

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

DESBIOLLES Fabien M1 OPCB

2010

## 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)

## **2. Matériels & Méthodes**

Modèle ROMS:

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

## Système d'équation résolu par le modèle:

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

## 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 :

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

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

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

$$\nu_b = 1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$K_b = 0.1 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\nu_0 = o(50 \text{ cm}^2 \cdot \text{s}^{-1})$$

$$n = 2$$

$$\alpha = 5$$

## 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

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

-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

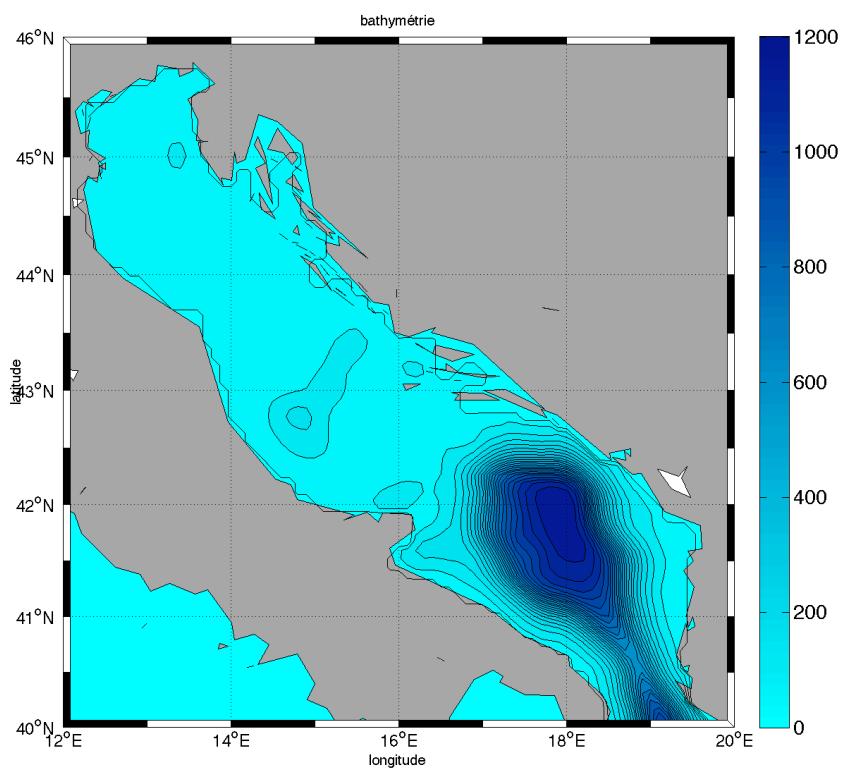
Le pas de temps de chaque mode répond au critère CFL

## 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 gille:

L=79

M=84

N=32

Frontière Sud ouverte

Résolution  $\Delta l=1/10^\circ$

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

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

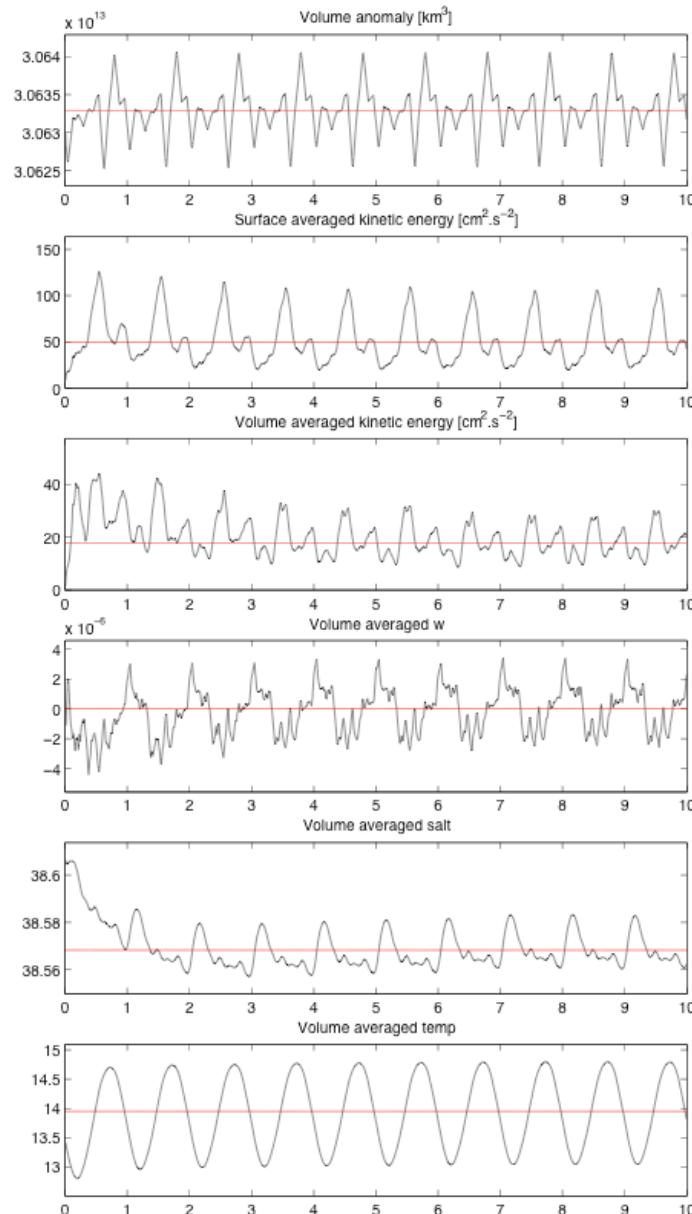
$$\Delta t(\text{rapide})=24 \text{ s}$$

### **3. Résultats et discussion**

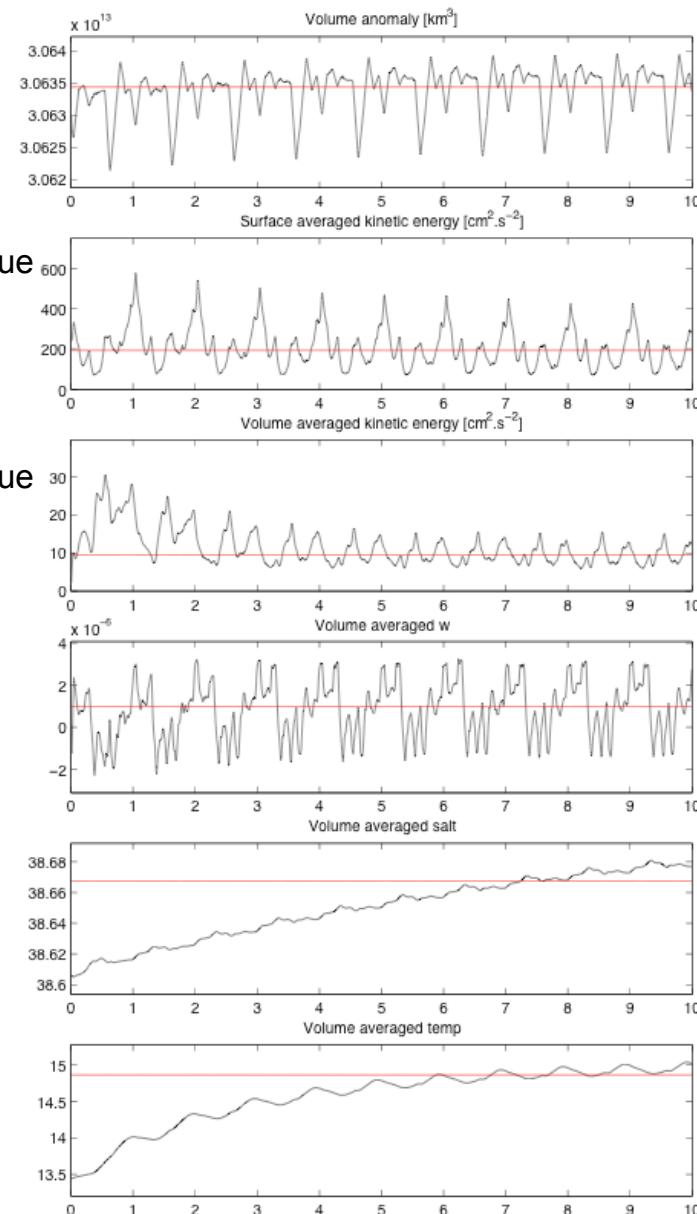
- Diagnostiques et comportement des deux simulations
- Dynamique de surface et variabilité spatiale
- Coupes verticales des variables thermodynamiques et identification des masses d'eau

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

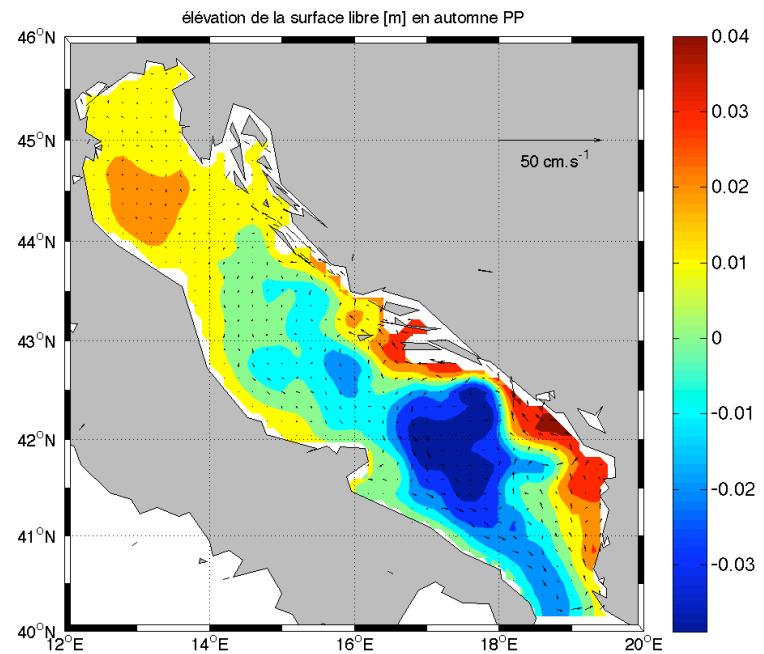
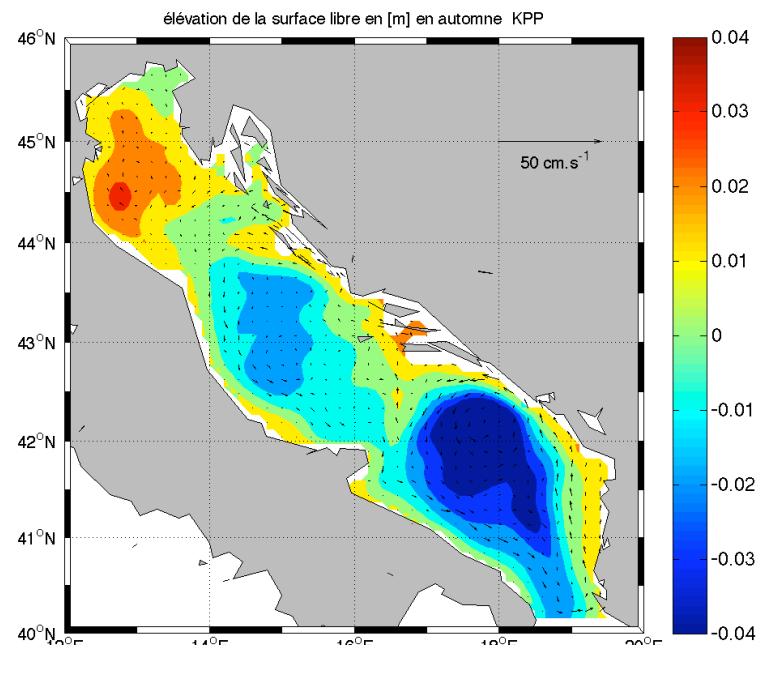
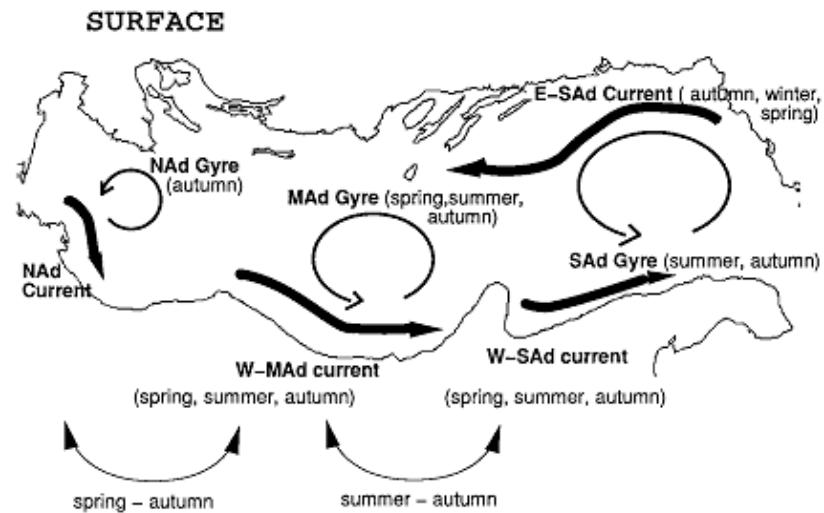
## Schéma KPP



## Schéma PP

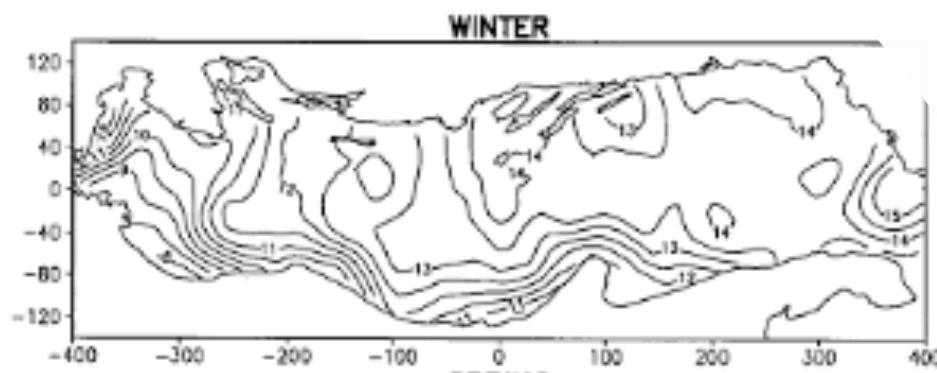


## Dynamique de surface

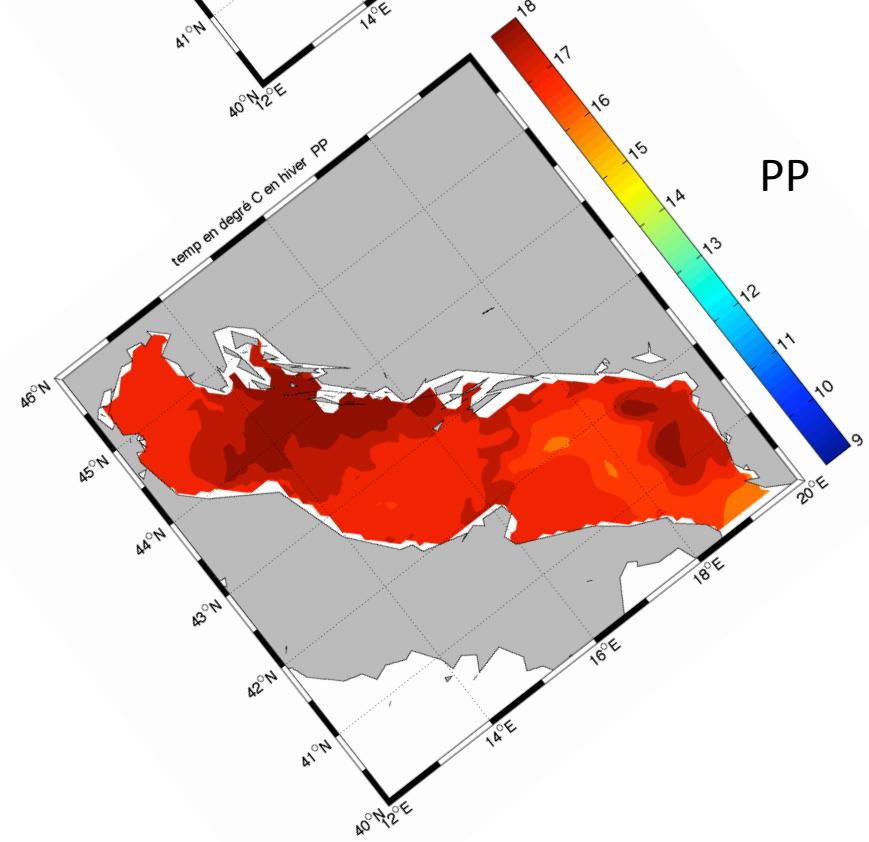
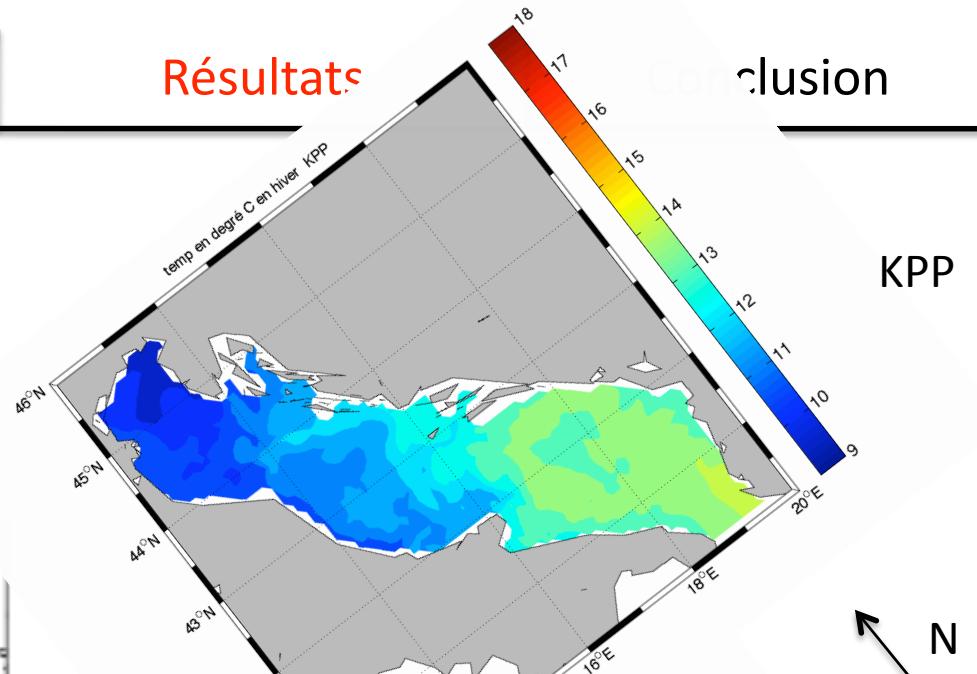


## Variabilité spatiale de T et S

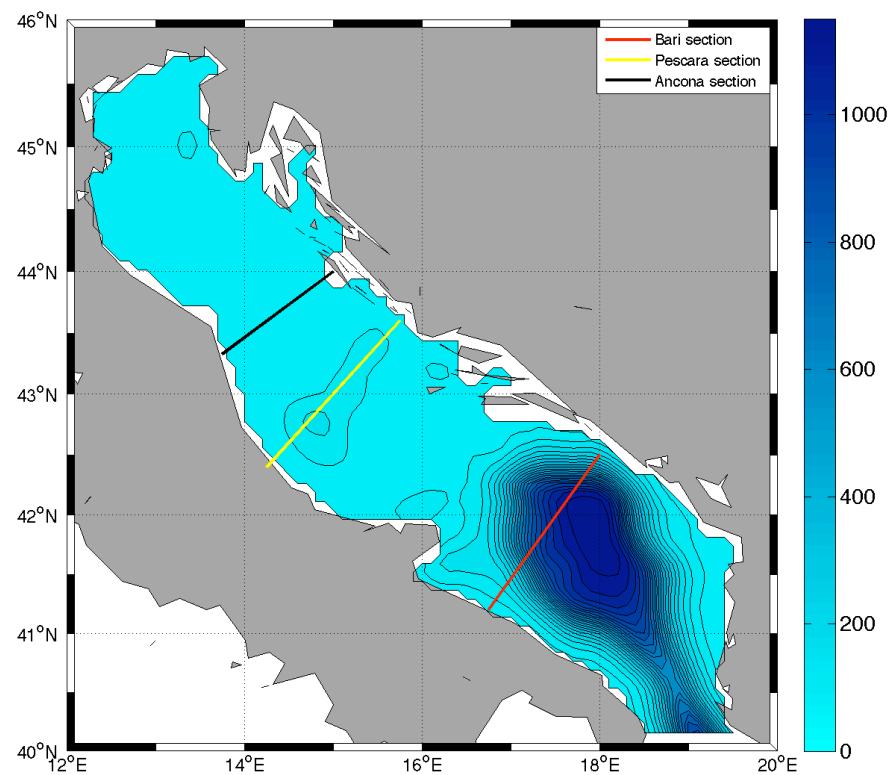
température :



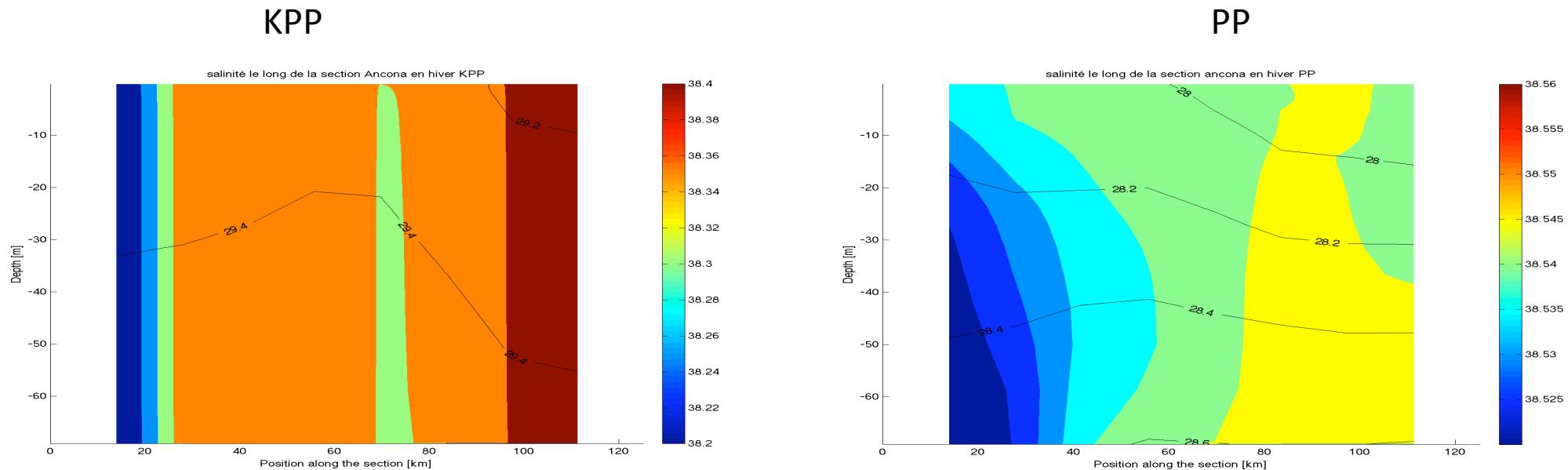
- Très faible variabilité spatiale de T pour le schéma PP ( $1,5^\circ$ )
- Gamme de températures respectée par le schéma KPP ( $9^\circ\text{C} < T < 15^\circ\text{C}$ )
- Température mesurée la plus faible en Adriatique Nord-Ouest → Pô



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



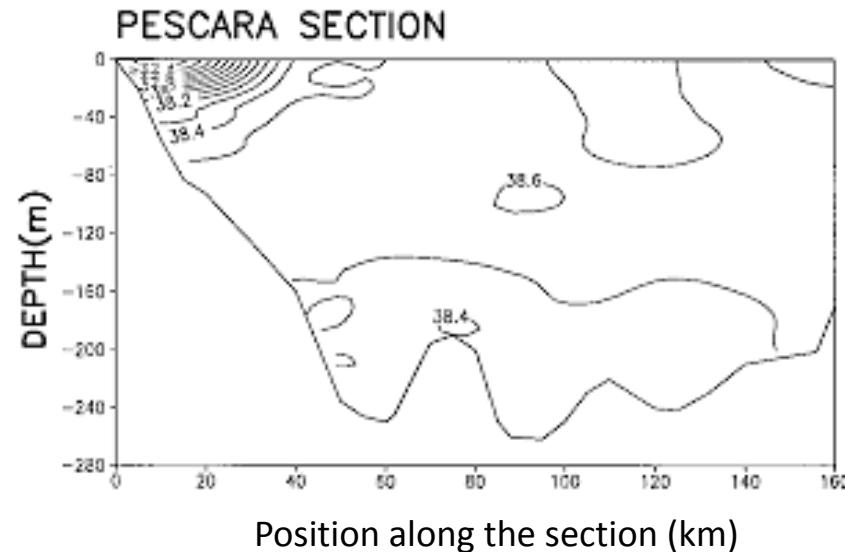
## Section d'Ancona: formation de la NAdDW ( $\sigma > 29.2$ ) en hiver



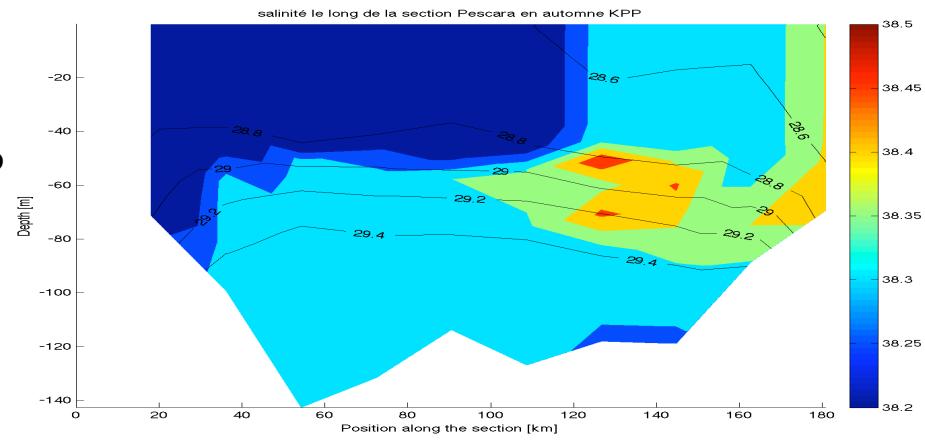
- Mélange vertical plus profond pour le schéma KPP
- Présence de la NadDW pour le schéma KPP
- Isopycne  $28.4 \text{ kg.m}^{-3}$  quasiment à l'horizontal à 50m de profondeur pour le schéma PP

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

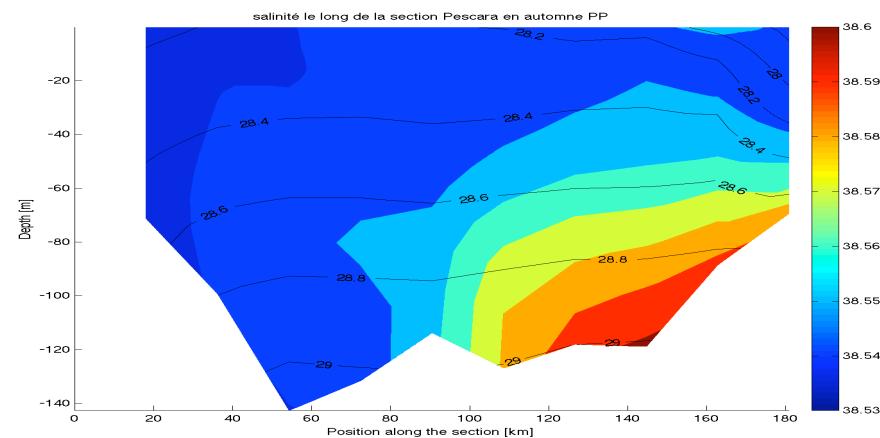
Publication



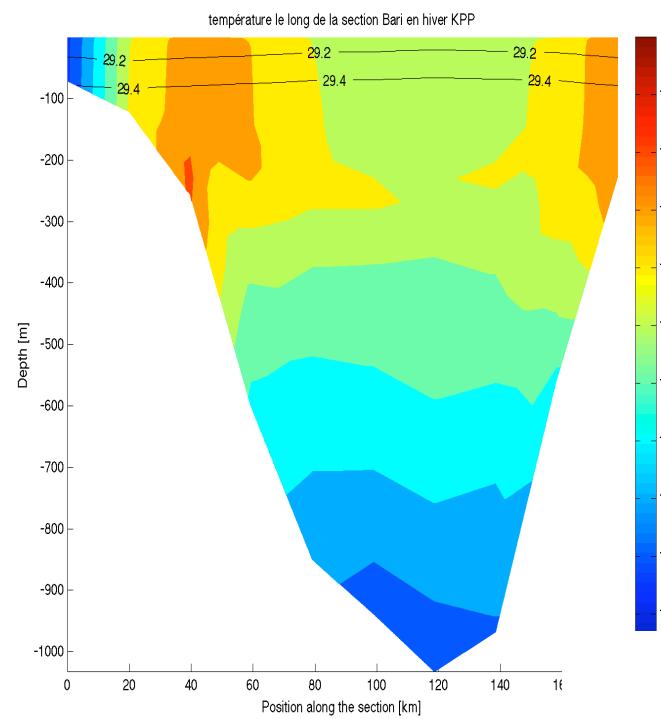
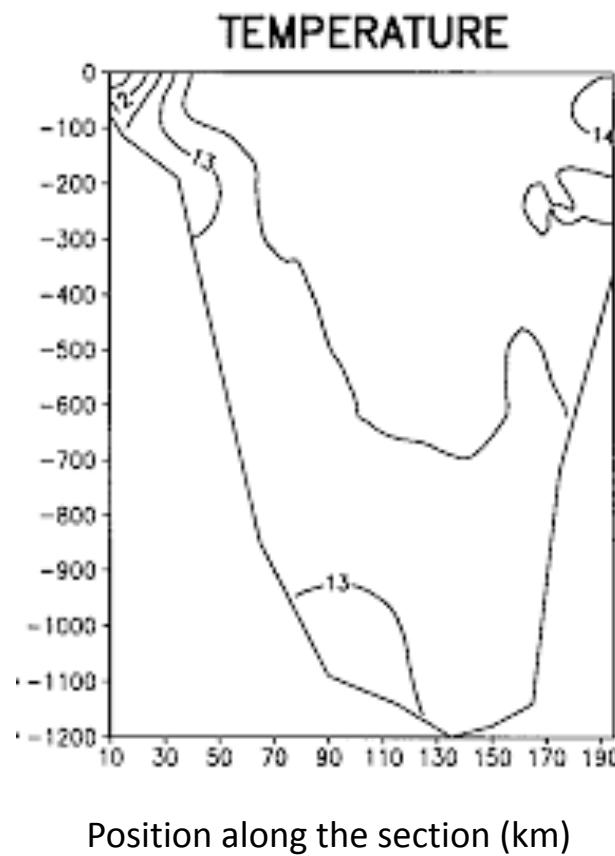
KPP



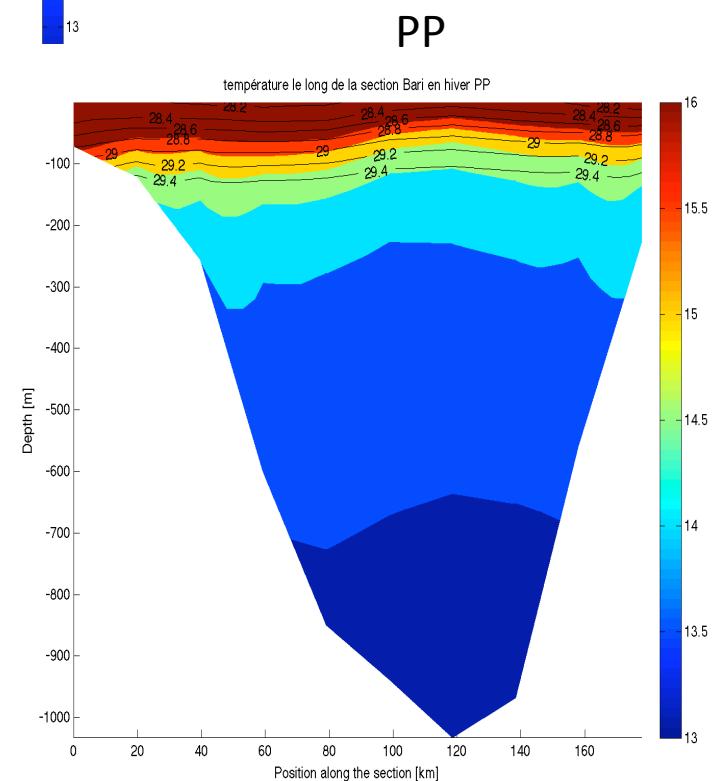
PP



## Section de Bari :



KPP



PP

Publication

## Validation du schéma *K-profil parametrization* pour l'Adriatique

Schéma Pacanowski & Philander :  
paramètres de calibration édités pour le  
pacifique équatorial.

## 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

## **Perspectives:**

- réaliser une série de simulations numériques afin d'adapter ces paramètres en mer Adriatique.
- Effectuer une simulation à haute résolution avec les données de vent QuikSCAT pour regarder le sens du gyre dans le bassin Nord-Adriatique.

# Merci de votre attention

## Bibliographie

- **Artegiani, Bregnat, Bregant, Paschini, Pinardi, Raicich and Russo (1997a)** The Adriatic Sea General Circulation. Part I: Air-Sea Interactions and Water Mass Structure. *Journal of Physical Oceanography*
- **Artegiani, Bregant, Paschini, Pinardi, Raicich and Russo (1997b)** The Adriatic Sea General Circulation. Part II: Baroclinic Circulation Structure. *Journal of Physical Oceanography*
- **Li, Yi Chao, McWilliams and Fu (2001)** A Comparison of Two Vertical-Mixing Schemes in a Pacific Ocean General Circulation Model. *Journal of Geoclimate*
- **Large, McWilliams, Doney (1994)** Oceanic Vertical Mixing: a Review and a Model with nonlocal k-profil boundary layer parametrization. *Reviews Geophysics*, 32, 363-403
- **Pacanowski and Philander (1981)** Parametrization of Vertical mixing in numerical models of tropical oceans. *Journal of Physical Oceanography*, 11, 1443-1451.