



Les courants Algériens

Introduction

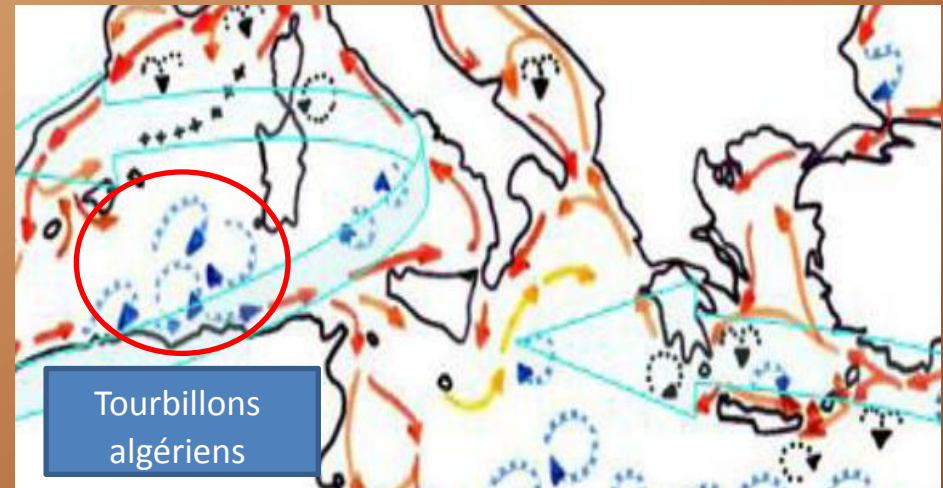
Vu l'importance du courant algérien dans la circulation méditerranéenne, à Gibraltar, les eaux de la Méditerranée et de l'Atlantique se croisent. Les eaux atlantiques entrent en surface dans la Méditerranée et les eaux méditerranéennes, plus denses, sortent dans l'Atlantique par le fond du détroit en formant une veine d'eau méditerranéenne.

Le point principal était de proposer une explication cohérente pour le départ épisodique des masses d'eau de leur normal chemin. Hypothèses nouvelles ont d'abord été énoncées à propos du courant algérien et le rôle des tourbillons générés dans la circulation des masses d'eau dans la Méditerranée occidentale.

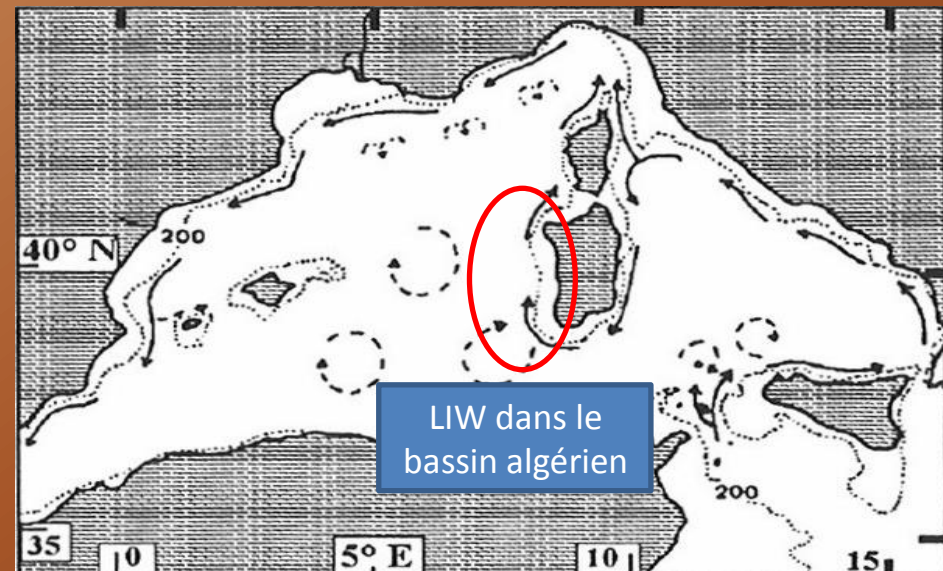
l'objectif de ce travail est d'appliquer un modèle numérique (Roms-tools) sur le bassin Algérien et de comparer ces résultats avec les données de mesures in situ telle, l'expérience d'Elisa.

Objectifs

1- Visualiser les tourbillons produit du courant algérien par le modèle Roms-Tools



2- Déciller LIW (Levantine Intermediate Water formé dans le bassin oriental) dans le bassin algérien



Implantation de modèle

Une simulation numérique du bassin occidental méditerranéen a été effectuée avec le modèle Roms-tools

- Les équations résolues par les modèles sont des équations primitives.
- le modèle - Roms utilise la méthode de séparation du pas de temps (*mode splitting*)

phénomènes dites en 2D représentés par les équations des eaux peu profonds.

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} &= -g \frac{\partial \eta}{\partial x} + f v + A_h \left[\frac{\partial^2 u}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 u}{\partial y^2} \right] + F_x + B_x \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} &= -g \frac{\partial \eta}{\partial y} - f u + A_h \left[\frac{\partial^2 v}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 v}{\partial y^2} \right] + F_y + B_y \\ \frac{\partial \eta}{\partial t} + \frac{\partial(Hu)}{\partial x} + \frac{\partial(Hv)}{\partial y} &= 0 \quad \text{avec } H = h + \eta \end{aligned}$$

phénomènes lents en 3D RANS (Reynolds et Navier-stokes)

$$\begin{aligned} \frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial x} + f v - \frac{\partial \overline{u'u'}}{\partial x} - \frac{\partial \overline{u'v'}}{\partial y} - \frac{\partial \overline{u'w'}}{\partial z} \\ \frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} &= -\frac{1}{\rho_o} \frac{\partial P}{\partial y} - f u - \frac{\partial \overline{v'u'}}{\partial x} - \frac{\partial \overline{v'v'}}{\partial y} - \frac{\partial \overline{v'w'}}{\partial z} \end{aligned}$$

Fermeture de la turbulence KPP



Equation de conservation
de la température

$$\frac{\partial T}{\partial t} + u \frac{\partial T}{\partial x} + v \frac{\partial T}{\partial y} + w \frac{\partial T}{\partial z} = A_h^{tr} \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} \right) + A_z^{tr} \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} + \frac{Q_c}{\rho_o C_p} \frac{\partial I}{\partial z}$$

Equation de conservation
de la salinité

$$\frac{\partial S}{\partial t} + u \frac{\partial S}{\partial x} + v \frac{\partial S}{\partial y} + w \frac{\partial S}{\partial z} = A_h^{tr} \left(\frac{\partial^2 S}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 S}{\partial y^2} \right) + A_z^{tr} \frac{\partial^2 S}{\partial z^2}$$

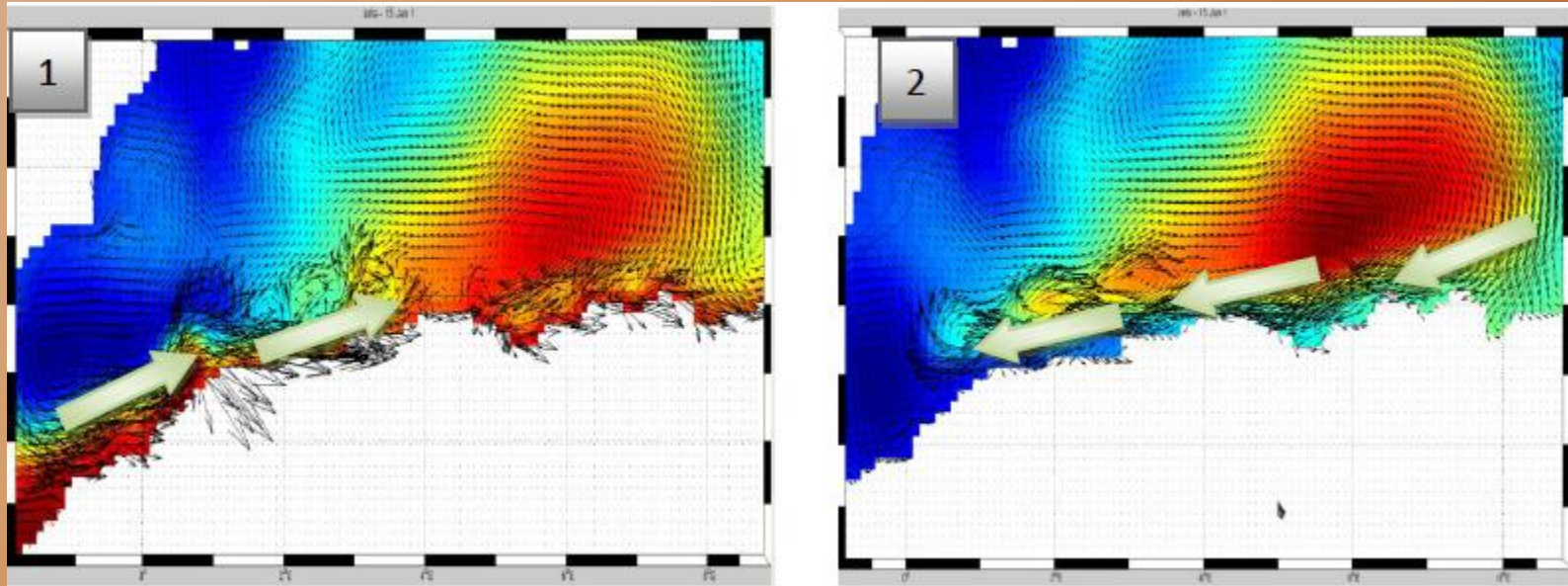
Equation de
continuité

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

Equation d'état
de l'eau de mer

$$\rho = \rho(T, S, p)$$

Choix de la zone d'étude



modélisation des courants algériens avec une simulation d'un mois, 1: -1à 9°, 2 : -2à9°

- L'importance de la choix de domaine d'étude.
- Problème de coordonnée? Ou problème de frontière ouvert?

Un test d'un mois est nécessaire avant de procéder dans le lancement de modèle avec une simulation de 10ans, selon les phénomènes qu'on veut observer et aussi pour régler le problème de frontière ouverte.

Une différence de 1° seulement de latitude ou de longitude peu variée les résultats obtenus!!

Construction de la grille

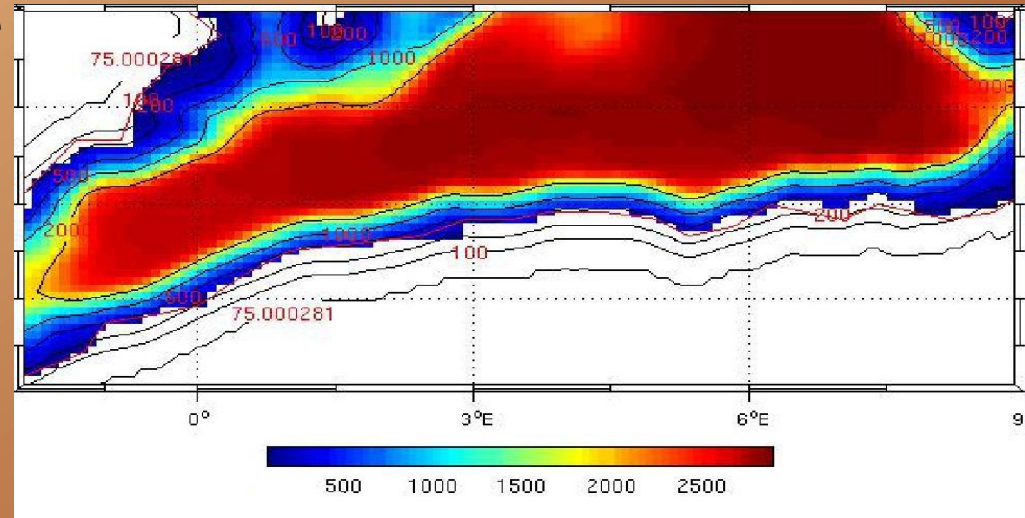
Grille horizontale: utilisation de la Grille d'Arakawa C , résolution de l'ordre de 9Km

Grille verticale: utilisation des coordonnées sigma généralisées; 32 niveaux sont

Résolution: 1/10

Coordonnées: Longitude : 2°W – 9°E
Latitude : 35°N – 39°N

Frontières ouvertes : Est, Ouest et Nord



Carte bathymétrique de la zone d'étude obtenue par le modèle

Choix de la résolution temporelle

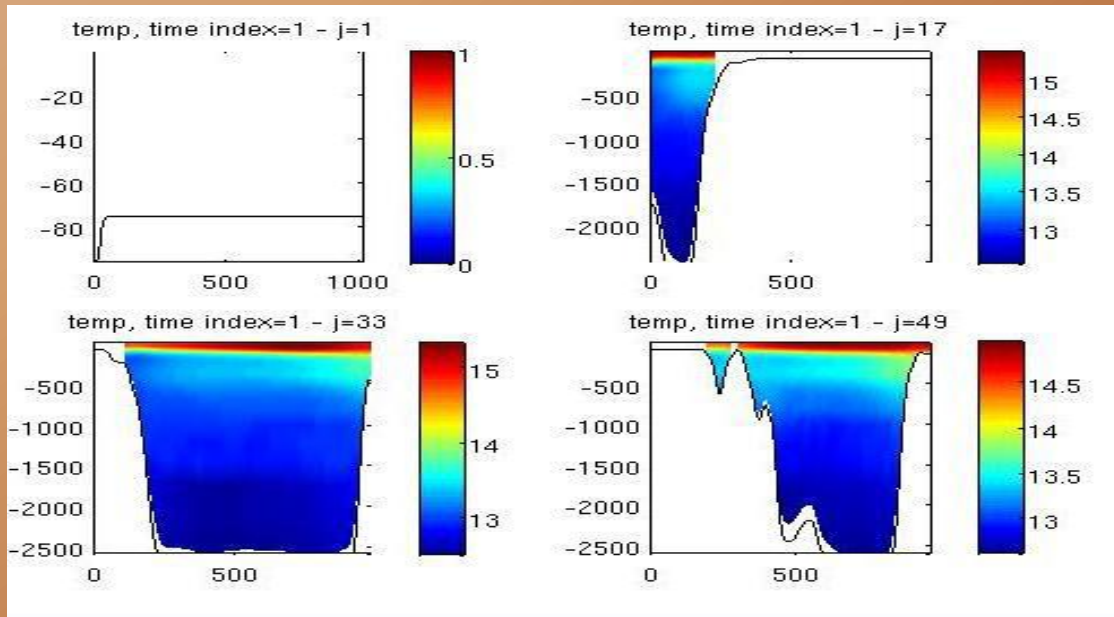
Critère CFL(Courant-Friedrichs-Levy)

$$\Delta t_E \leq \frac{1}{C_t} \left| \frac{1}{\partial x^2} + \frac{1}{\partial y^2} \right|^{-1/2}$$

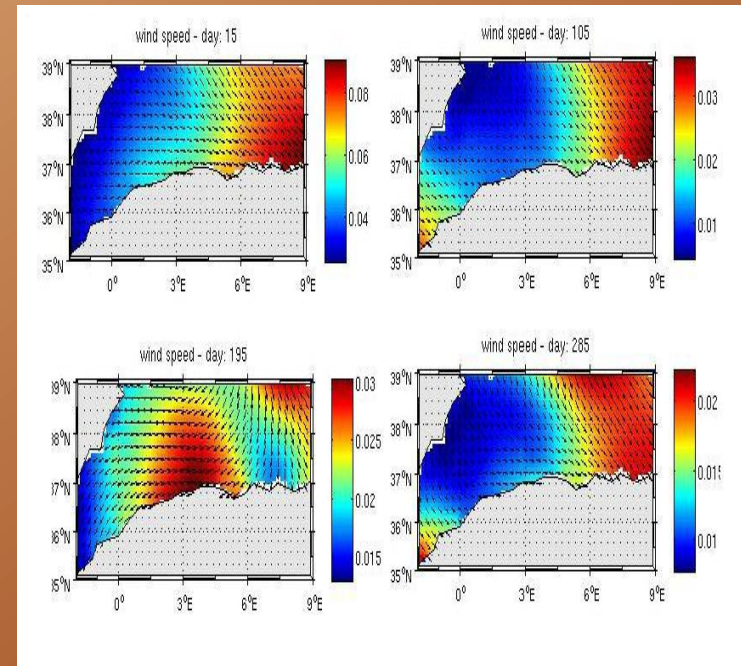
Dans le modèle nous avons pris $\Delta t_E = 18 \text{ sec}$ avec 60 itérations ce qui nous fait un pas de temps interne $\Delta t_i = 1080 \text{ sec}$.

Les Conditions initiales et les forçages

Le forçage: Le modèle a été forcé pendant 10 ans issus des données dans diverses bases de données fournissant des conditions météorologiques d'une année type: *The International Comprehensive Ocean-Atmosphere Data Set Project (ICOADS)* permet une récupération des données de forçage en surface.



Les conditions de températures initiales dans la zone d'étude index=1:janvier



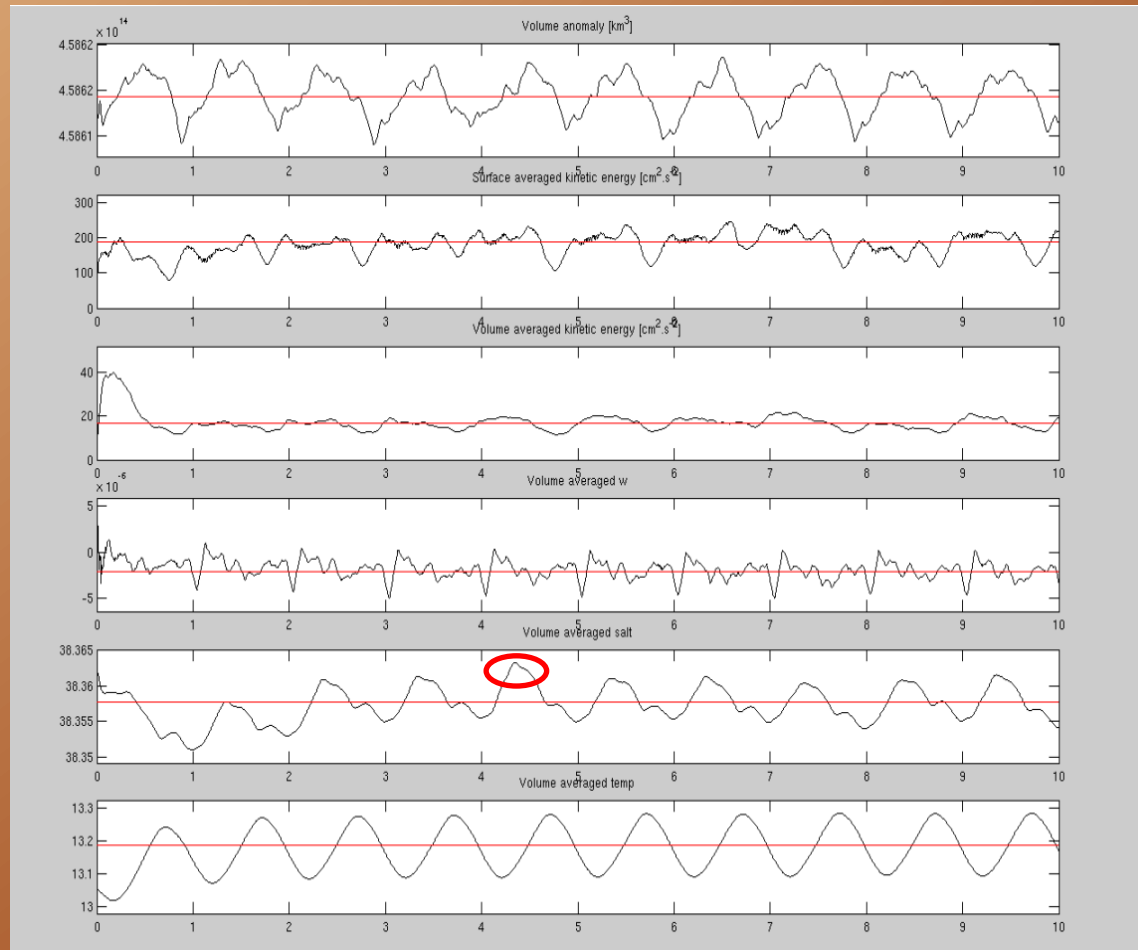
le forçage des vents dans la zone d'étude pour les 4 saisons

Les conditions initiales: *World Ocean Atlas (WOA)* dispose des données de température et de salinité.

Diagnostic du modèle

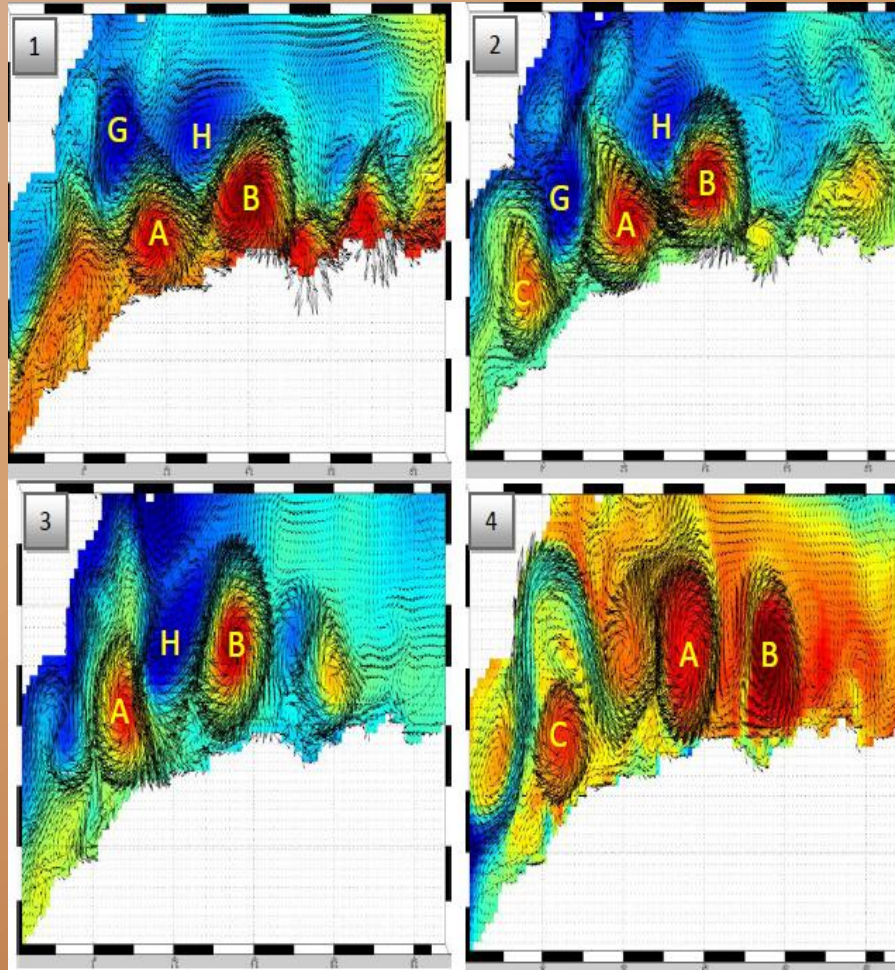
On remarque sur ces graphes que le modèle met environ 1an à se stabiliser pour l'énergie, l'anomalie de volume et la température. Pour la salinité on remarque un pic plus élevé dans la 4^{ème} année, mais il se stabilise à partir de la 5^{ème} année.

Dans la suite de l'analyse des résultats nous allons nous intéressées plus particulièrement à la 10^{ème} année.

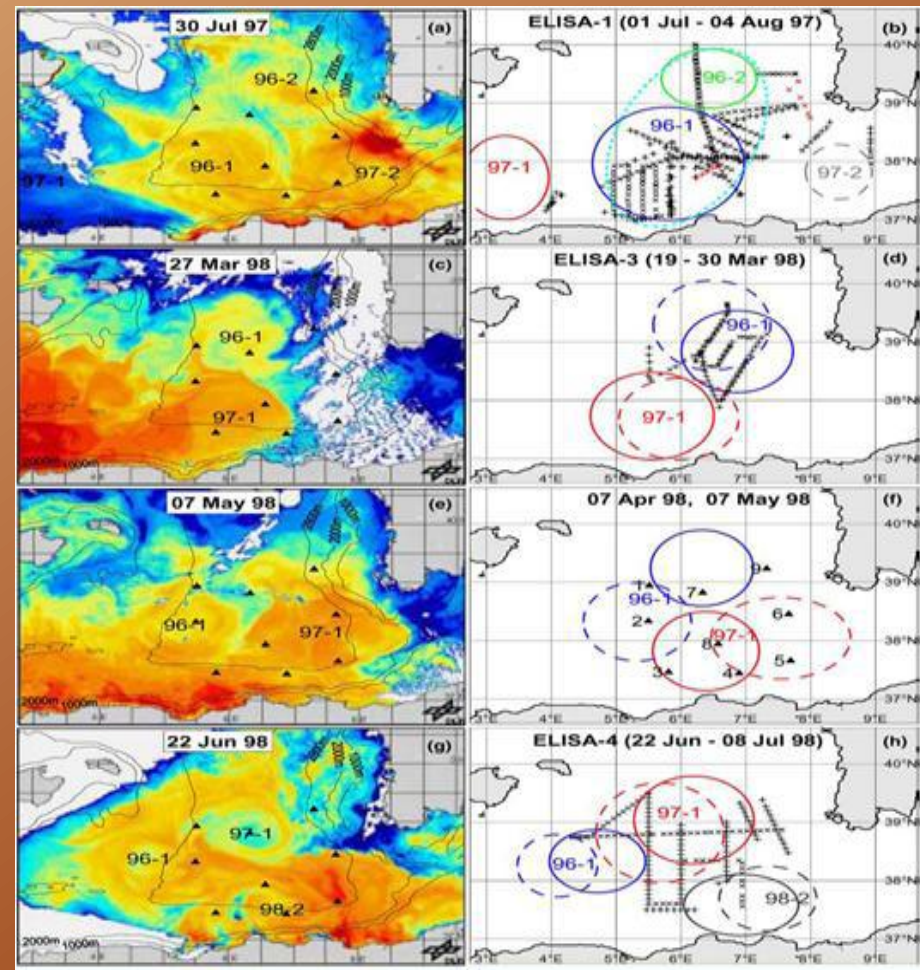


Diagnostic de stabilité du modèle

Les tourbillons algériens



représentation des tourbillons algériens en fonction des élévations pour les 4 saisons (1, 2, 3 et 4 représente respectivement 15 janvier, 15 mars, 15 juillet et 15 octobre).



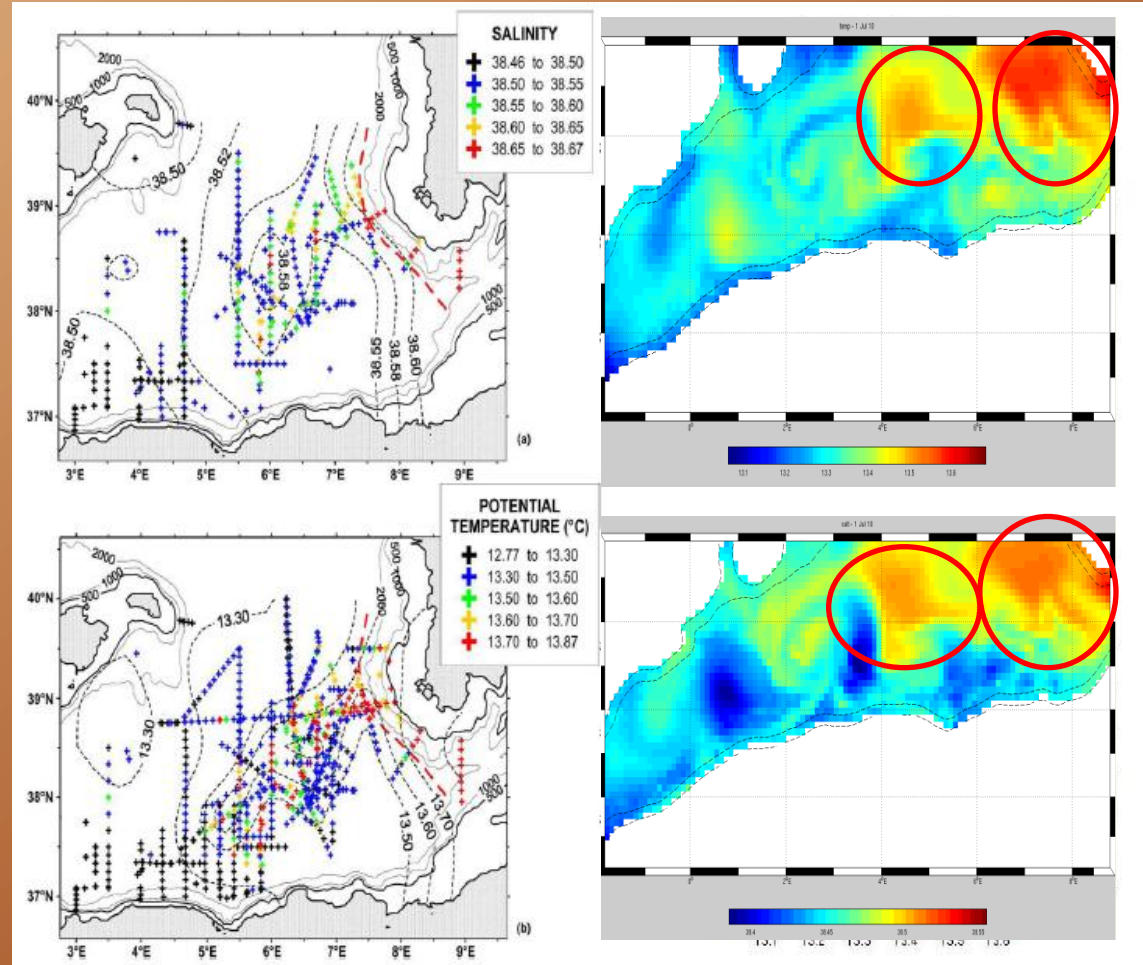
Schématisation des tourbillons représentés au cours de l'expérience ELISA. (a,c,e,g) NOAA-AVHRR images infrarouge, (b,d,f,h) Schématisation des tourbillons Tirés de Millot et Taupier-Letage (2005).

LIW dans le bassin algérien

LIW : est crée dans le bassin oriental et revient dans le bassin occidental par le détroit de Sicile. Il se caractérise par (un maximum de température potentielle: 13.2 - 13.6 et un maximum de Salinité 38.45 - 38.60) en plus il est facilement décelable sur les diagrammes T-S; représentés par une queue de scorpion.se qui le rend la masse d'eau la plus facile à suivre.

Comparaison Alisa, Roms

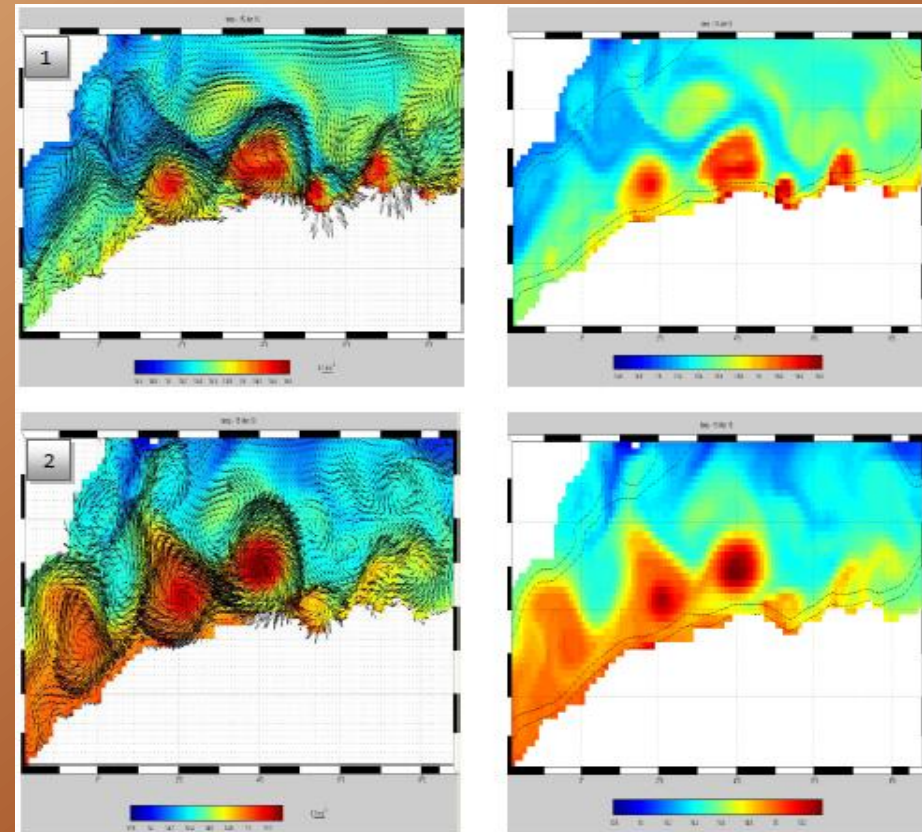
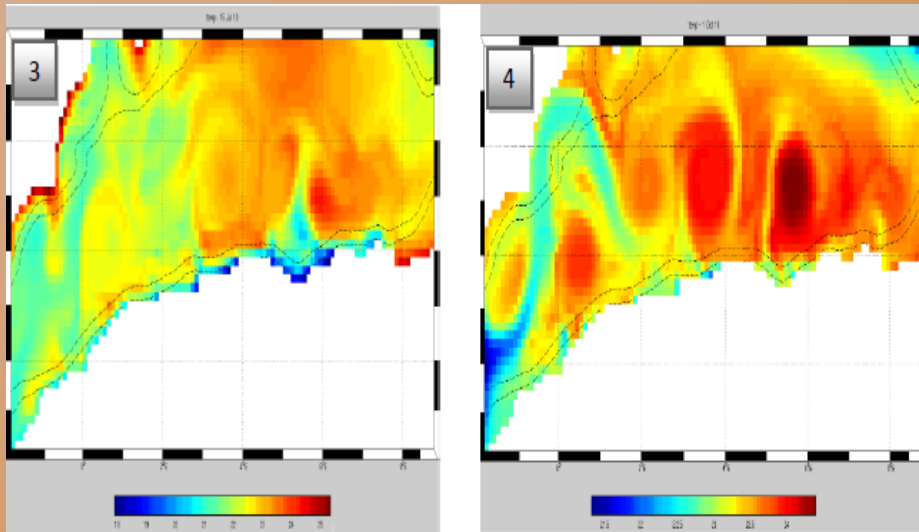
- La grande quantité de LIW dans le chenal de la Sardaigne
- la continuité avec le veine le long de la pente de Sardaigne, à l'ouest d'abord, puis vers le nord
- La non-présence le long de la pente algérienne, de n'importe quel maximum continu qui signerait un flux vers l'ouest.
- Dans le sous-bassin algérien central, la grande hétérogénéité est la résulte des tourbillons algériens portant des fragments de LIW.



Distribution de la température (250m – 550m) et salinité (250m -650m) fournit par l'expérience ELISA. Tirés de Millot et Taupier-Letage (2005).

Distribution de la température 400m et salinité 450m, fournit par le modèle Roms

Evolution saisonnière de la température



Pour la variabilité saisonnière de température on observe un hiver et un printemps froid avec des valeurs comprises entre 13.8 et 15.8° , un automne et un été chaud avec des valeurs entre 18 et 22.5° .

Les valeurs maximales de température ont été observé dans le centre des tourbillons anticycloniques qui peut atteindre 16.6° en hiver et 25° dans l'été.

Les tourbillons cycloniques ne se forment que dans l'hiver, par contre les tourbillons anticycloniques sont présent toute l'année.

On observe que sur les tourbillons anticycloniques se trouve les valeurs les plus importants de température tandis que dans les tourbillons cycloniques la température est la plus faible.

La température de surface avec et sans courants (1: hiver, 2 : printemps, 3: été, 4 : automne).

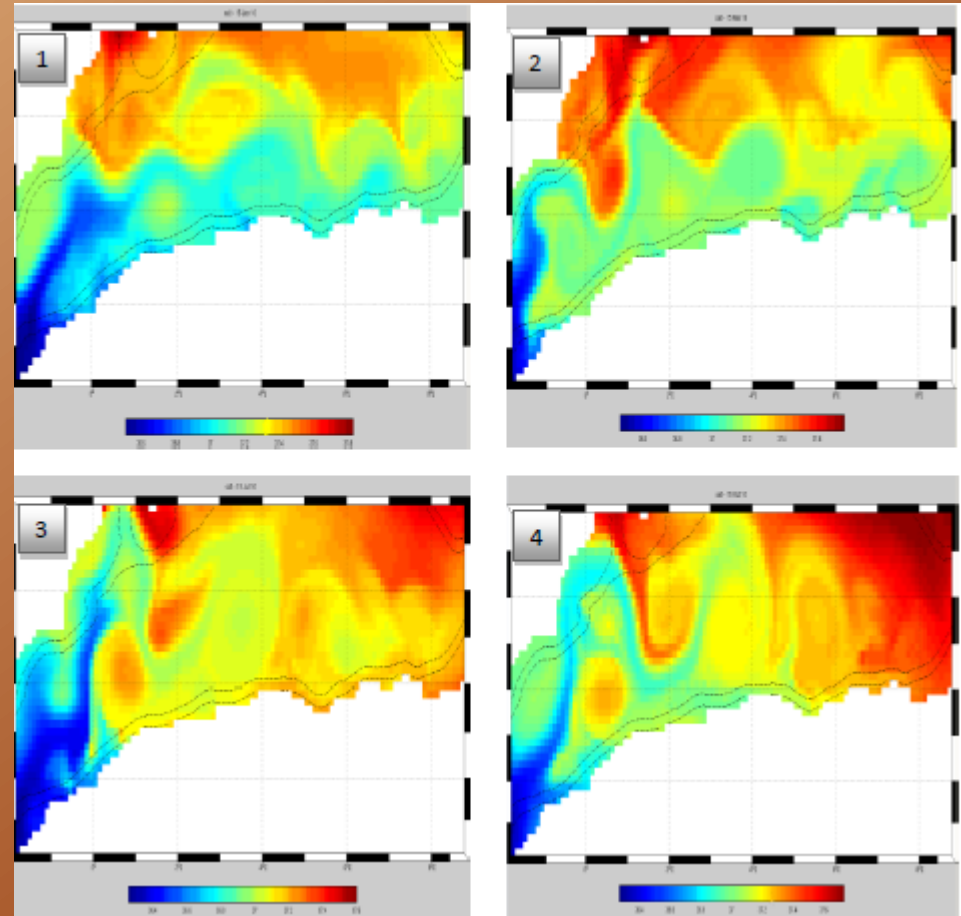
Evolution saisonnière de la salinité

La salinité de surface est légèrement élevée en hiver qu'aux autres saisons, à cause des vents froids évaporant l'eau et augmentant la salinité.

Les valeurs pour les 4 saisons varient en général entre 36,4 à l'Ouest et 37,6.

à l'Est, les valeurs de salinité sont faibles par rapport à l'Ouest car ils représentent les caractéristique des eaux qui vient de l'Atlantique de faible salinité (MAW).

Dans les figures de salinité les traces des tourbillons sont décelables, mais on ne peut pas différencier entre les tourbillons cycloniques et anticycloniques, la salinité peux être aussi utilisée comme traceur pour les tourbillons.



La salinité de surface avec (1: hiver, 2 : printemps 3: été, 4 : automne).

conclusion

- De manière générale, les résultats du modèle sont très satisfaisants. L'augmentation de la résolution améliore sensiblement les résultats par rapport aux modèles de plus basses résolutions, notamment en ce qui concerne les propriétés dynamiques.
- En ce qui concerne les caractéristiques en salinité et en température, on observe une bonne cohérence par rapport aux conditions initiales et aux observations.
- La dynamique de méso-échelle est bien représentée, en bon accord avec les observations: généralement dans la Méditerranée occidentale, où au cours de l'année, on observe des structures tourbillonnaires anticycloniques permanentes responsables de la présence des traces de LIW dans le centre de bassin Algériens.
- Le modèle a vérifié la circulation des LIW dans le bassin algérien évoqué par Millot dans l'expérience d'ELISA.
- **Dix ans de simulation de la circulation méditerranéenne ont été effectués avec un modèle à une très haute résolution. Les résultats sont encourageants surtout en ce qui concerne la dynamique et la variabilité saisonnière.**