

Esempi di implementazione del modello ROMS-AGRIF:

Parte II- il mare Adriatico

Andrea Doglioli




Venerdì 23 Luglio 2010

Sala conferenze ISMAR-CNR, Venezia

COMPARAISON ENTRE DEUX SCHÉMAS DE FERMETURE DE LA TURBULENCE AVEC ROMS EN ADRIATIQUE

DESBIOLLES Fabien M1 OPCB

2010



The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window with the address bar displaying the URL: http://www.com.univ-mrs.fr/~doglioli/teaching_UE10_OPCB217.htm. The page content includes:

- UE10 - OPCB217**
- Projet de modélisation de la circulation régionale 3D**
- Regional Ocean Modeling Project**
- 50 h dont 24 h de cours et 26 h de TD - 6 ECTS**
- Enseignant / Teacher:** A. Doglioli
- Éléments pédagogiques / Contents:** Amener l'étudiant à implémenter un modèle réaliste de circulation 3D avec frontières ouvertes. Formation de base sur les techniques de résolution numérique des équations de la circulation océanique et sur les principaux codes numériques de circulation disponibles sur le web. Recherche de données et de codes numérique via le réseau. Implémentation du modèle pour une région océanique choisie. Analyse des simulations et discussion critique des résultats avec données expérimentales de littérature. Publication du projet sur les pages web personnelles des étudiants.
Implementation by the student of a 3D regional ocean model. Fundamentals of ocean circulation modeling: primitive equations models, different numerical grids, open boundaries conditions, turbulence closure schemes. Comparisons of main characteristics of most famous ocean models: POM, ROMS, HYCOM, OPA, SYMPHONIE and others. The course included practical exercises based on the ROMS_tools modeling package. Implementation of a model for a ocean region chosen by the student. Critical comparison between obtained numerical results and results from research papers.
- Liens utiles / Links:** Présentation de l'UE sur le site du Master [Official Presentation \[HTML\]](#)
Fiche descriptive [Short description \[PDF\]](#)

http://www.com.univ-mrs.fr/~doglioli/teaching_UE10_OPCB217.htm

1. Introduction

Objectifs:

- Etudier la sensibilité de deux types de fermeture de la turbulence
- Valider un schéma de mélange turbulent vertical en Adriatique

Zone géographique : LA MER ADRIATIQUE



Sous- bassin de la mer Méditerranée

Forçages principaux

-bathymétrie

-vent: principalement la Bora

- le Pô

→ Dynamique complexe

Masses d'eau en présence:

-NAdDW

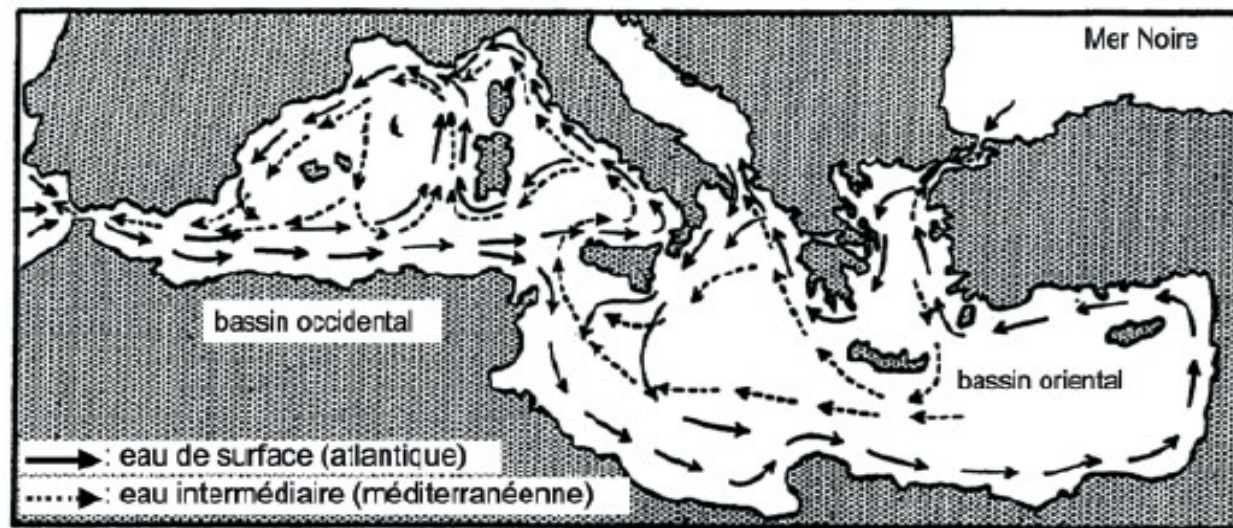
-MAdDW

-SAdDW

-MLIW

Artegiani et al. (1997)

Circolazione generale del Mediterraneo



Le premier schéma dérivé de l'océanographie "moderne", par le Danois Nielsen en 1912

154

N. Pinardi, E. Masetti / *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 158 (2000) 153–173

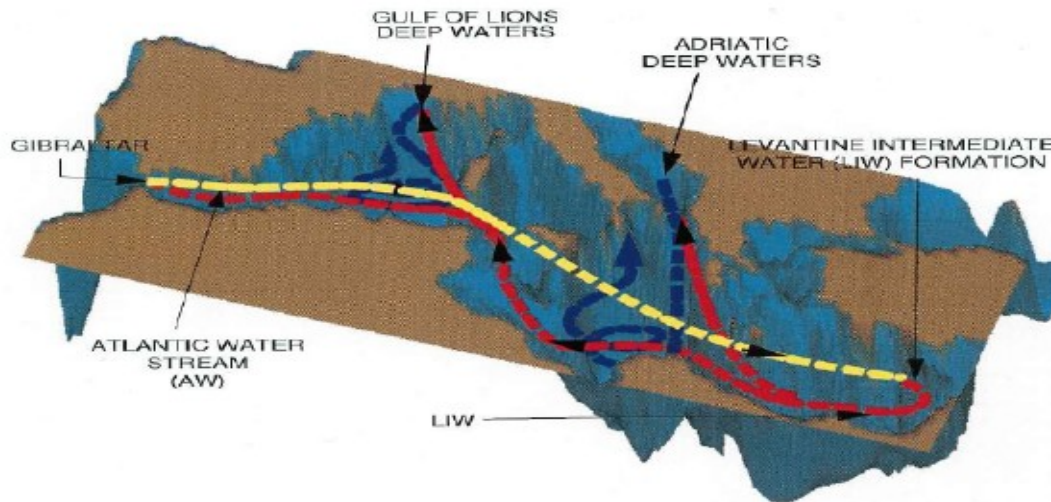
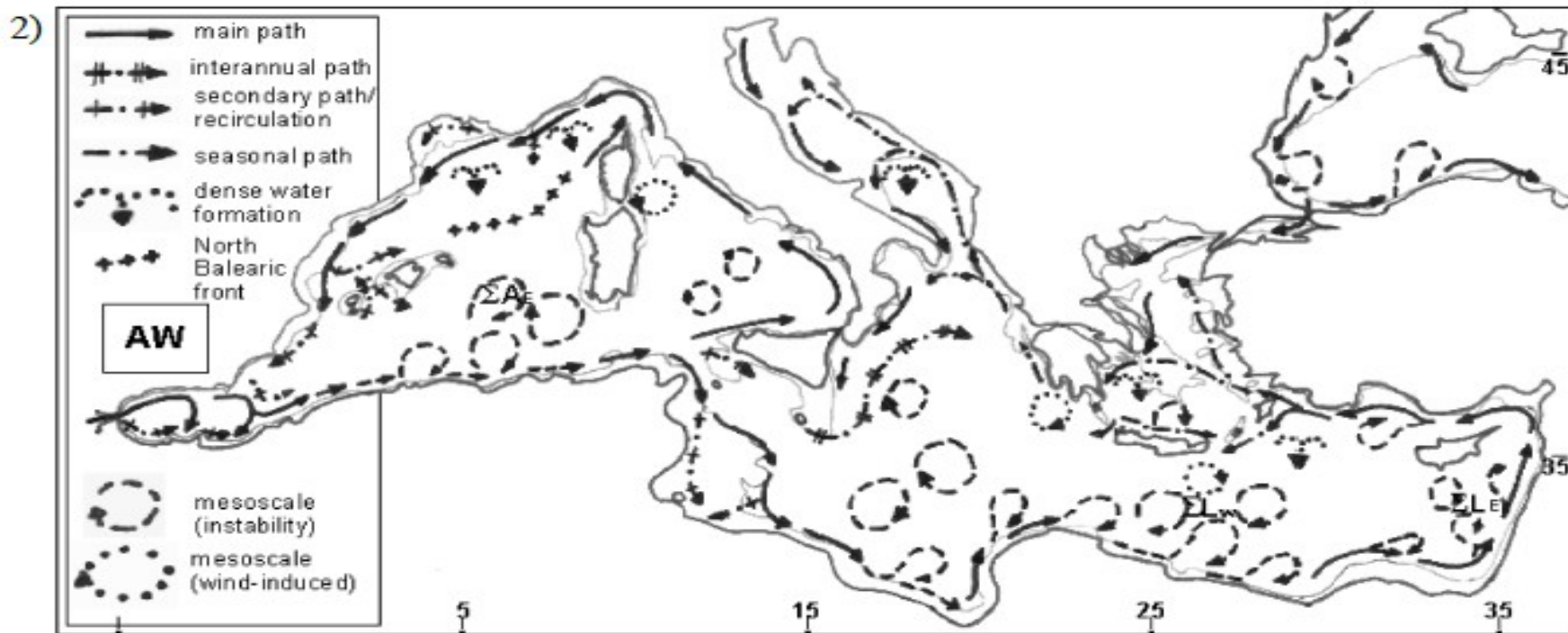
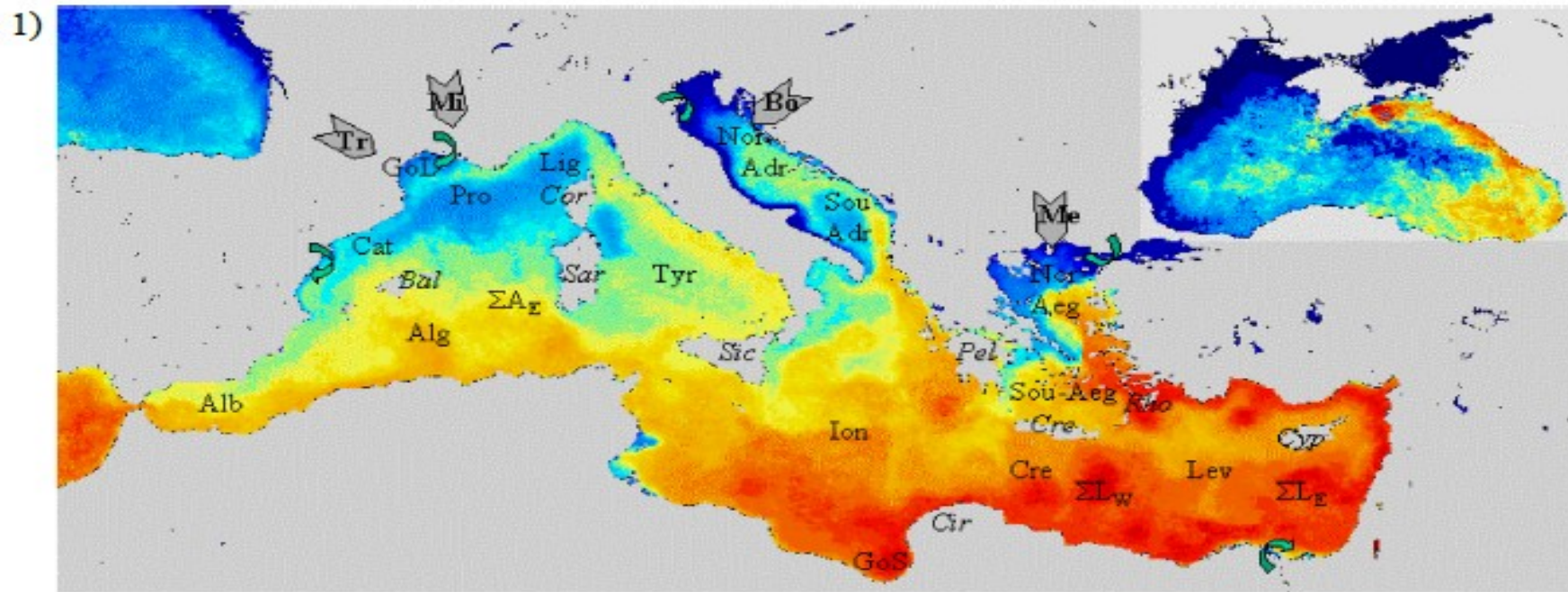


Fig. 1. The schematic of the thermohaline circulation in the basin with the major conveyor belt systems indicated by dashed lines with different colour. The yellow indicates the AW stream which is the surface manifestation of the zonal conveyor belt of the Mediterranean. The red indicates the mid-depth LIW recirculation branch of the zonal thermohaline circulation. The blue lines indicate the meridional cells induced by deep waters. LIW branching from the zonal conveyor belt connects meridional and zonal conveyor belts.

3 systèmes: 1 zonale: AW->LIW; 0-500 m; timescale 10 ans.

2 méridiens: formation eaux prof. (avec contribution LIW);
communicantes; timescale 50-80 ans.



Figures tirées de Millot et Taupier-Letage, 2005

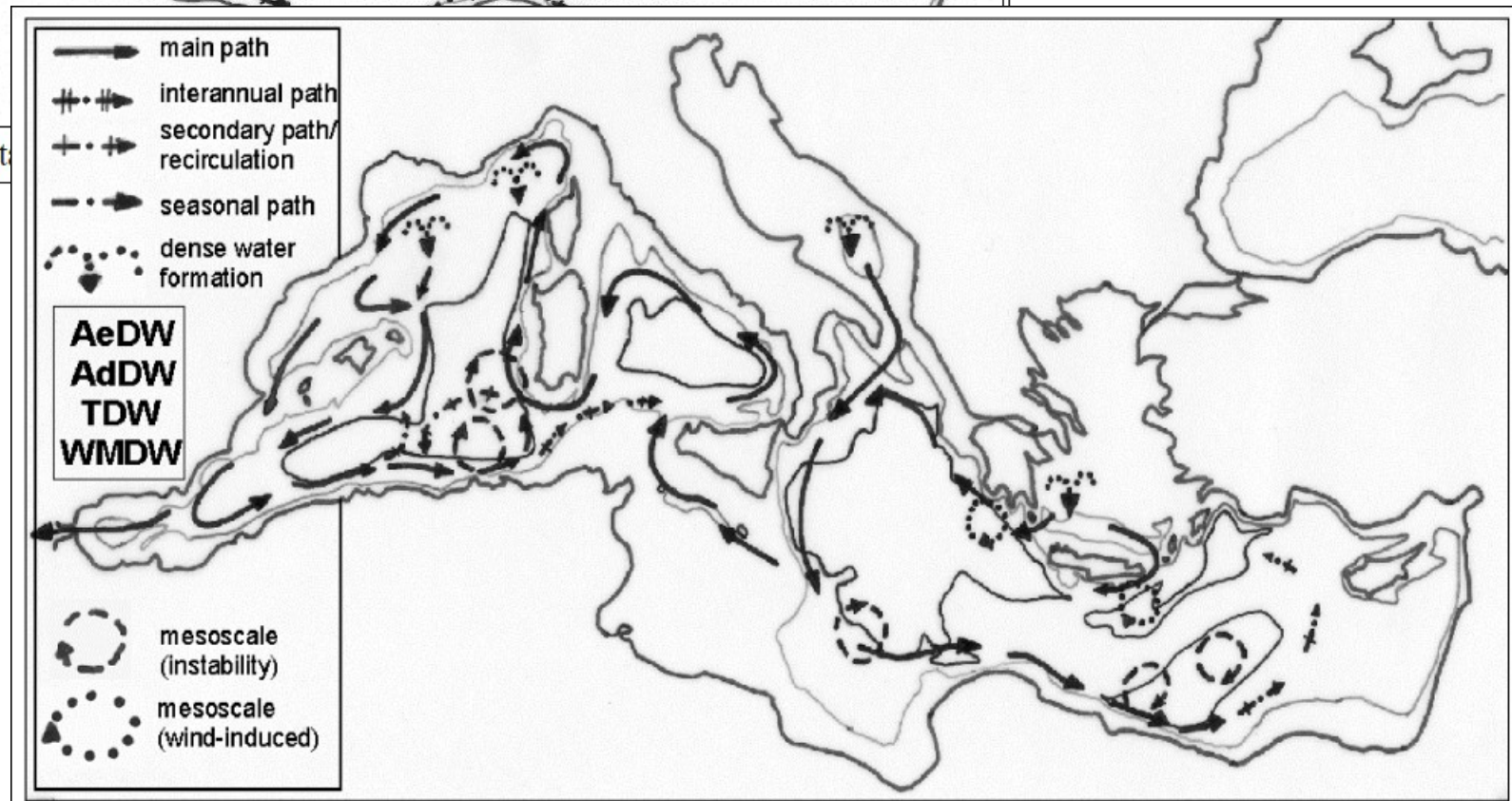
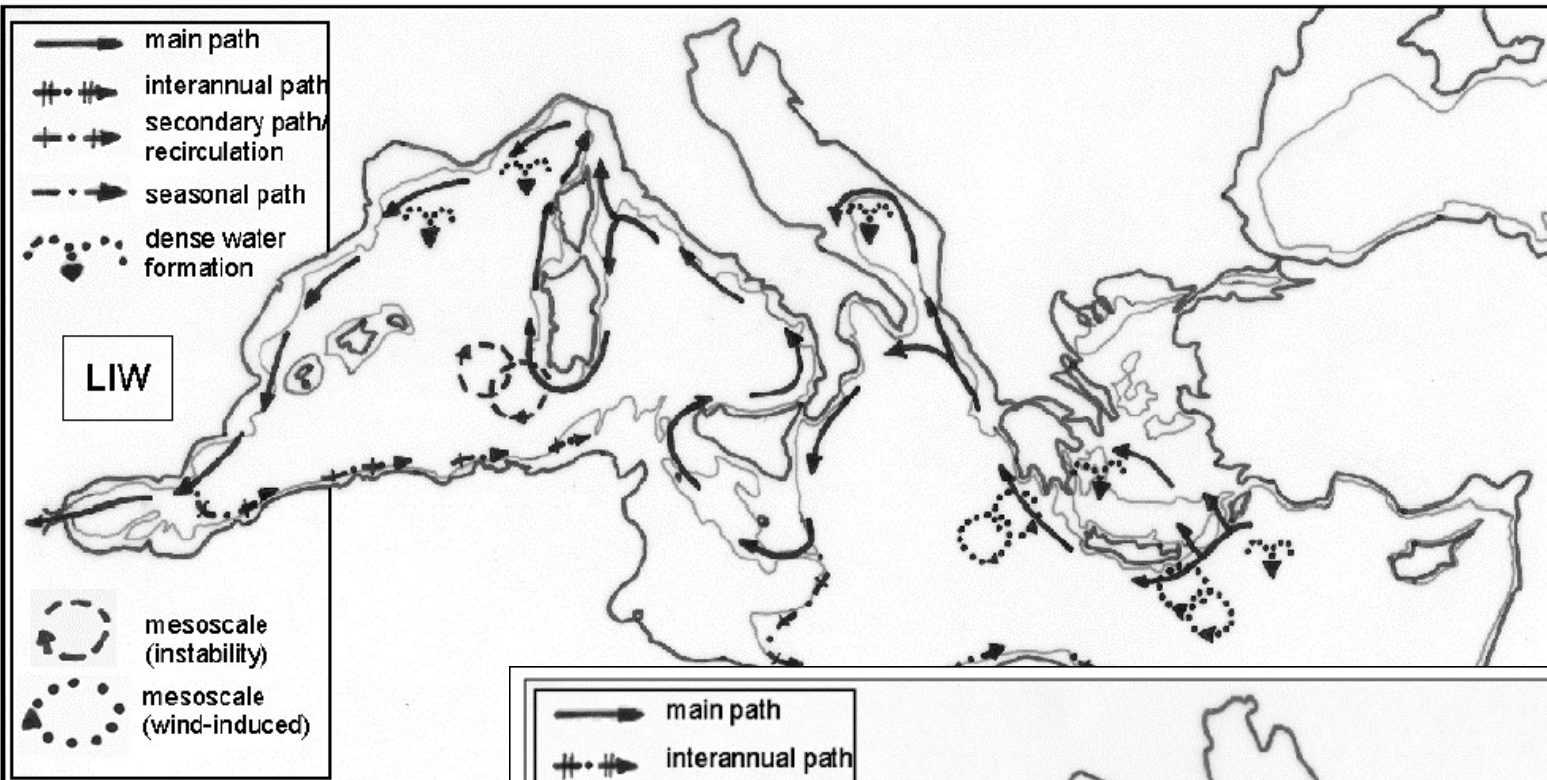


Figure tirée de Millot et Taupier-Letage

Figure tirée de Millot et Taupier-Letage, 2005. L'isolignes représentent les 1000 m et 2750 m de profondeur .

2. Matériels & Méthodes

Modèle ROMS:

- Equations aux primitives
- Fermeture de la turbulence
- Discrétisation
- Données
- Implémentation

Système d'équation résolu par le modèle:

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla u = \frac{-1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial x} + fv + K_h \nabla_h^2 u + K_z \frac{\partial^2 u}{\partial z^2} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla v = \frac{-1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial y} - fu + K_h \nabla_h^2 v + K_z \frac{\partial^2 v}{\partial z^2} \\ 0 = \frac{\partial P}{\partial z} + \rho g \\ \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0 \\ \frac{\partial T}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla T = K_h^T \nabla_h^2 T + K_z^T \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \\ \frac{\partial S}{\partial t} + \vec{v} \cdot \nabla S = K_h^S \nabla_h^2 S + K_z^S \frac{\partial^2 S}{\partial z^2} \end{array} \right.$$

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

Schéma PP : Pacanowski & Philander (1981)

-Approche par une diffusion turbulente locale du premier ordre

$$\overline{w'x'} = -K \partial_z x \quad \text{Li et al. (2001)}$$

-Les processus du mélange vertical dépendent de la viscosité, de la diffusivité turbulente et de nombre de Richardson :

$$K_z = \frac{\nu_0}{(1+\alpha Ri)^n} + \nu_b \quad \text{Avec} \quad Ri = \frac{N^2}{u^2(z) + v^2(z)} \quad \text{où} \quad N = \beta g T(z)$$

$$K_z^r = \frac{\nu_0}{(1+\alpha Ri)^{n+1}} + \kappa_b$$

- Schéma édité pour une implémentation dans le Pacifique avec les paramètres de calibration

$$\begin{aligned} \nu_b &= 1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \\ \kappa_b &= 0.1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1} \\ \nu_0 &= \alpha (50 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}) \\ n &= 2 \\ \alpha &= 5 \end{aligned}$$

Schéma KPP : Large et al. (1994)

Considération non locale de la turbulence

$$\overline{w'x'} = -K(\partial_z - \gamma_x)$$

MELANGE DANS LES COUCHES LIMITES OCEANIQUES:

-fonction adimensionnelle de forme G

$$K_z = h.w(\sigma).G(\sigma)$$

-Hauteur h des couches limites calculée à partir du nombre de Richardson, des conditions au fond ou à la surface et des profils de vitesses verticales.

Valeur critique de Ri:

$$Ri_c = 0.25$$

MELANGE DANS L'OCEAN INTERNE:

3 processus de mélanges sont distingués :

- instabilités dues aux cisaillement des courants (déterminées en fonction de Ri)
- instabilités dues aux ondes internes (w)
- instabilités diffusives (dd)

$$k_z = k_z^{Ri} + k_z^w + k_z^{dd}$$

Discrétisation des équations:


- Espace:

Grille Arakawa C sur l'horizontal

Grille sigma généralisé sur la vertical

- Temps

Time splitting : séparation des modes de dynamique rapide (barotrope) et de dynamique lente (barocline) pour limiter les coûts de calculs.

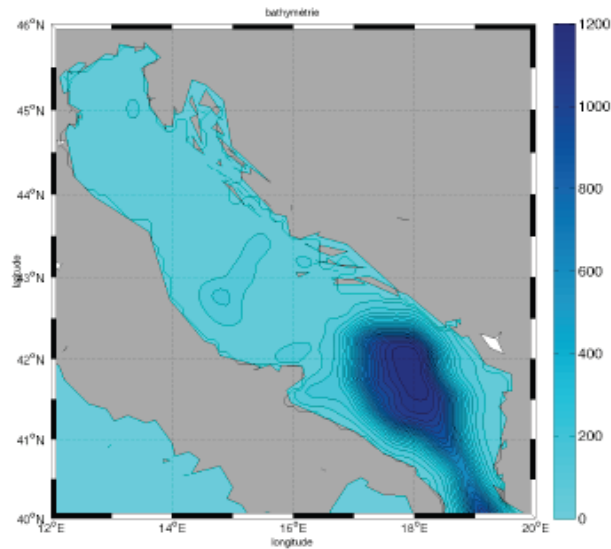
Schéma explicite  Conditions de stabilité numérique
Le pas de temps de chaque mode répond au critère CFL

Données :

-COADS: Données de forçage en surface.

-WOA: Données de température et de salinité.

Implémentation en Adriatique:



Paramètres de la zone:
longitude [12°E 20°E]
latitude [40°N 46°N]

Paramètre de la grille:
L=79
M=84
N=32
Frontière Sud ouverte
Résolution $dl=1/10^\circ$

Calcul des pas de temps des modes rapide et lent pour respecter CFL:

$$\Delta t(\text{lent})=1440 \text{ s}$$

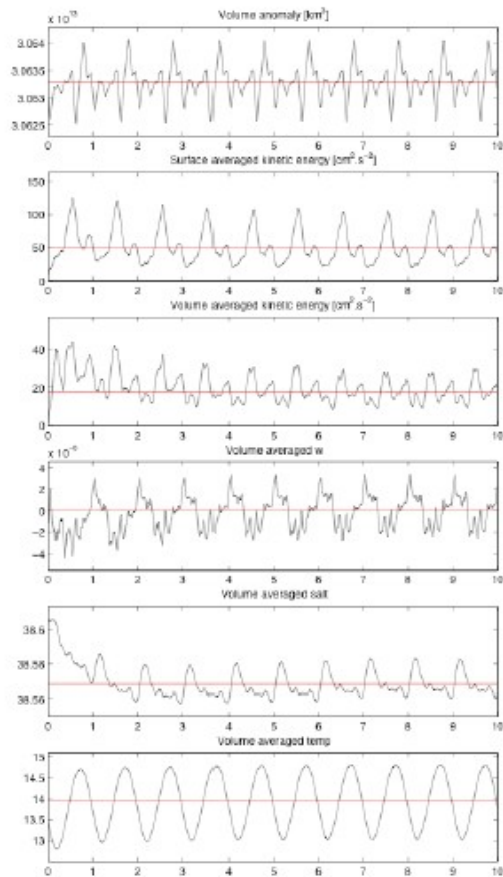
$$\Delta t(\text{rapide})=24 \text{ s}$$

3. Résultats et discussion

- Diagnostiques et comportement des deux simulations
- Dynamique de surface et variabilité spatiale
- Coupes verticales des variables thermodynamiques et identification des masses d'eau

Les données *in situ* étudiées et synthétisées dans
Artegiani et al., Part I&II (1997)

Schéma KPP



Anomalies de volume

Énergie cinétique moyennée en surface

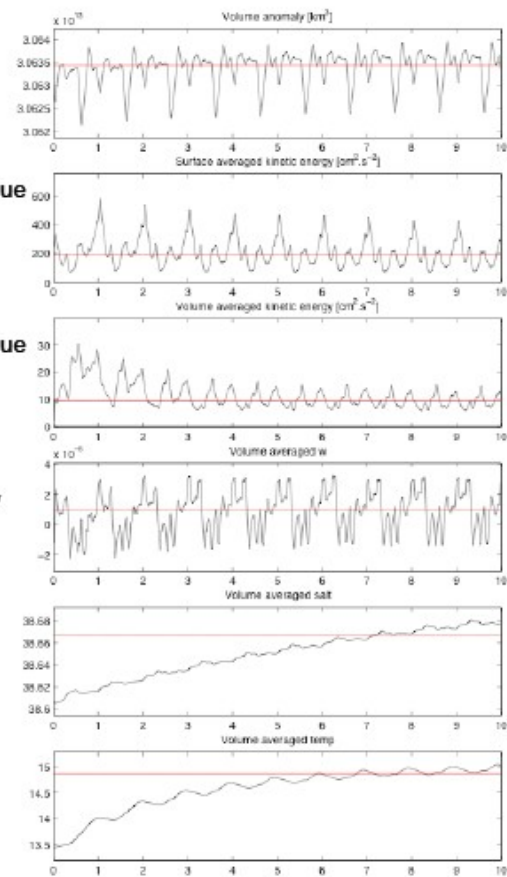
Energie cinétique moyenné en volume

Composante w de la vitesse

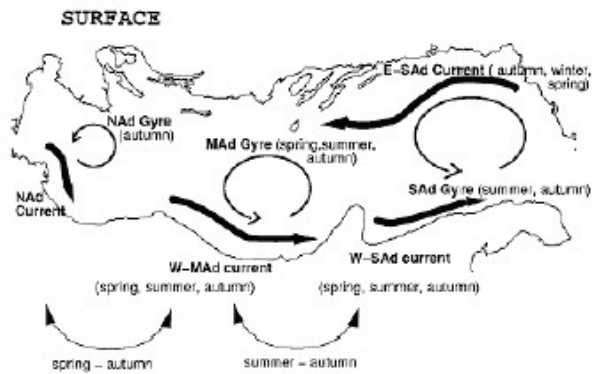
Salinité

Température

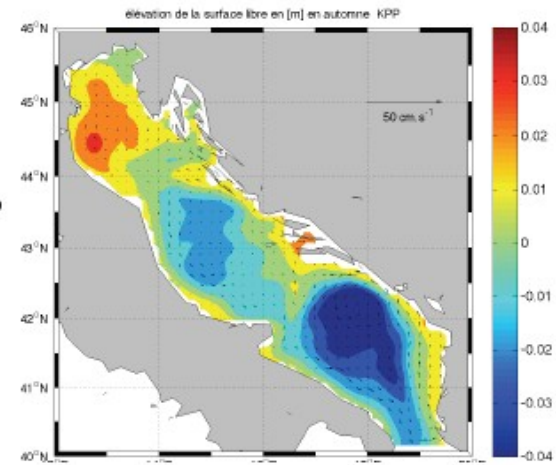
Schéma PP



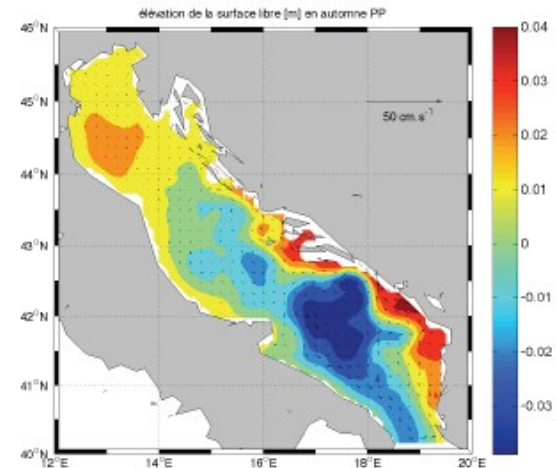
Dynamique de surface



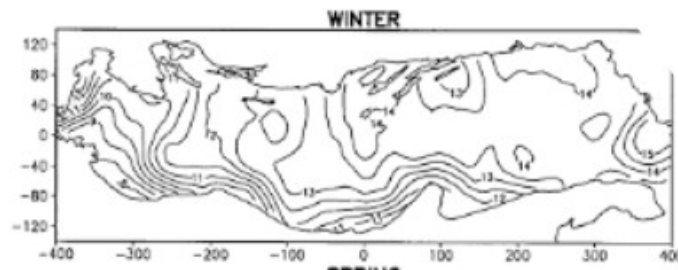
KPP



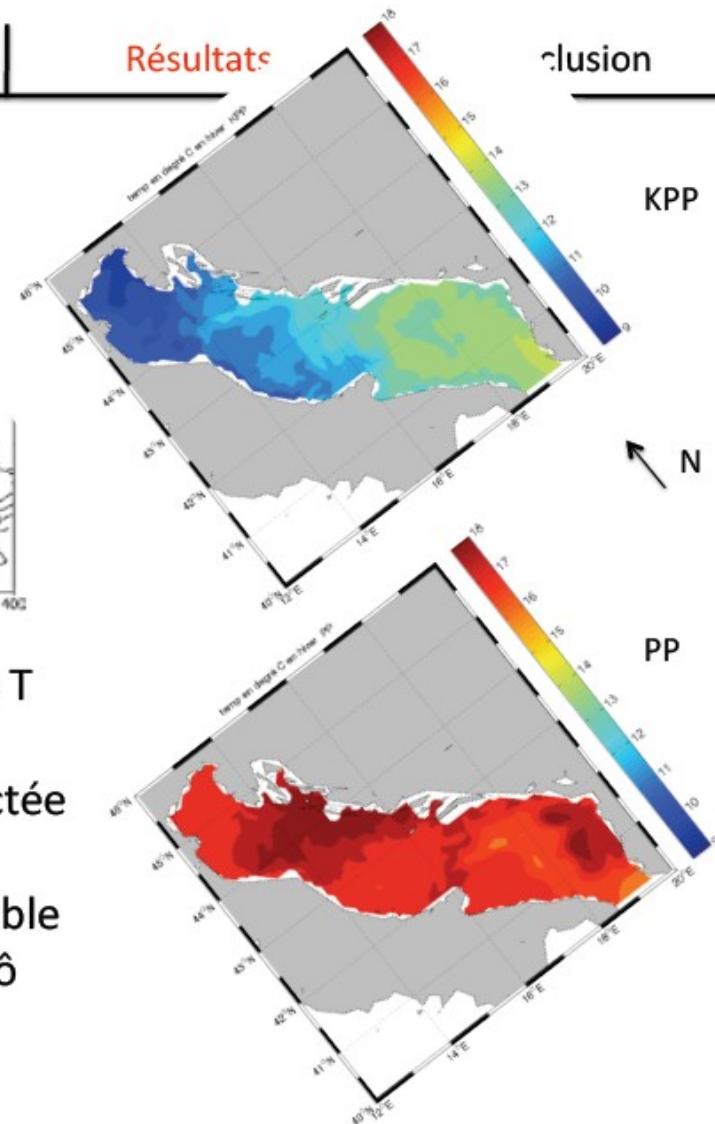
PP



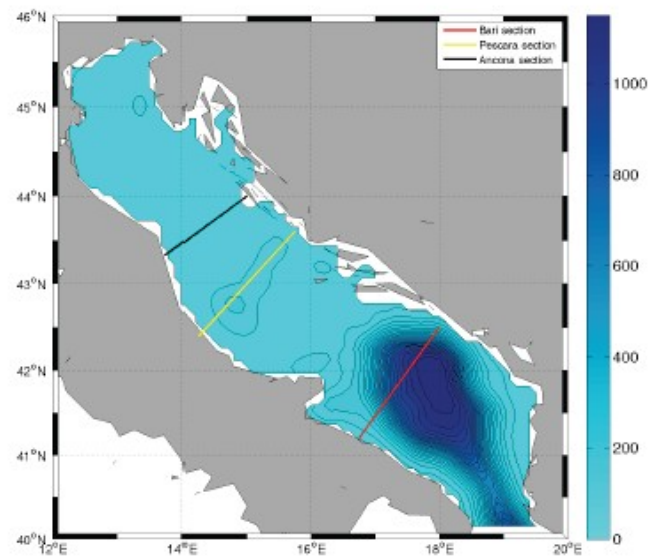
Variabilité spatiale de T et S température :



- Très faible variabilité spatiale de T pour le schéma PP (1,5°)
- Gamme de températures respectée par le schéma KPP (9°C < T < 15°C)
- Température mesurée la plus faible en Adriatique Nord-Ouest → Pô

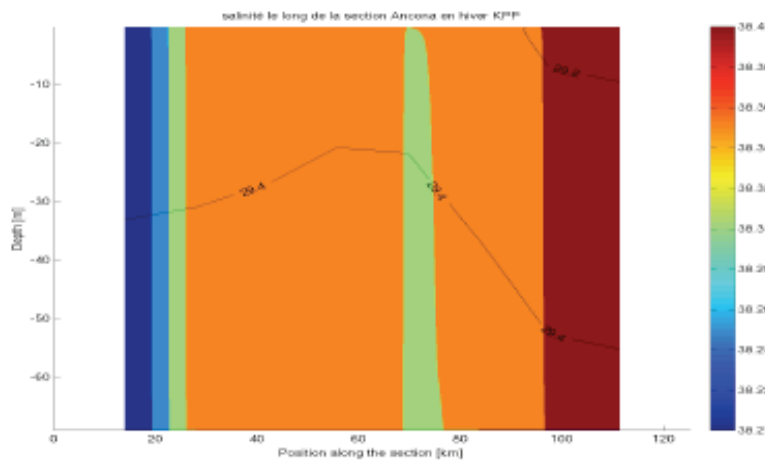


Coupes verticales des variables
thermodynamiques et identification des
masses d'eau

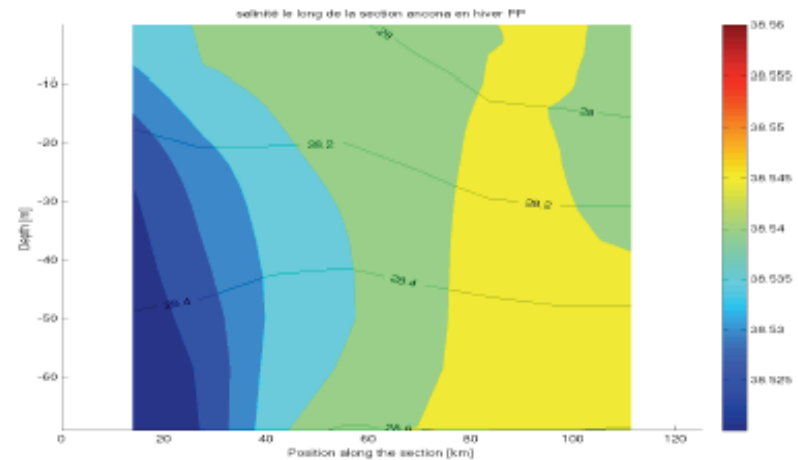


Section d'Ancona: formation de la NAdDW ($\sigma > 29.2$) en hiver

KPP



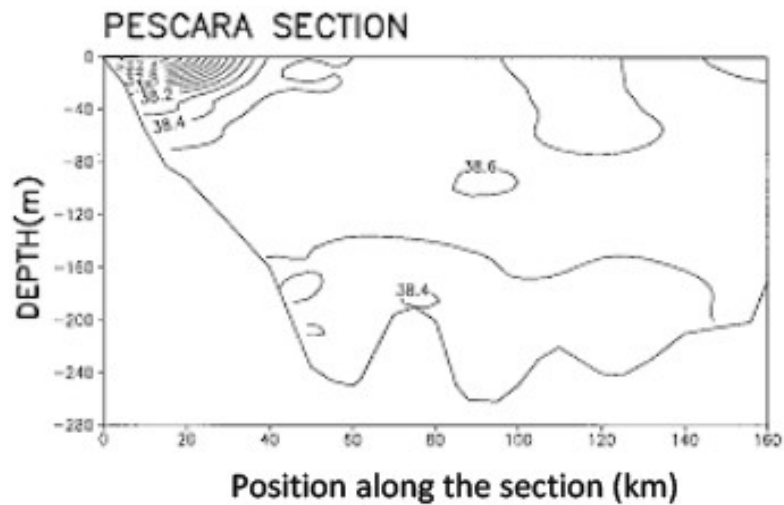
PP



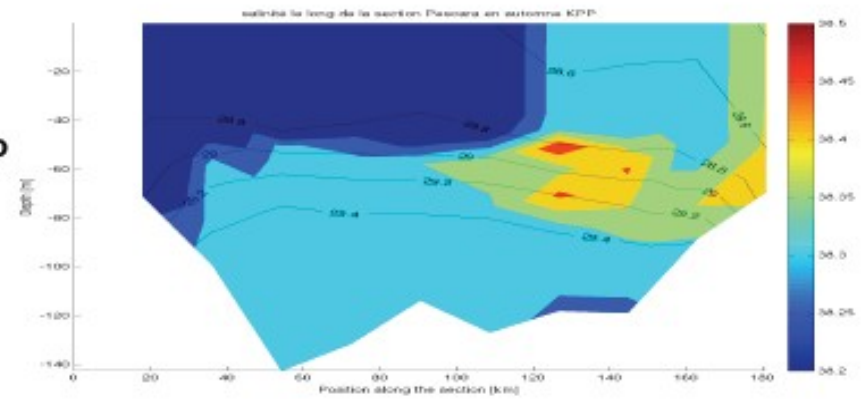
- Mélange vertical plus profond pour le schéma KPP
- Présence de la NAdDW pour le schéma KPP
- Isopycne 28.4 kg.m^{-3} quasiment à l'horizontal à 50m de profondeur pour le schéma PP

Section de Pescara: intrusion de la MLIW en automne (Artegiani et al., 1997)

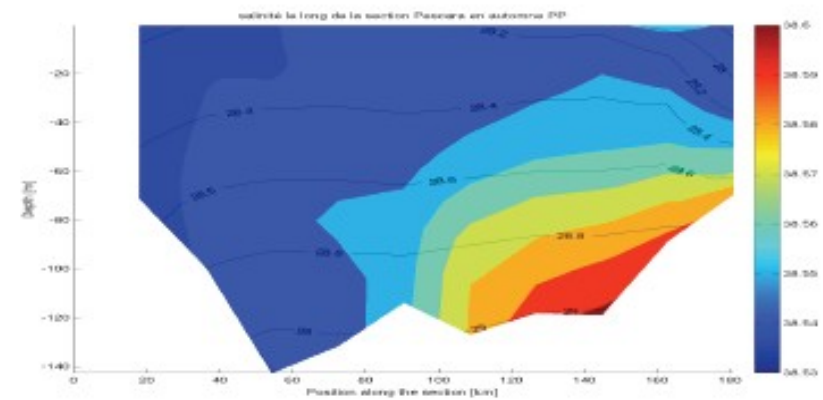
Publication



KPP

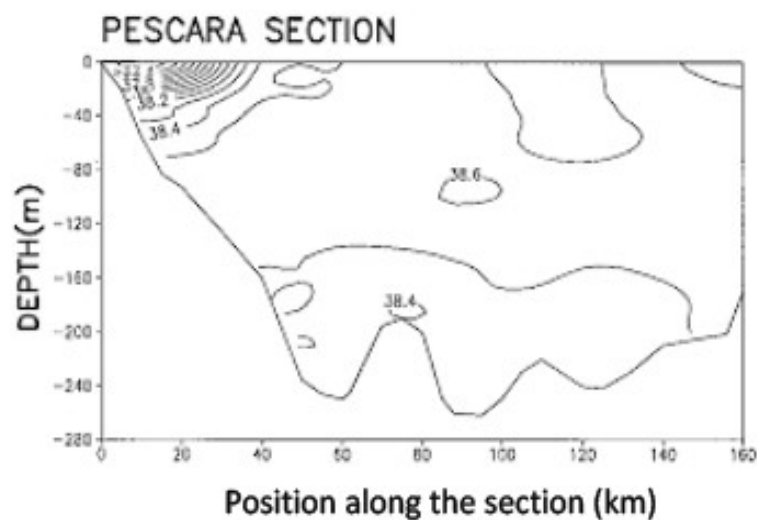


PP

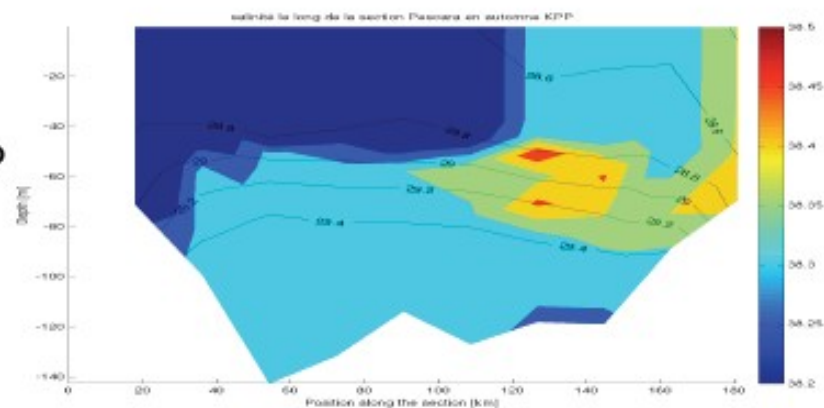


Section de Pescara: intrusion de la MLIW en automne (Artegiani et al., 1997)

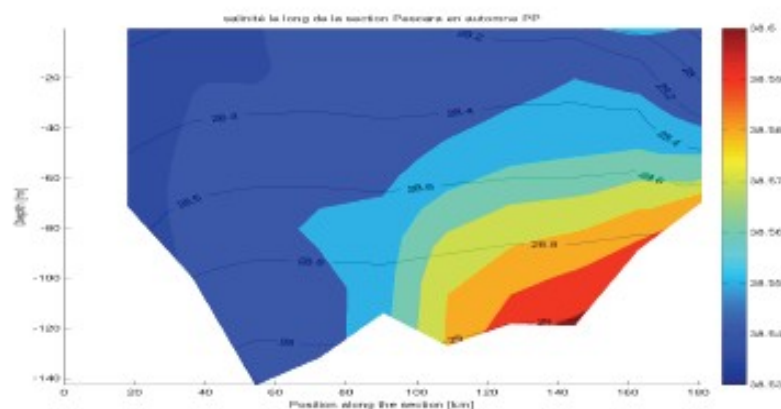
Publication



KPP



PP



4. Conclusion

- Dans le cadre de notre étude, le modèle KPP a pu être validé:
 - Mise en évidence des masses d'eau et des processus de mélange.
- Les deux schémas nous donne une hydrodynamique de surface comparable.
- Etude de la sensibilité de la fermeture de la turbulence : beaucoup différences bien que les deux schémas utilisés soient basés sur la même approche.



Grand problème de la modélisation

“take home message”

ROMS tools e ROMS-AGRIF (e ROMS in generale)
hanno una grande facilità d'utilizzo rispetto alla
complessità del modello e del codice numerico.

Attenzione ad utilizzarli con cognizione e cura,
approfondendone i molteplici aspetti!