



Institut PYTHEAS
Observatoire des Sciences de l'Univers
Aix-Marseille Université



M1- OCÉANIGRAPHIE

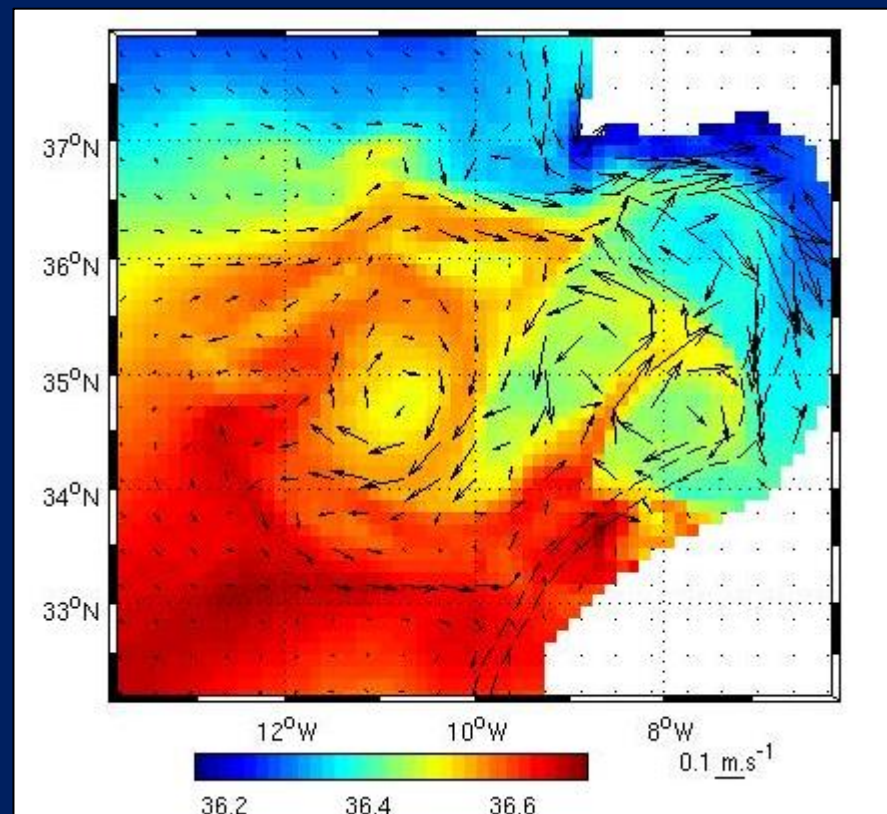
UE: OPB205 – Modélisation de la Circulation Océanique

Modélisation régionale
en 3D

Application du modèle
ROMS sur
le Golfe de Cadix

Responsable UE : Andrea DOGLIOLI

Auteur : Mónica MICHEL RODRIGUEZ



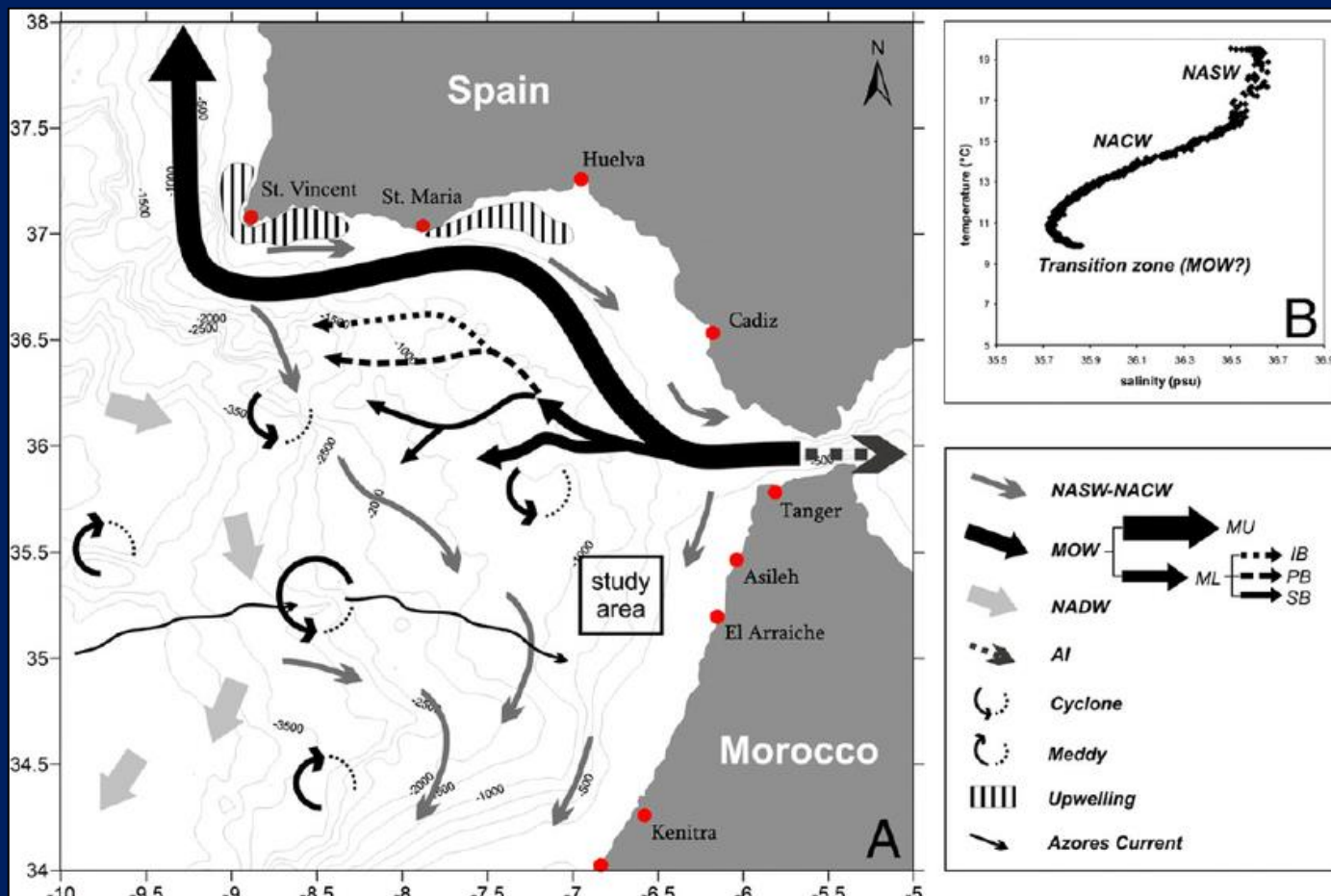
GÉNÉRALITÉS DE LA RÉGION

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

Régime des
masses d'eau

Flux d'entrée des eaux
Atlantiques

Flux sortant des eaux
Méditerranéens



Meddies
 β 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

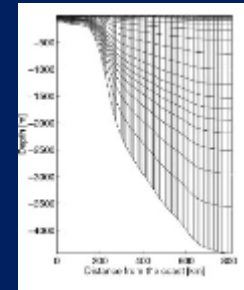
Hypothèse
hydrostatique

Fermeture de la
turbulence

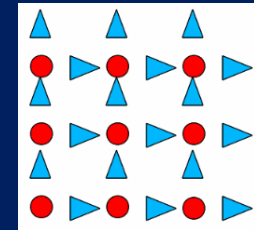
Hypothèse de
turbulence horizontale
isotrope:
 $A_x = A_y = A_h$

DISCRÉTISATION

Discrétisation verticale:



Discrétisation 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]*	Naturese des bords par rapport à la côte
Clé de configuration du modèle	« Cadiz_LR »		

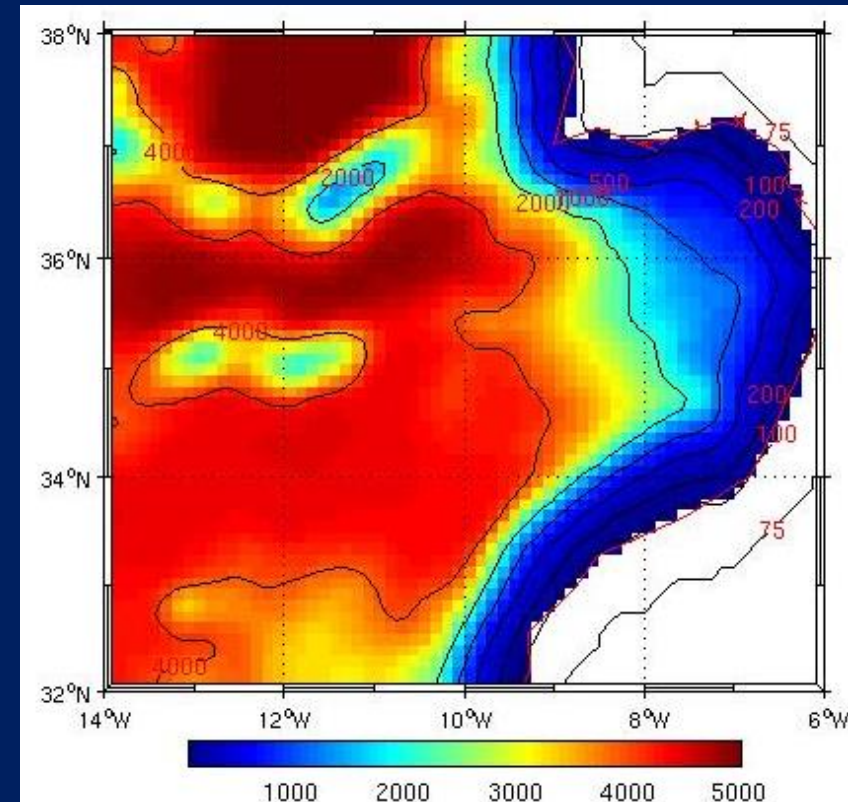


Figure 2 : Topographie de la zone d'étude

IMPLEMENTATION DU MODÈLE**Tableau 3** : Tableau de données calculées pour le critère CFL

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

DIAGNOSTIQUE DU MODÈLE

Stabilité du modèle

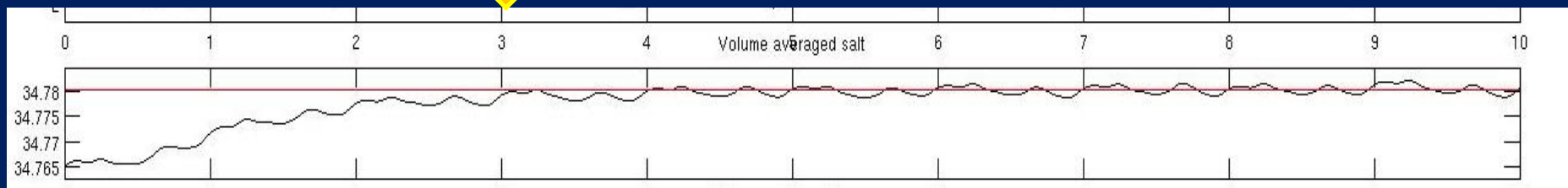


Figure 3 : Diagnostic du modèle Étroit ouvert. Analyse du salinité du volume de modèle

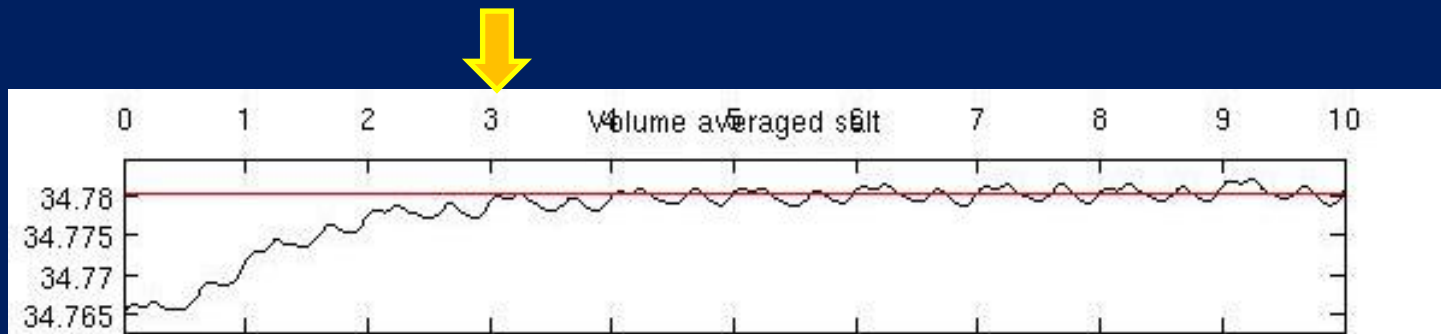


Figure 4 : Diagnostic du modèle Étroit fermé. Analyse du salinité du volume de modèle

MÊME COMPORTEMENT DU MODÈLE AVEC ÉTOIT FERMÉ ET OUVERT

ANALYSE DE LA SALINITÉ: CONDITIONS INITIALES

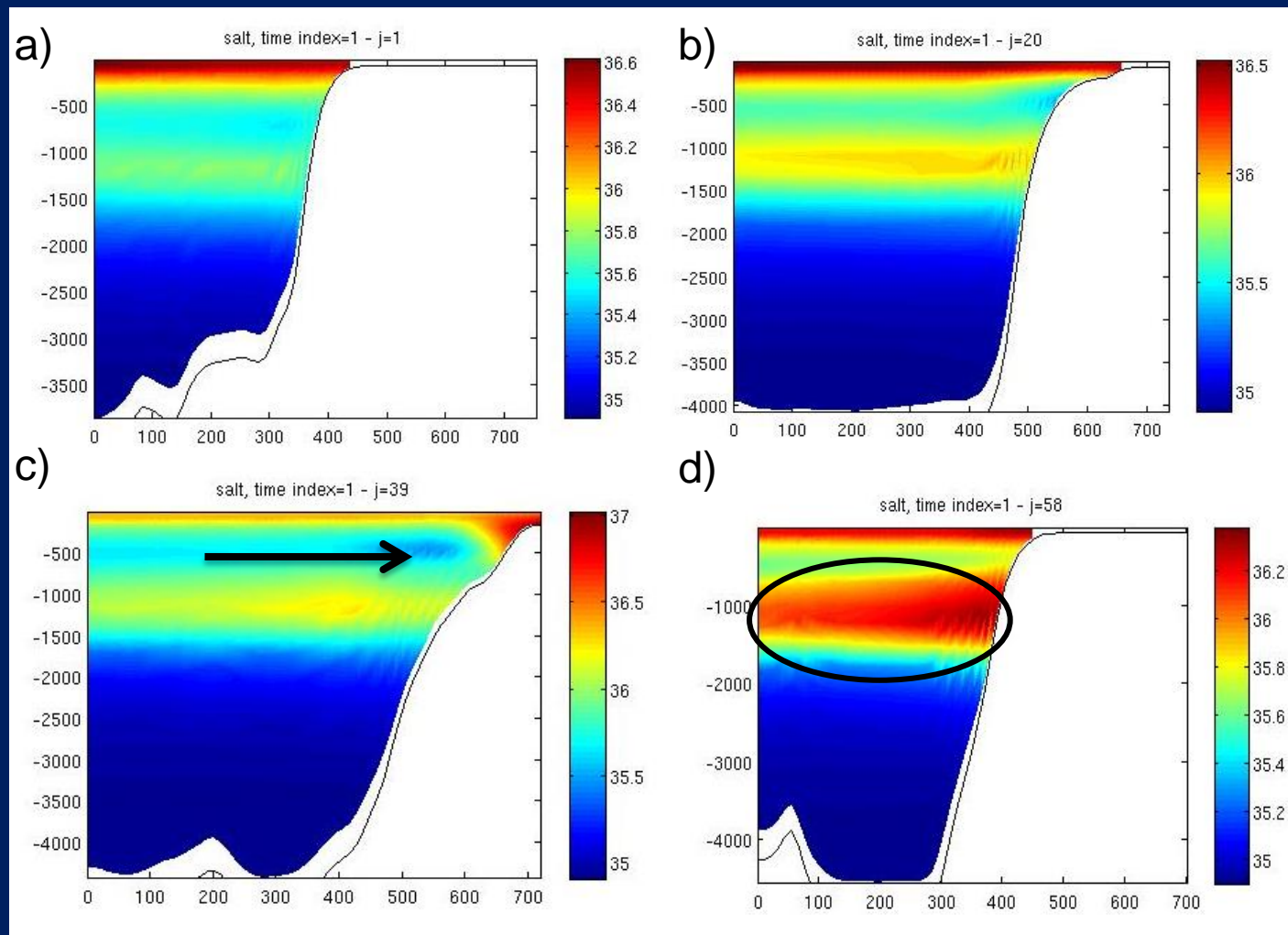


Figure 5: Variation de la salinité au cours de 60 jours prises en compte pour les conditions initiales de salinité pour la climatologie du modèle. a) salinité pour 1 jour; b) salinité pour 20 jours; c) salinité pour 39 jours; d) salinité pour 56 jours

ANALYSE DE LA SALINITÉ: RÉSULTATS AU COURS DE 10 ANS

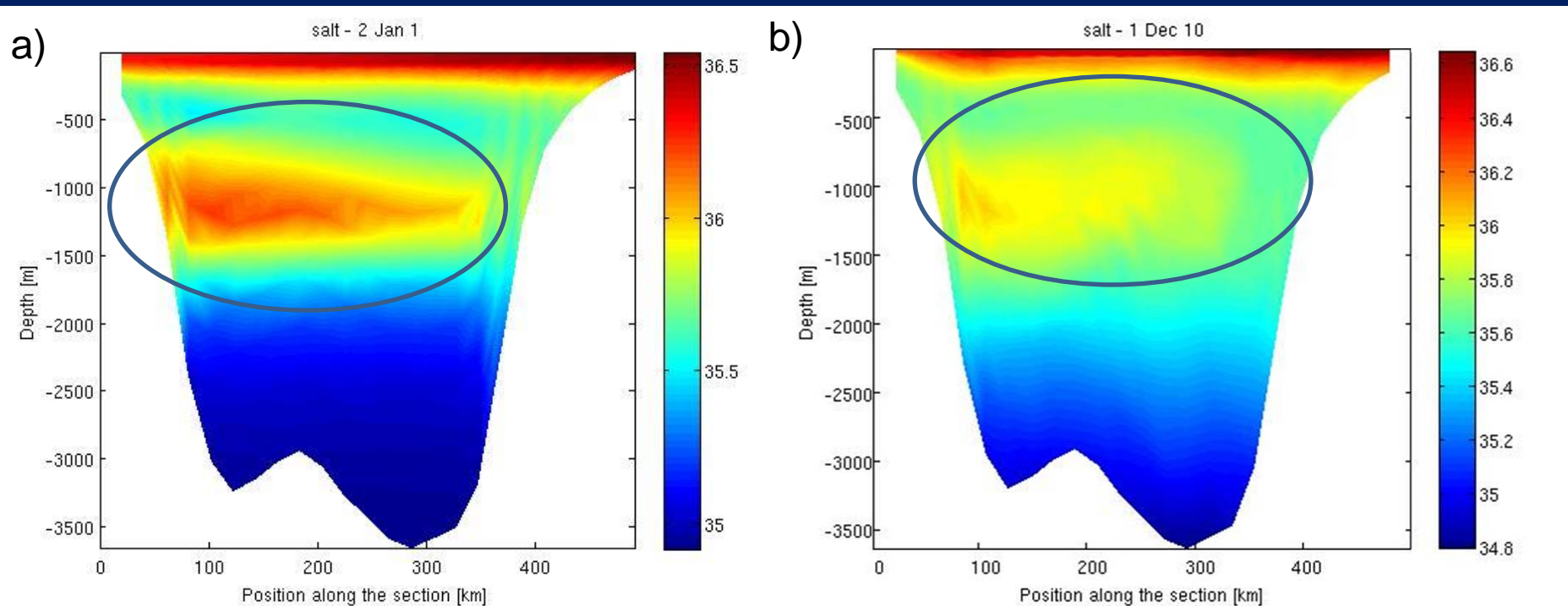


Figure 6 : Résultat du section vertical entre Cap de Saint-Vicent et la côte africaine pour la salinité avec le modèle ROMS. a) Mois de janvier du premier année de modélisation b) Résultats pour le mois de décembre de le dixième mois de modélisation.

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 méditerranéennes

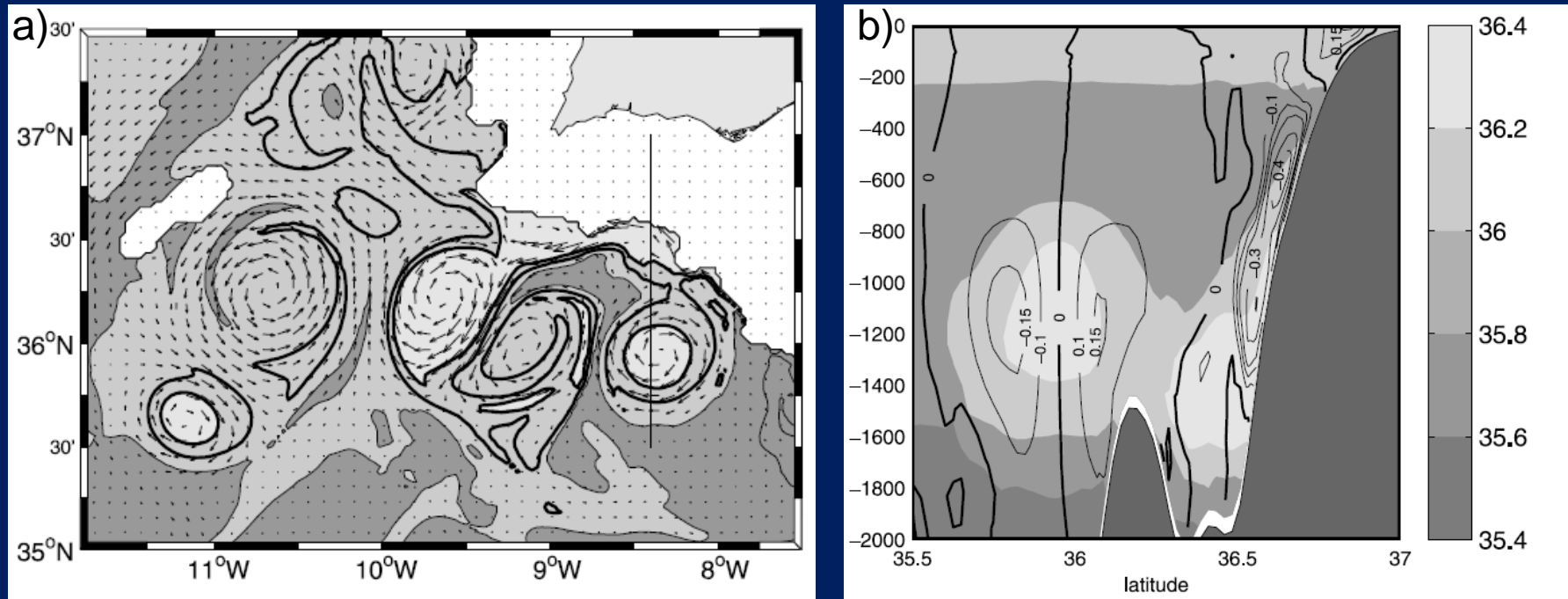


Figure 7 : Résultats d'un modèle avec l'introduction explicite de la circulation méditerranéenne. a) Représentation de la salinité et la vitesse à 1000 m. Les isolignes représentent les valeurs de même salinité entre 36,2 et 35,4. b) Représentation d'une section verticale (représenté sur a avec la ligne droite noire) de la salinité et la vitesse (lignes chaque 0,1 ms⁻¹) (Péliz *et al.*, 2007)

ANALYSE CIRCULATION SUPERFICIELLE

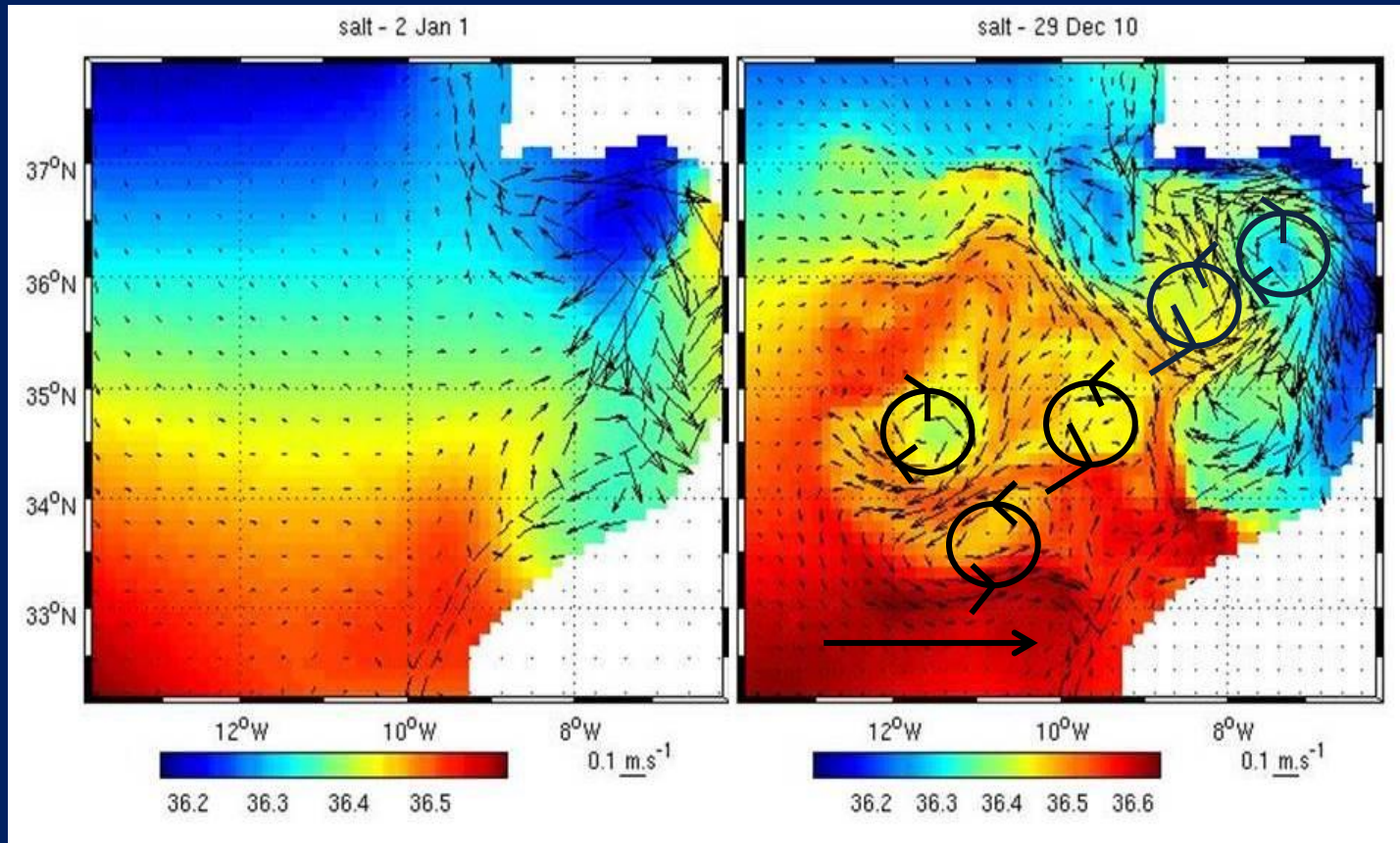


Figure 8 : Résultats pour la circulation superficiel en parallèle avec les vecteurs de vitesse. a) Mois de janvier du premier année de modélisation b) Résultats pour le mois de décembre de le dixième mois de modélisation. Noir: tourbillons pour la circulation. Bleu: tourbillons dans la région ou on a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

Formation de
tourbillons en
surface:

Meddies
anticycloniques?

Eddies
cycloniques?

Influence courant
Azores?

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 introduir 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 supercifiale avec l'influence du courant et contre courant des Açores et la formation de tourbillons superficiales

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

A satellite image showing a large body of water, likely a bay or estuary, with a dark blue center and lighter greenish-blue areas near the shore. The surrounding land is a mix of green and brown, indicating vegetation and possibly urban or agricultural areas. The coastline is irregular with several inlets and peninsulas. The text "MERCI POUR VOTRE ATTENTION" is overlaid in yellow on the left side of the image.

**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., ... & Henriot, 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