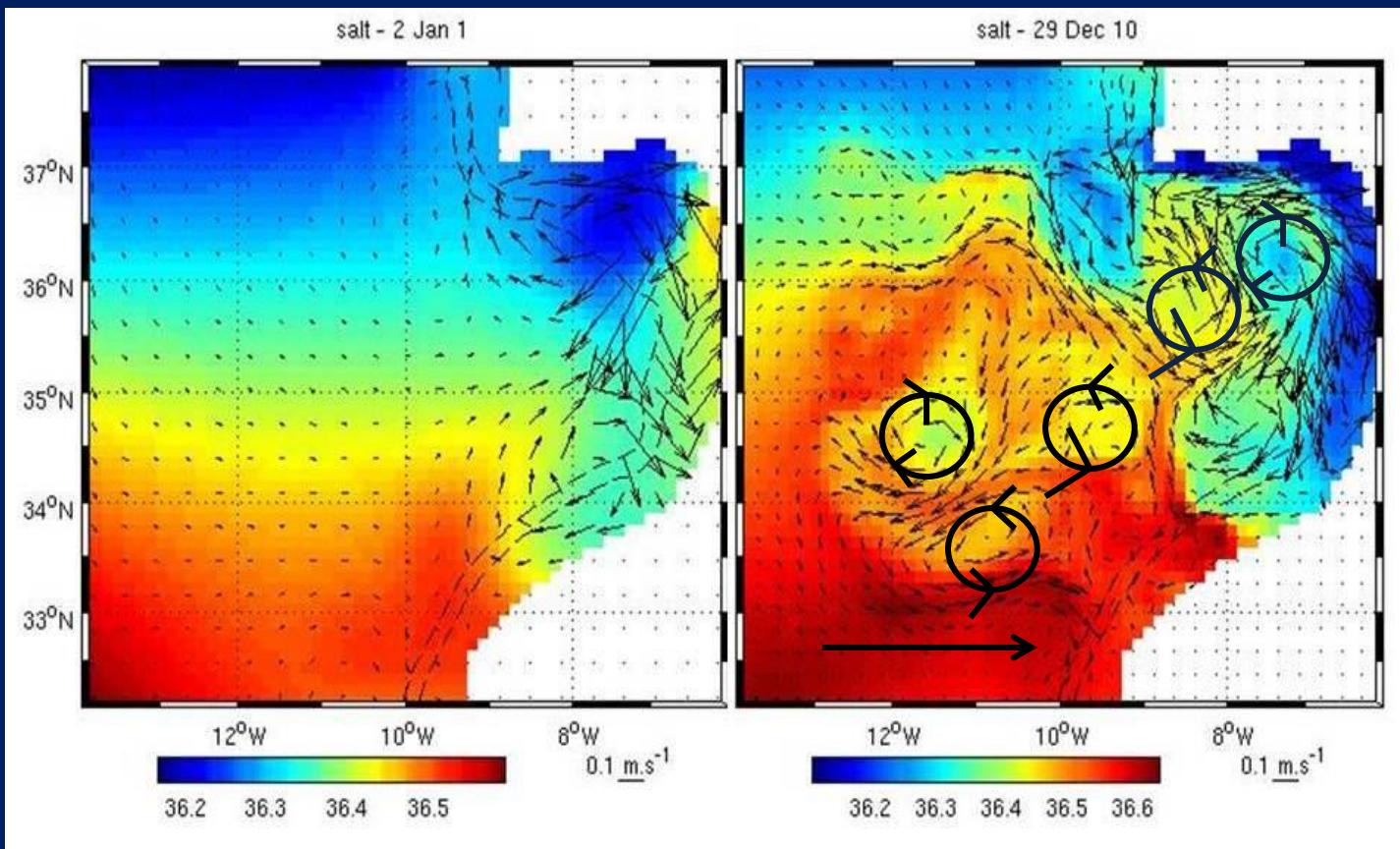
Disparition plume dense entre les 700 m et les 1000 m avec l'Étroit de Gibraltar fermé et avec l'Étroit ouvert.

## ANALYSE DE LA SALINITÉ: RÉSULTATS DES AUTRES MODÈLES

Introduction EXPLICITE de l'écoulement sortant des eaux méditerranéens



**Figure 7** :Résultats d'un modèle avec l'introduction explicite de la circulation méditerranéen. a) Représentation de la salinité et la vitesse à 1000 m. Les isolignes représentent les valeurs de même salinité entre 36,2 et 36,4. b) Représentation d'une section verticale (représenté sur a avec la ligne droite noire) de la salinité et la vitesse (lignes chaque 0,1 ms<sup>-1</sup>) (Péliz *et al.*, 2007)

**ANALYSE CIRCULATION SUPERFICIELLE**

Formation de tourbillons en surface:

Meddies anticycloniques?

Edddies cycloniques?

Influence courant Azores?

**Figure 8 :** Résultats pour la circulation superficiel en parallèle avec les vecteurs de vitesse. a) Mois de janvier du premier année de modélisation b) Résultats pour le mois de décembre de le dixième mois de modélisation. Noir: tourbillons pour la circulation. Bleu: tourbillons dans la région ou on a abordé la section verticale de la salinité

Pour une représentation de la variation de la salinité entre 700 m et 1000 m correspondants à la plume d'eau dense procedent des eaux méditerranéens, il faut introduire cette apport d'eau salé de façon explicite dans le modèle

Le modèle sur notre région semble montrer de façon correcte le système régionaux de circulation superficielle avec l'influence du courant et contre courant des Açores et la formation de tourbillons superficiales

Un étude avec notre même modèle précise d'une représentation intégrée de la circulation entre 700 m et 1000 mètres pour des analyses plus précis



**MERCI POUR  
VOTRE  
ATTENTION**

Ambar, I., & Howe, M. R. (1979). Observations of the Mediterranean outflow—I mixing in the Mediterranean outflow. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers, 26(5), 535-554.

Baringer, M. O. N., & Price, J. F. (1999). A review of the physical oceanography of the Mediterranean outflow. Marine Geology, 155(1), 63-82.

Carton, X., Chérubin, L., Paillet, J., Morel, Y., Serpette, A., & Le Cann, B. (2002). Meddy coupling with a deep cyclone in the Gulf of Cadiz. *Journal of Marine Systems*, 32(1), 13-42.

Peliz, A., Dubert, J., Marchesiello, P., & Teles-Machado, A. (2007). Surface circulation in the Gulf of Cadiz: Model and mean flow structure. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 112(C11).

Autres sources :

Foubert, A., Depreiter, D., Beck, T., Maignien, L., Pannemans, B., Frank, N., ... & Henriet, J. P. (2008). Carbonate mounds in a mud volcano province off north-west Morocco: key to processes and controls. Marine Geology, 248(1), 74-96.

Doglioli, A. M. (2015), Notes de Cours et Travaux Dirigés de Modélisation de la circulation Océanique, Université d'Aix-Marseille, Marseille, France.

[www.mio.univamu.fr/~doglioli/Doglioli\\_NotesCoursTD\\_ModelisationCirculationOceanique.pdf](http://www.mio.univamu.fr/~doglioli/Doglioli_NotesCoursTD_ModelisationCirculationOceanique.pdf)