

UNIVERSITE DE LA MEDITERRANEE

Projet d'analyse de données et modélisation

Application du modèle ROMS dans la méditerranée occidentale
« Circulation de LIW dans le bassin Algérien »

Saliha Zemenzer., 1^{ère} année master océanographie

Enseignant: Andrea M.Doglioli

Résumé

La modélisation de la circulation et caractéristiques des masses d'eau dans le bassin Algérien de la Méditerranée occidentale a pour objectif l'analyse critique des résultats, la vérification de la validation du modèle ROMS utilisé et le confronter aux résultats prédits à l'expérience. Le diagramme de circulation maintenu dans la littérature scientifique [Millet, C. (2005) *Additional evidence of LIW entrainment across the Algerian subbasin by mesoscale eddies and not by a permanent westward flow. Progress in Oceanography 66 (2005) 231- 250*] est validé par les résultats de l'expérience ELIZA (Mouillage, CTD et XBT) et par le satellite NOAA à instrument AVHRR.

Des simulations numériques ont été faites sur une période de 10 ans où le critère de stabilité est assuré, elles sont forcées par des situations de vent. Les résultats montrent bien la circulation anticyclonique au centre du bassin Algérien dont les caractéristiques des eaux correspondent à celles de LIW sur une répartition horizontale et verticale, on a bien observé l'isolement des eaux les plus chaudes et salées par le circuit anticyclonique ainsi dans la colonne d'eau cette masse d'eau (LIW) est localisée entre 200 à 500m de profondeur, séparant les eaux de surface des eaux profondes, ce qui valide l'idée que LIW se retrouve au centre du bassin Algérien entraînée par la circulation tourbillonnaires à ce niveau.

En revanche, si les positions des tourbillons ne sont pas toutes identifiées par rapport à celles fournies par l'expérience ELISA, le modèle a réussi à concevoir un aperçu proche de la réalité, ce qui valide ses résultats.

1. Circulation de grande échelle du bassin Méditerranéen:

Du point de vu hydrodynamique, la Méditerranée occidentale est une région complexe où coexiste différent type d'eau. Une eau Atlantique Modifiée (LAM) qui pénètre en surface dans le bassin Méditerranéen par le détroit de Gibraltar, elle circule dans les zones côtière d'Ouest en Est pour ensuite remontée vers le Nord en un circuit cyclonique dans le bassin occidental. Plus vers l'Est, un tiers de LAM qui existe au niveau du détroit de Gibraltar entre en mer Tyrrhénienne (*Ascencio et all., 1977*), longe la côte Nord de la Sicile et remonte la côte Italienne, où se produit écoulement qui franchit le canal de Corse (courant Est) et un autre qui entoure les côtes de la Sardaigne vers le Sud et remontée vers le Nord tout le long des côtes Ouest (courant Ouest), dans ce courant se trouvent des tourbillons anticycloniques. Ces deux courants fusionnent pour donner naissance au courant Nord, qui suit une circulation cyclonique le long du talus continental des côtes Italienne, Françaises et Espagnoles.

En hiver, l'évaporation et le refroidissement qui sévissent dans certaines zones de la Méditerranée provoquent des mouvements verticaux de plongée d'eau, générant de nouvelle masse (*Dufau-Julliand., 2004*), ainsi l'eau Levantine intermédiaire est créée (LIW) dans le bassin oriental qui revient dans le bassin occidental par le détroit de Sicile. Elle tourne sur sa droite en mer Tyrrhénienne en poursuivant un circuit cyclonique et longe la côte Italienne, dont une partie franchit le canal de Corse et une majeure partie poursuit son écoulement cyclonique vers le canal de Sardaigne (200-600m). Comme pour LAM, LIW remonte les côtes Ouest de la Sardaigne et de la Corse et rejoint l'eau Levantine issue du canal de Corse, suit le talus continental le long des côtes Françaises et enfin des côtes Espagnoles, où une partie sort par le détroit de Gibraltar, tandis que l'autre entraînée par l'eau de surface d'origine Atlantique, rejoint et suit les côtes Algériennes vers l'Est; Cette masse d'eau est identifiée tout le long de son parcours par des maximums relatifs en température et en salinité (Θ 13.8° et S > 38.6), (*Conan., 1996*).

Dans le bassin Algérien, LIW est souvent rencontrée au centre, suite à une érosion sporadique du courant d'eau intermédiaire qui peut se trouver sous forme de filaments entraînés au centre par le courant Algérien (*Ascencio et all., 1977*).

L'évidence de la présence de LIW au centre sous la perturbation des courants n'est pas maintenue par l'ensemble des modèles, on se retrouve avec des résultats contradictoires où LIW n'est entraînée au centre du bassin que par l'écoulement Ouest.

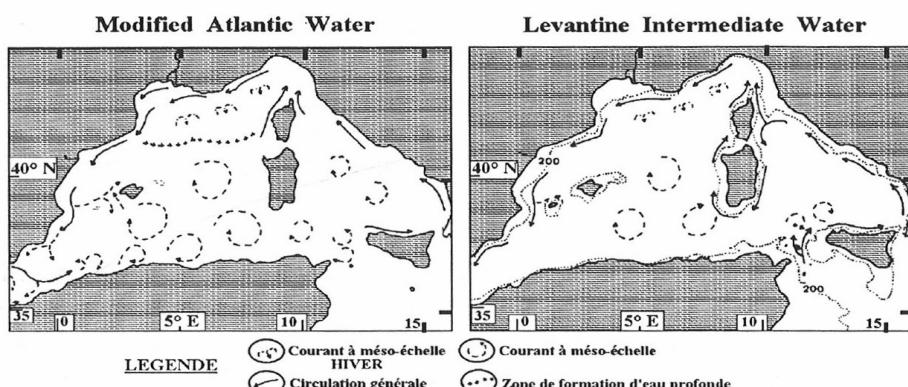


Figure n°1: Schémas de la circulation générale de l'eau de surface (MAW) et intermédiaire (LIW) en Méditerranée occidentale tirés de Millot (1987a, 1990).

2. Modélisation numérique:

2.1. Introduction:

Les progrès récents des techniques de modélisation numérique permettent aujourd’hui d’utiliser les modèles à la fois comme outils de recherche et de manière plus finalisée, comme outils de simulation (Marcer., 1991). Pour certains problèmes, la simulation numérique permet une meilleure visualisation des phénomènes suivant des interfaces graphiques obtenus à partir des résultats de calcul présentés par des images de système. Pour ce, il existe actuellement une large gamme de modèles numériques: Unidimensionnels, bidimensionnels et tridimensionnelles, ce dernier regroupe le modèle POM, SYMPHONIE et ROMS.

Le présent rapport consiste à utiliser un modèle de type tridimensionnel.

2.2. Description du modèle tridimensionnel:

Les modèles tridimensionnelles sont basés sur les équations primitives de circulation générale (Equation de Navier-Stockes) appliquées à un bassin rectangulaire, dans lequel intervient l’approximation de Boussinesque, l’approche de Reynolds et l’hypothèse hydrostatique.

- **Equations résolues par ces modèles:**

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

Equations de mouvement

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

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

Equation de continuité

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla T = k_h^2 \cdot \nabla^2 T + k_v (\frac{\partial^2 T}{\partial z^2})$$

Equations de conservation de T° et Salinité

$$\frac{\partial S}{\partial t} + \mathbf{v} \cdot \nabla S = k_h^2 \cdot \nabla^2 S + k_v (\frac{\partial^2 S}{\partial z^2})$$

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

Chacun des modèles, précédemment cités utilise une paramétrisation de différents types, POM et SYMPHONIE sont basés sur des coefficients de viscosités (v) et diffusivité (K) constant, contrairement au modèle ROMS.

3. Fonctionnement du modèle ROMS:

Le modèle ROMS est à surface libre, où les équations d’évolution donne l’état des masses d’eau à (t+dt) en fonction d’un instant précédent (t), soumis à certaines conditions aux limites permettant la résolution des équations primitives, lequels:

- la tension du vent qui agit sur la surface de l’eau et détermine la quantité de mouvement.
- Le flux de chaleur échangé entre l’atmosphère et l’eau, fournissant ainsi les données de température dans le bassin et le rayonnement infrarouge émis du bassin vers l’atmosphère.
- La précipitation et l’évaporation fournissent des données du bilan de sel dans le bassin.

- Pas de condition de fermeture du modèle au frontière, il doit calculer le flux nécessaire à l'équilibre, la perte ou le gain d'eau à la surface.
- Les conditions initiales du modèle sont les champs de température et de salinité en équilibre après quelques jours d'intégration.

- **Grille du modèle:**

Le modèle est un système de référence (x, y) et coordonnées verticales (σ) , où $\sigma = (z - \eta) / (H + \eta)$, ce système de coordonnée permet d'avoir un nombre constant de couche sur la verticale quelque soit la bathymétrie et l'élévation de surface libre considérée, il permet également un meilleur rendu des écoulements près du fond.

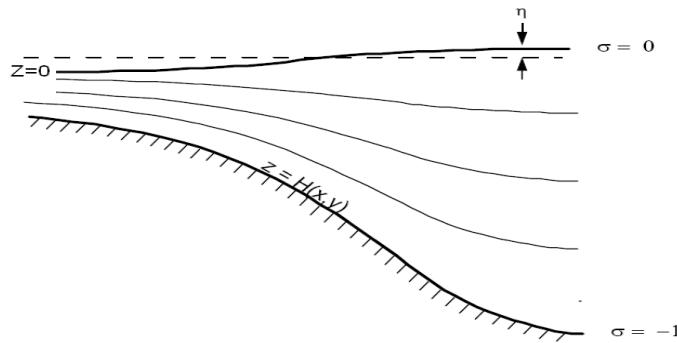
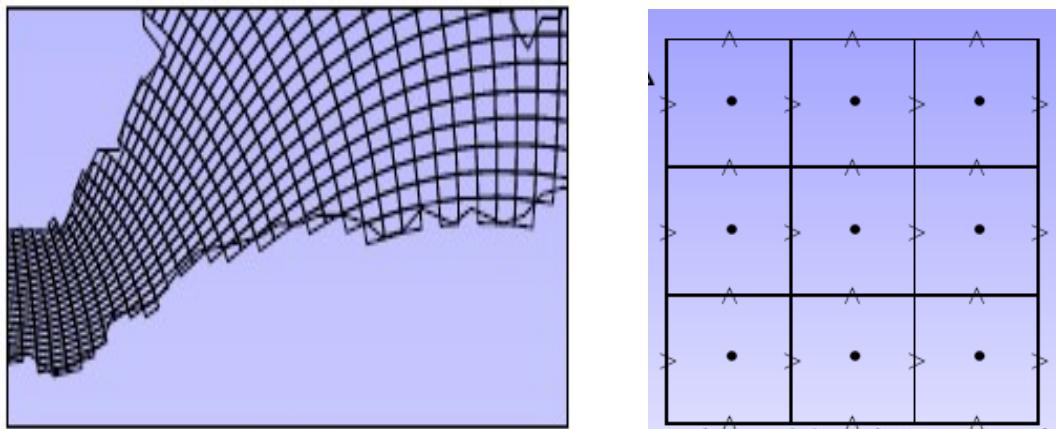


Figure n°2: Coordonnées Sigma

La grille horizontale est curviligne avec un schéma de discréétisation de type «Arakawa C».



- La discréétisation temporelle est explicite, mais la discréétisation verticale est implicite.
- Un pas de temps court, déterminé par la condition de stabilité de Courant-Friedrichs-Levy (CFL), sur la vitesse de propagation de l'onde externe pour le modèle bidimensionnel (mode externe barotrope).
- Un pas de temps long, déterminé par la condition de stabilité de Courant-Friedrichs-Levy (CFL), sur la vitesse de propagation de l'onde interne pour le modèle tridimensionnel (mode interne barocline).

4. Utilisation du modèle ROMS:

L'utilisation du modèle ROMS (programme FORTRAN) est validé par un outil numérique Roms_Tools, qui est un script Matlab, permettant la visualisation des configurations ROMS (ensemble de fichier du répertoire Run dans Roms_Tools et Preprocessing_Tools).

- **param.m:** sert à fixer les coordonnées géographiques de la région choisie, le degré de résolution et l'intégration de l'état des frontières [S, E, N, W], où les frontières ouvertes représentent (1) et celles fermées correspondent à (0).
- **make_forcing.m:** fournit les données de condition aux limites.
- **make_clim.m:** fournit les données de condition initiales.
- **make_grid:** où la grille est préparée par calcul du pas d'espace (horizontal: LLm et vertical: MMm) ainsi que: dxmin, dymin, dxmax, dymax et Hmax. Apres fixation de la résolution dans param.m, le critère CFL est calculé, à partir du quel les pas de temps externes et internes (DT_E, DT_I) et le paramètre NTDFAST sont déterminés.
L'exécution de make_grid, fournit la bathymétrie du domaine.

Les fichiers du répertoire Run, éditer dans Fortran:

- **param.h:** Intervenir sur la definition du domaine de calcul et fixation des parametres de la grille (LLm, MMm et N).
- **cppdefs.h:** Définition du domaine et activation / désactivation des clés des frontières ouvertes dans la nouvelle configuration.
- Apres la compilation du modèle avec ./Jobcomp, les fichiers param.h et cppdefs.h sont utilisés pour la création du fichier roms.in, lequel est à tourné sur la taille de la grille, avec la fixation de la durée de simulation (NTIMES) et la fréquence de sauvegarde des sorties instantanées et moyennées (variables NWRT et NAVG).
- Lancer le modèle avec la commande ./roms roms.in
- Pour une simulation pluriannuelle (ordre de 10 ans), intervenir sur roms_inter.in et run_roms.csh
- Enfin, la visualisation des résultats avec roms_gui.in dans Matlab.
- Pour le diagnostique et configuration des variables, on utilise le script Matlab roms_diags.m et plot_diags.m.

5. Implémentation du modèle dans le bassin Méditerranéen occidental:

Le tableau ci-dessous, récapitulatif de l'étape précédente pour le domaine de calcul:

Tableau n°1: Données de variables d'implémentation du modèle au bassin Méditerranéen occidentale.

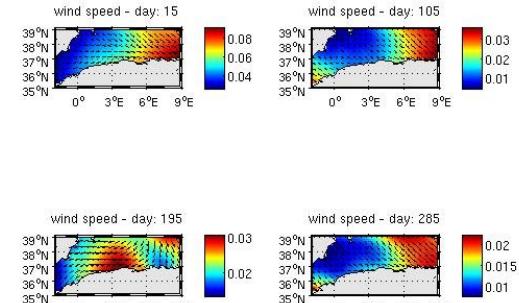
Coordonnées géographiques			Résolution	Frontières				Paramètres de la grille				
	longitude	latitude		S	E	N	M	LLm	MMm	N		
Minimum	-2 E	35 S	1/6	0	1	1	1	65	30	32		
Maximum	9 W	39 N										
Critère	DT _E (S)	DT _I (S)	NTDFAST	NTIMES	NWRT (jour)	NAVG (jour)	Profondeur Max (H)	dx		dy		
31	30	1800	60	1440	30	3	2873, 5273	Min	Max	Min	max	
								14,369	15,724	14,4086	14,369	

● Conditions aux limites du domaine de calcul:

Le modèle a conçu des conditions aux limites saisonnières, spécifiques à la région considérée:

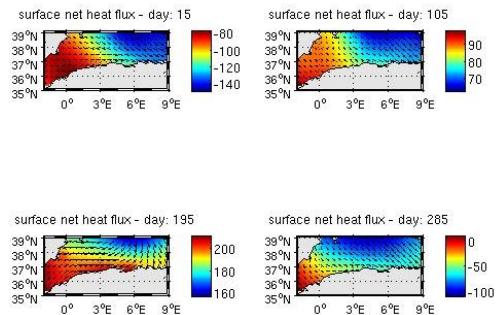
Tension du vent:

Les vitesses du vent sont réparties sur une gamme d'échelle allant de 10cm/s à 80cm/s; les valeurs sont notable à l'Est, décroissant au fur et à mesure qu'on s'éloigne vers le Sud-Ouest. Le vent est plus violent en saison hivernale.



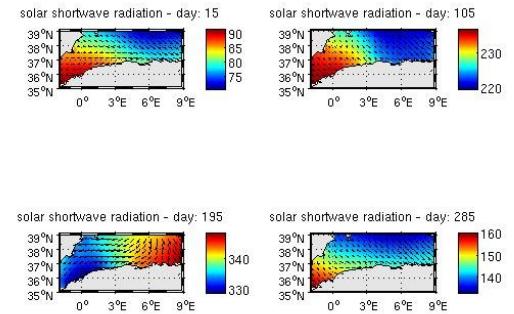
Flux de chaleur:

La répartition des flux de chaleur est concordante avec celle de la vitesse du vent, comme c'est la circulation qui transfert la chaleur dans le domaine; pour ce, le flux est plus important au Sud-Ouest, notamment en été.



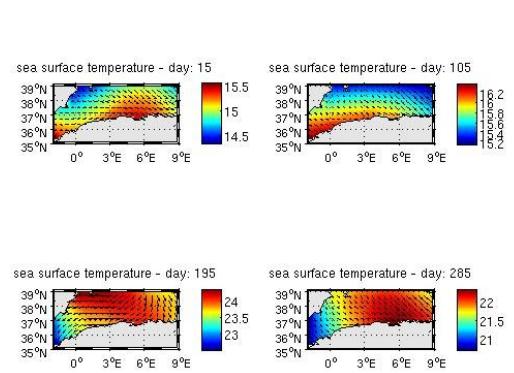
Radiation solaire émise par la mer:

Les radiations émises par la mer sont plus marquées au Sud - Ouest, exception faite en période estivale où les valeurs sont maximales, considérablement émises à l'Est du domaine.



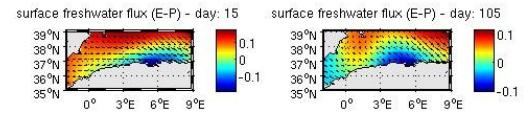
Température:

Les températures aux conditions limites sont comprise entre [14.5 – 24] °c, les valeurs maximales caractérisent les eaux centrales du bassin, seule la saison printanière présente une décroissance de température de l'Est au Sud - Ouest.



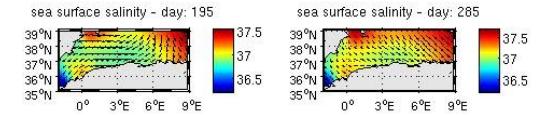
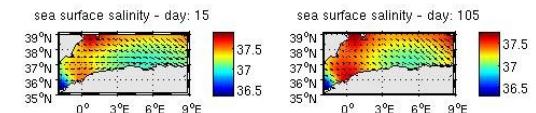
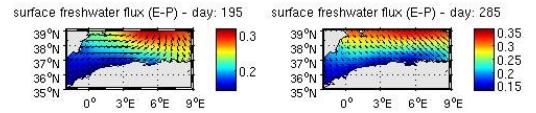
Rapport (Evaporation / Précipitation):

L'ensemble des figures représente un bilan ([E-P]) allant de [-0.1, 0.35], ce bilan est plus marqué en saison estivale et automnale, où l'évaporation excède la précipitation.



Salinité:

Les valeurs de salinité sont réparties sur une gamme d'échelle allant de 36.5 à 37.5, on note que le centre du bassin est moins salé, notamment les zones côtières.

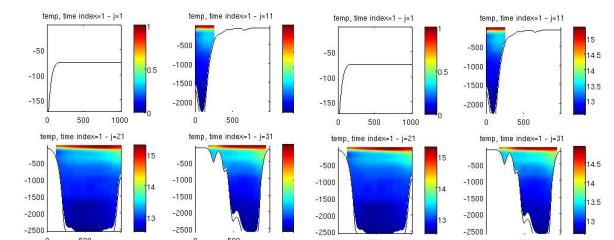
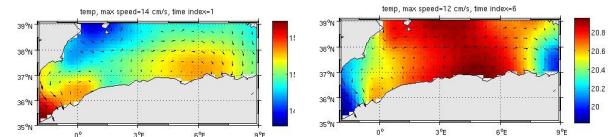


● **Conditions initiales:**

Température:

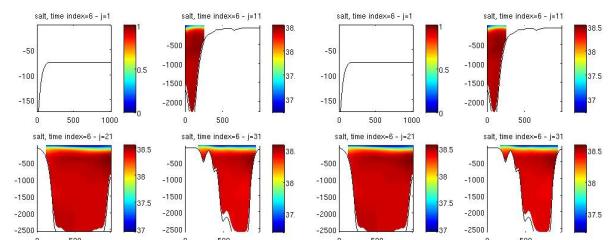
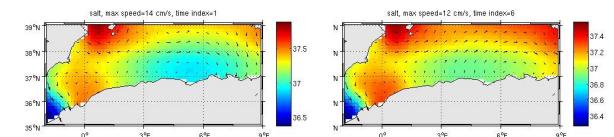
Les températures sont comprises entre 14.5°C et 15.5°C en période hivernale, contrairement à l'été où ces valeurs atteignent 20°C et plus (24°C).

La colonne d'eau est divisée en trois couches, celle de surface d'eau chaude (15°C), de 500m à 2000m les températures sont de l'ordre de 13°C à 13.5°C. Les eaux froides se situent au-delà de 2000m.



Salinité:

La salinité des eaux est de l'ordre de 36.5 à 37.5, sur la verticale les eaux de surface sont moins salées que les eaux profondes



6. Résultats de modélisation et analyse:

- **Diagnostique:**

Suivant le diagnostique des variables, le modèle semble remarquablement stable à partir de la septième année pour l'ensemble des variables, exception faite par la température et le volume moyen (annexe n°1).

Les champs de températures calculés sur la base des conditions initiales présentent des valeurs inférieures à celles fournies par le diagnostique; Cependant, ceux de salinité sont plus considérable par rapport à l'état initial. L'influence de cette différence est négligeable car les conditions aux limites reste identique durant toute la simulation.

La suite travail se base sur les résultats de la 10^{ème} année, considérée comme l'année la plus stable.

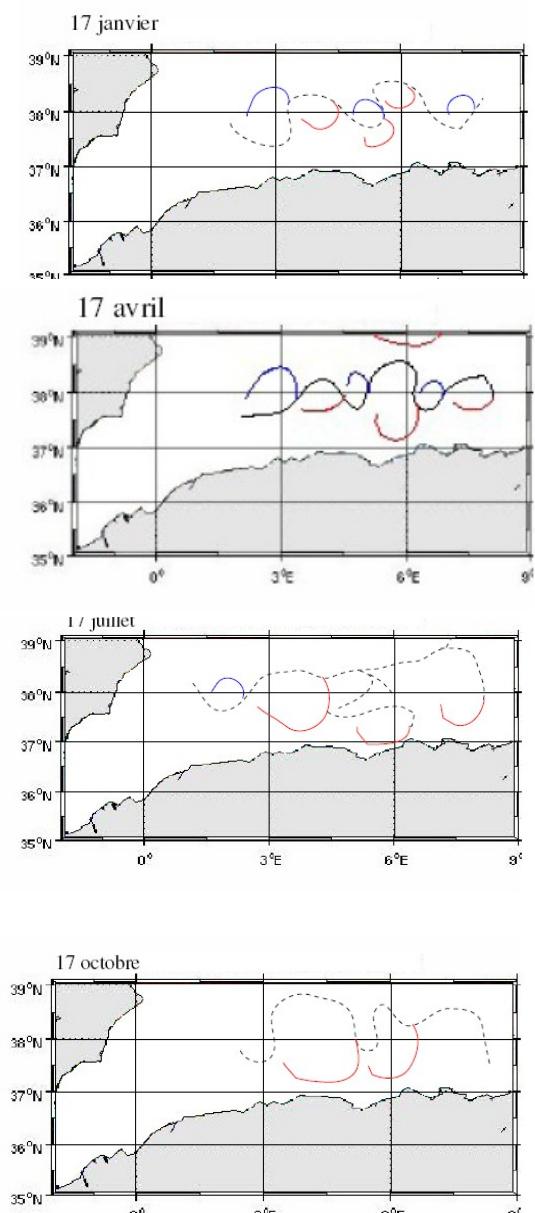
- **Circulation saisonnière:**

L'étude de la circulation dans le domaine considéré est associée aux gradients de vorticité du fluide. La schématisation de l'écoulement dans le bassin Algérien nous a permis de mieux observer son évolution saisonnière.

Comme dans la littérature scientifique, la circulation est du coté Est dans le domaine déterminé, ce sont les eaux d'origine Ouest (MAW) associées à LIW, entraînées par les courants Algériens, suite à leur instabilité barocline près de la côte se forment le long de la trajectoire des circuits cycloniques et anticycloniques en forme elliptique et sphéroïde, en perpétuelle complexation et interaction.

L'évolution de ces circuits est suivie par rapport à un état de référence 'saison hivernale'; les cyclones formés subissent un détournement lorsque la viscosité augmente et au fur et à mesure de leur réduction en taille, voir disparition, les circuits anticycloniques sont développés en parallèle dans le temps, l'espace et le diamètre en se déplaçant dans le bassin Algérien vers l'Est, ainsi les eaux sont entraînées (MAW et LIW).

En phase finale, on identifie deux gyres anticycloniques, étendus au centre du bassin, ce sont les plus énergétiques; Vu leur circuit ils entraînent les eaux vers le coté Sud (côte), au retour vers le Nord par l'Ouest ils entourent la masse d'eau (LIW), car l'analyse des caractéristiques des eaux centrales des anticyclones montrent nettement que les eaux isolées sont plus chaudes [15 à 24°C] que celles qui les entourent, idem pour la salinité [37 à 37,5ups].



Sur l'ensemble du domaine, en hiver et printemps les faibles températures [14.5 à 15°C] caractérisent les eaux loin de la côte et plus vers l'Est avec des salinités maximales de l'ordre de 37.5 ups, contrairement aux eaux centrales côtières qui sont moins salées, cela peut être dû à un apport d'eau douce.

En période estivale et automnale, le centre du bassin est marquées par les eaux chaudes [20 à 24°C] avec des salinités plus au moins > 37 ups.

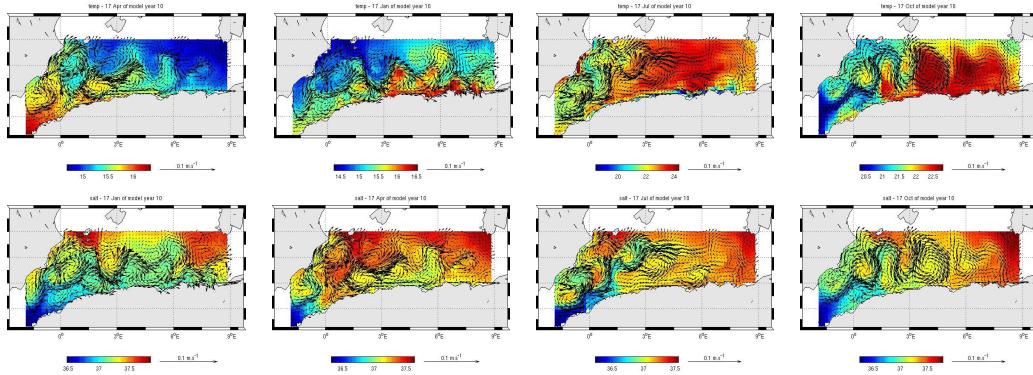


Figure n°3 : Répartition saisonnière de la température et salinité dans le bassin Algérien

Voir figure n°4, les sections verticales de température et salinités sont réalisées sur un transect SW - Est. Le bassin centrale Algérien s'étend sur une section de l'ordre de 300 à 600 km.

La colonne d'eau présente une couche de surface très réduite d'environ 200m, particulièrement plus profonde à l'Est au printemps (jusqu'à 500m), elle est caractérisée par des eaux chaudes allant jusqu'à 16°C tout près de la surface; En été cette couche se rétrécit complètement avec un maximum de l'ordre de 24°C plus au moins approfondie en Automne. Cependant les eaux profondes sont froides < 14°C.

La répartition verticale de la salinité présente une anomalie, où la couche de surface est moins salée, de l'ordre de 37 à 37.5 ups, le maximum de 38.4 ups caractérise une large bande à 500m de profondeur, au delà de laquelle la salinité décroît jusqu'à 38 ups .

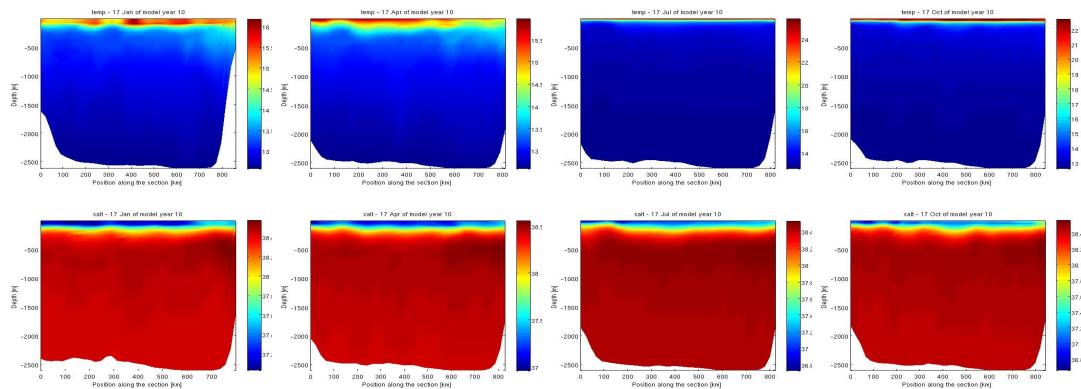


Figure n°2 : Répartition verticale de la température et salinité dans le bassin Algérien.

On constate que les eaux de surface sont séparées des eaux profondes par une eau intermédiaire plus salée et chaude, c'est probablement LIW entraînée par MAW.

7. Vérification de la validation des résultats du modèle ROMS:

La vérification de la validation du modèle est basée sur les résultats (identification de tourbillons, température, salinité et vitesse des courants), réalisés en temps identiques que ceux fournit par l'expérience ELISA à partir des méthodes de mesure *in situ* (mouillage, CTD et XBT) et le satellite Mediprod-5 de NOAA à instrument AVHRR infra rouge image.

- **Température et salinité:**

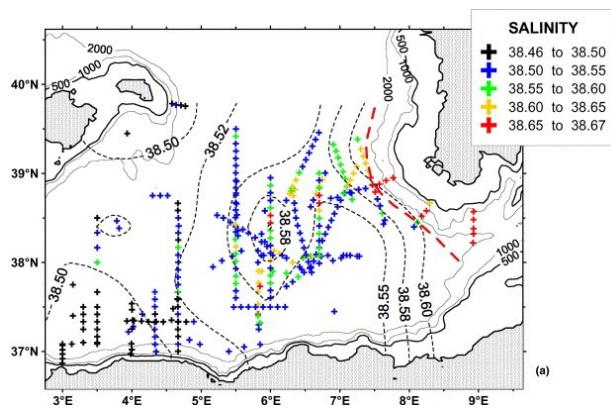
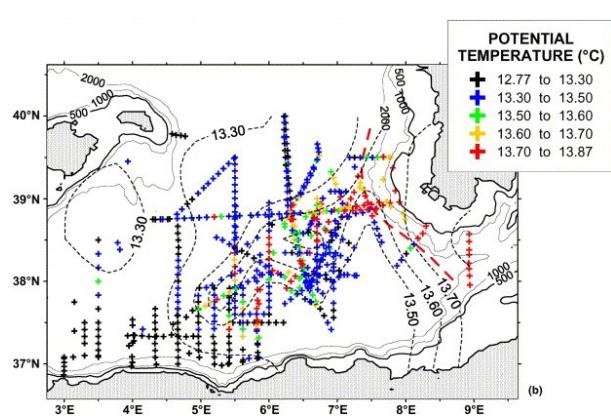


Figure n°3: Distribution de température potentiel et salinité fourni par Médiprod-5 et expérience ELISA.

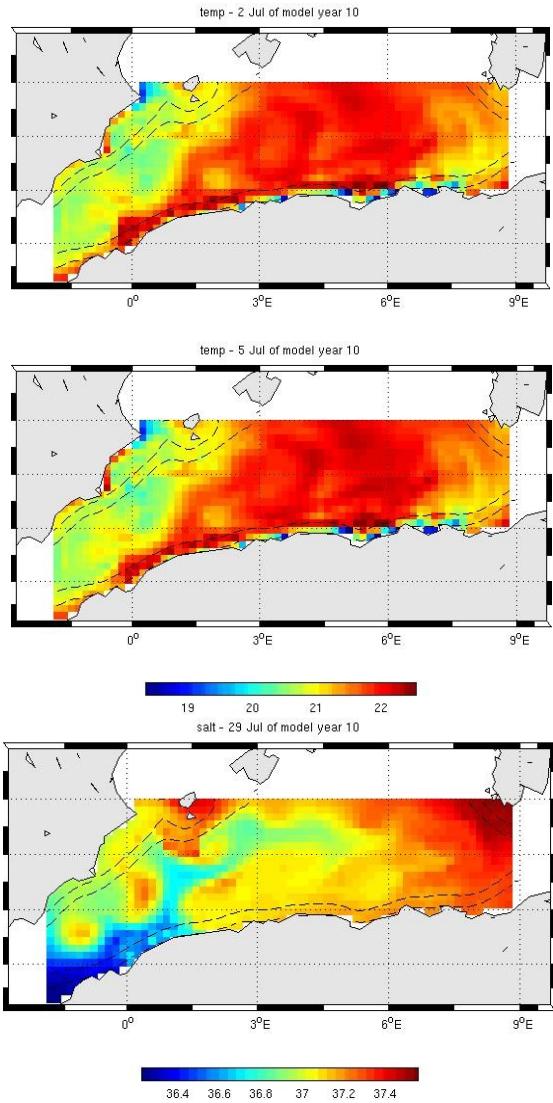


Figure n°4: Distribution de température (2-5 Juillet) et salinité fourni par le modèle ROMS.

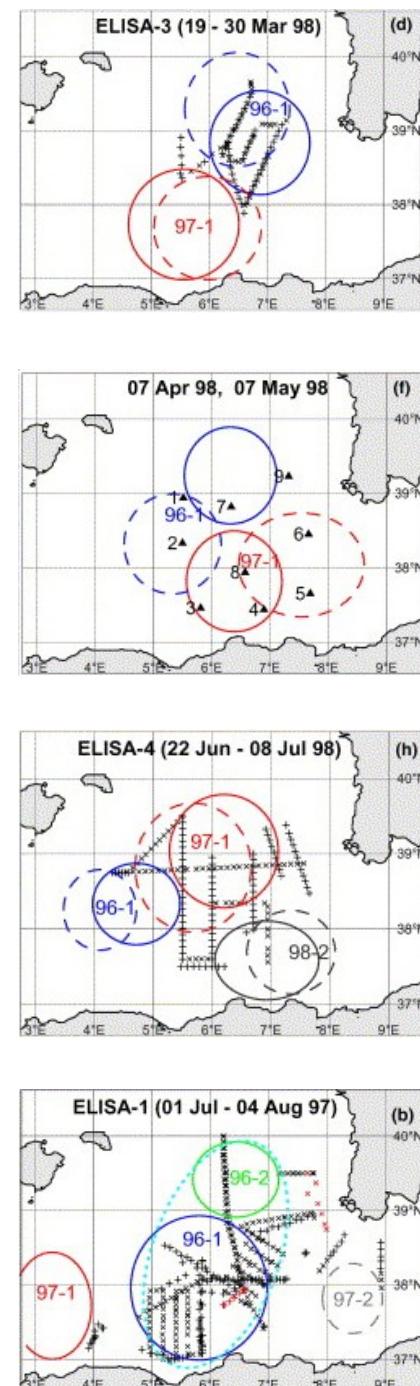
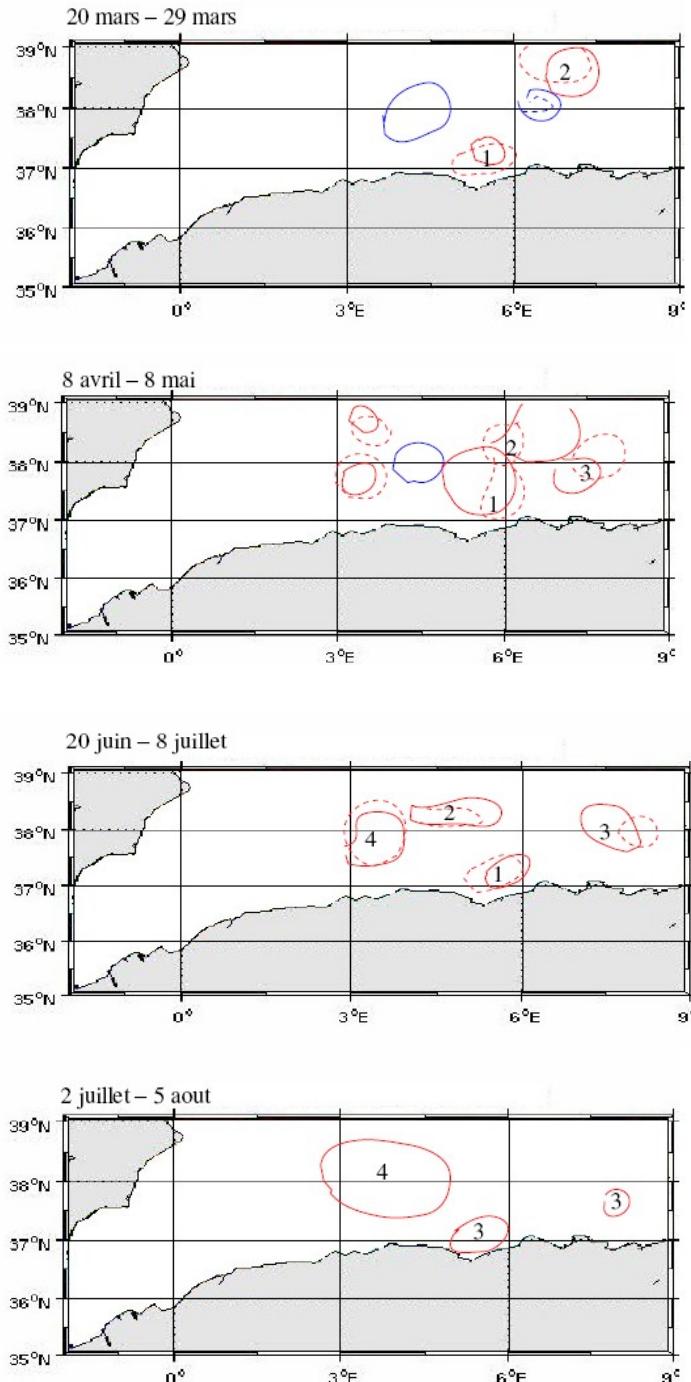
Pour la salinité, les deux figures fournissent la même logique de répartition avec un léger écart entre les valeurs maximale, de l'ordre de 1.8ups, où le centre est moins salée [37.2 ups] que le côté Est du bassin [6°E – 9°E].

Inversement, la température présente des valeurs maximales dont l'écart est de l'ordre de 9.70°C, allant de 13.7 à 22°C où les températures maximales caractérisent les eaux centrales du bassin [22°C]; Cependant, les faibles valeurs caractérisent la partie orientale.

On note que la répartition des résultats de température et salinité fournie par le modèle ne suit pas la même logique que celle fournit par la littérature, où la salinité augmente avec l'augmentation de la température.

Sur la base d'un second papier de comparaison (*Millot et all, 1977*), les températures au centre du bassin sont comprises entre 13.08 et 14.24°C, on en déduit que le modèle a fourni des résultats de température vachement considérable.

- **Identification de tourbillons:**



Comme première appréciation, on identifie bien des structures anticycloniques, en revanche en se referant au schématisation des figures fournies par ELISA, le modèle traduit des mouvements tourbillonnaires positionnaient différemment et difficile à différencier.

La distance de déplacement est pratiquement négligeable, ils sont plus variable en diamètre exception faite par l'anticyclone 2 , qui finit au centre du bassin entre [38° N- 39°N] ; Suivant son déplacement il peut bien correspondre au tourbillon 96-1, que je nomme T_2 .

L'anticyclone 97-1 est identifié près de la côte à [6°E – 37° 30'N] d'un diamètre réduit, il effectue de léger déplacement en forme variable dans le temps (elliptique, circulaire), plus étendu en mois d'Avril. En mois de Mai il reprend son état initial à 6°E où il est en juxtaposé avec le 96-1 vers le Nord, c'est une situation inverse par rapport résultat d'ELISA.

Un troisième tourbillon anticyclonique, formé à partir du mois d'Avril, subit des modifications en taille. En mois d'Août, trois tourbillons sont identifiés le T_3 , le T_1 et un autre à 3°E ; Si on se réfère à la position sur la figure (b), on ne peut considérer que ce dernier correspond au 97-1 pour raison qui l'a commencer à se former qu'à partir du mois d'Avril.

● Caractéristiques des eaux tourbillonnaires:

Les transects en section verticale sont réalisés au niveau des tourbillons identifiés par le modèle en mois de juillet (T_1 et T_2) et en mois de mars (T_3). Vu leur position, le T_1 est comparé avec le 97-1, inversement le T_2 est à comparé avec le 96-1. Dans certains cas l'analyse est difficile vu l'échelle de la bathymétrie considérée par le modèle.

T₂ / 97-1 (Juillet) :

Suivant les même transects, sur le T_2 seuls le 2^{ème} et le 3^{ème} transects sont réalisés étant que le domaine de calcul est limité à 39°N.

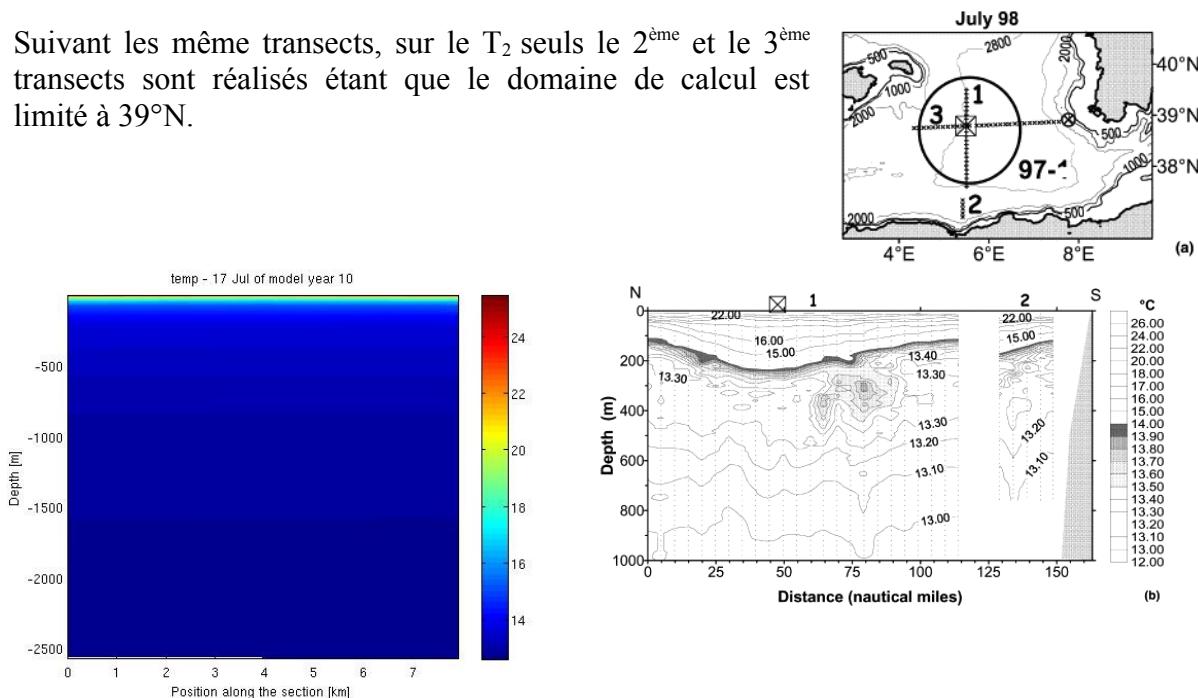


Figure n°7: Répartition verticale de la température sur une section centre – Ouest des tourbillons (transect 2).

On observe que c'est similaire comme répartition, en surface les températures atteignent 24°C, puis 15°C au centre des tourbillons à 200 m. Plus vers l'ouest le 14°C caractérise les eaux situées à 100m, au-delà de 200m les températures sont inférieures à 14°C.

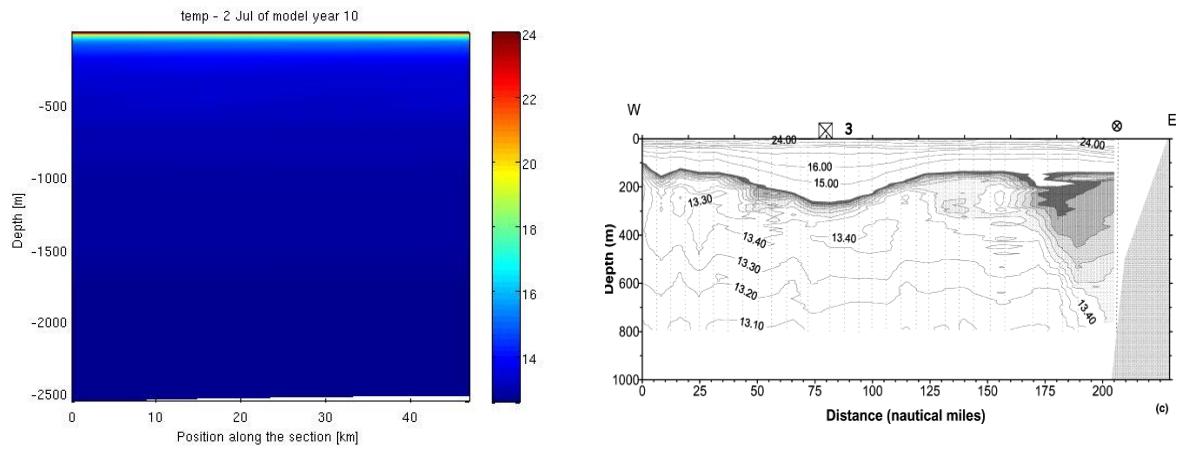


Figure n°8 : Répartition verticale de la température sur une section centre – Sud des tourbillons (transect 3).

L’ensemble de la répartition reflète une concordance entre les résultats :

Profondeur (m)	Température (°c)
Surface	22
50	18
100	15
> 100	< 14

T₁ / 96-1 (Juillet) :

Le transect 1 et 2 sont éliminé car ils se situent au-delà de 39°N, seul un transect 3 est réalisé, vu la taille du tourbillon.

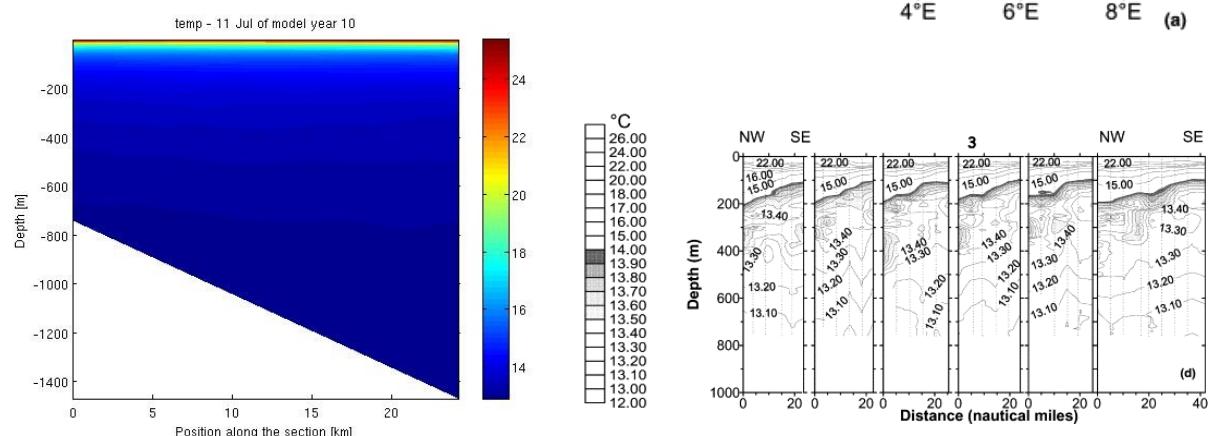


Figure n°9 : Répartition verticale de la température sur une section SE – NW des tourbillons (transect 3).

En surface, un léger écart de l’ordre de 2°C, cela n’est pas retenu sur toute la colonne d’eau car l’ensemble des transect présente une similitude de répartition avec les résultats de comparaison.

T₁ / 96-1 (Juillet) :

Cinq transects Sud – Nord ont été réalisés, et un 6^{ème} NE – SW.

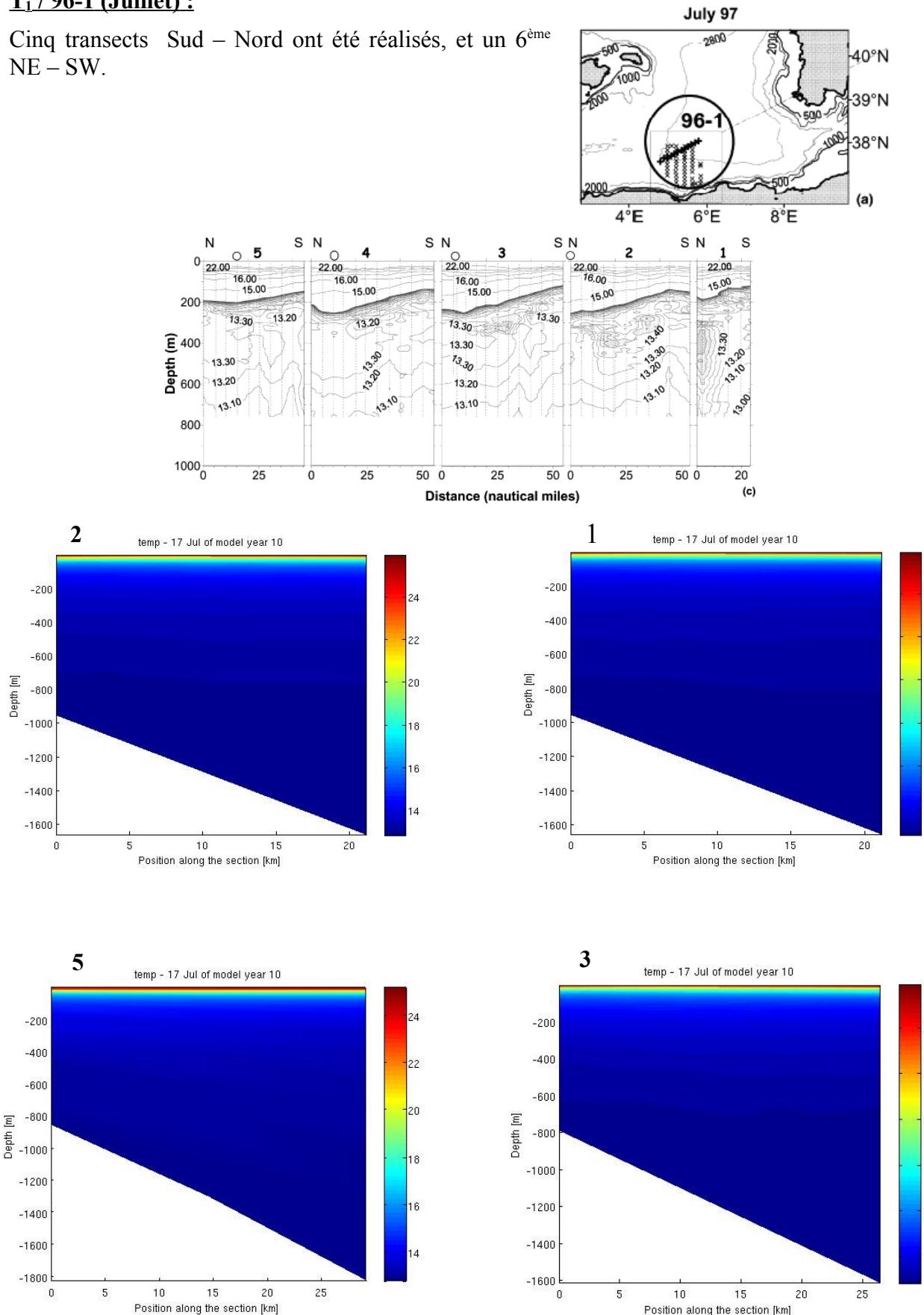


Figure n°10 : Répartition verticale de la température sur des transects Sud – Nord.

- **Transect 1 :** En surface (<50m) les températures décroissent de 24°C à 15°C, à 180m, les eaux sont de l'ordre de 14°C, au-delà de 200m cette valeur décroît et plus vers l'Est.
- **Transect 2, transect 3 et transect 5 :** La valeur de 15°C se situe entre 50m à 90m.

Profondeur (m)	Température (°C)
< 50	16 – 24
50 – 90	15
90 – 200	14
> 200	< 14

- **Transect 6 :** on note un léger écart entre les valeurs de surface de l'ordre de 2°C.

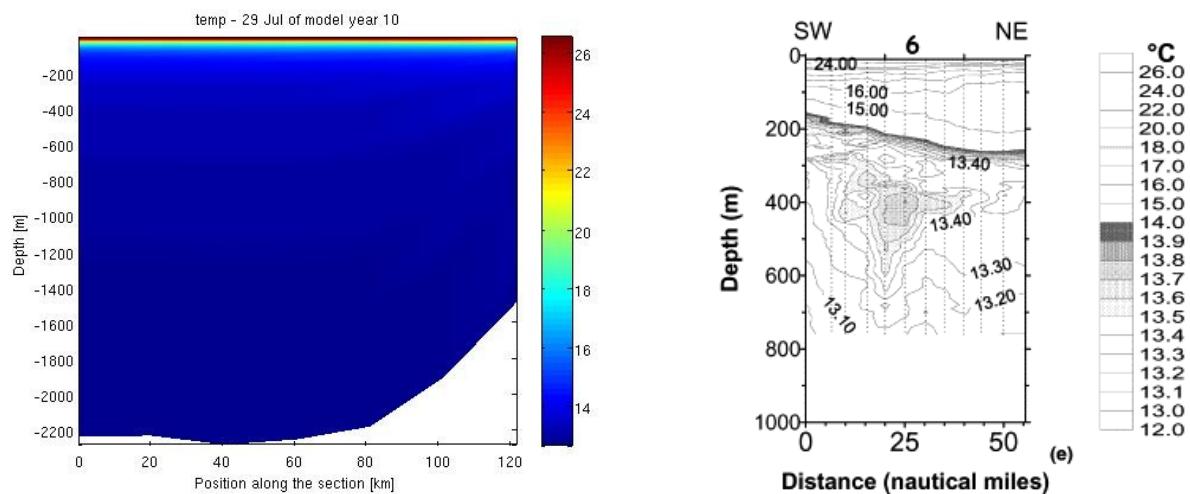


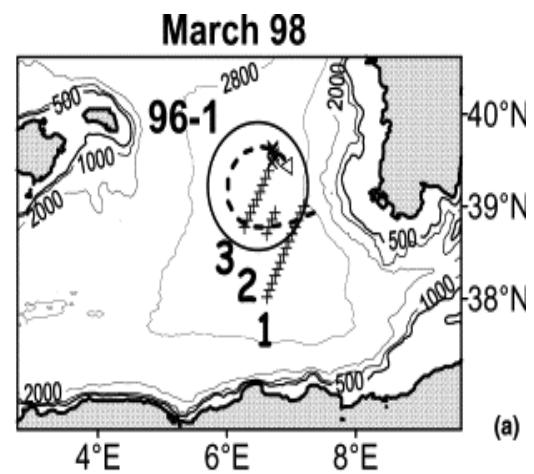
Figure n°11 : Répartition verticale de la température sur une section NE – SW des tourbillons (transect 6).

T₁ / 96-1 (Mars) :

L'ensemble des figures représentées par le modèle reflètent des valeurs de surface de l'ordre de 14.2°C allant jusqu'à 200m, ce qui n'est pas le cas sur les données de la littérature où ces valeurs sont supérieures à 15°C.

Le transect 1 et 2 présente une particularité, c'est un ruban d'eau au milieu de la couche de surface, de températures maximales 15°C et 14.4°C, respectivement.

A distance près, les températures égales à 14°C se situent à 200m de profondeur, où débute la décroissance (<14°C), ce qui est similaire aux résultats de comparaison, à partir de 200m.



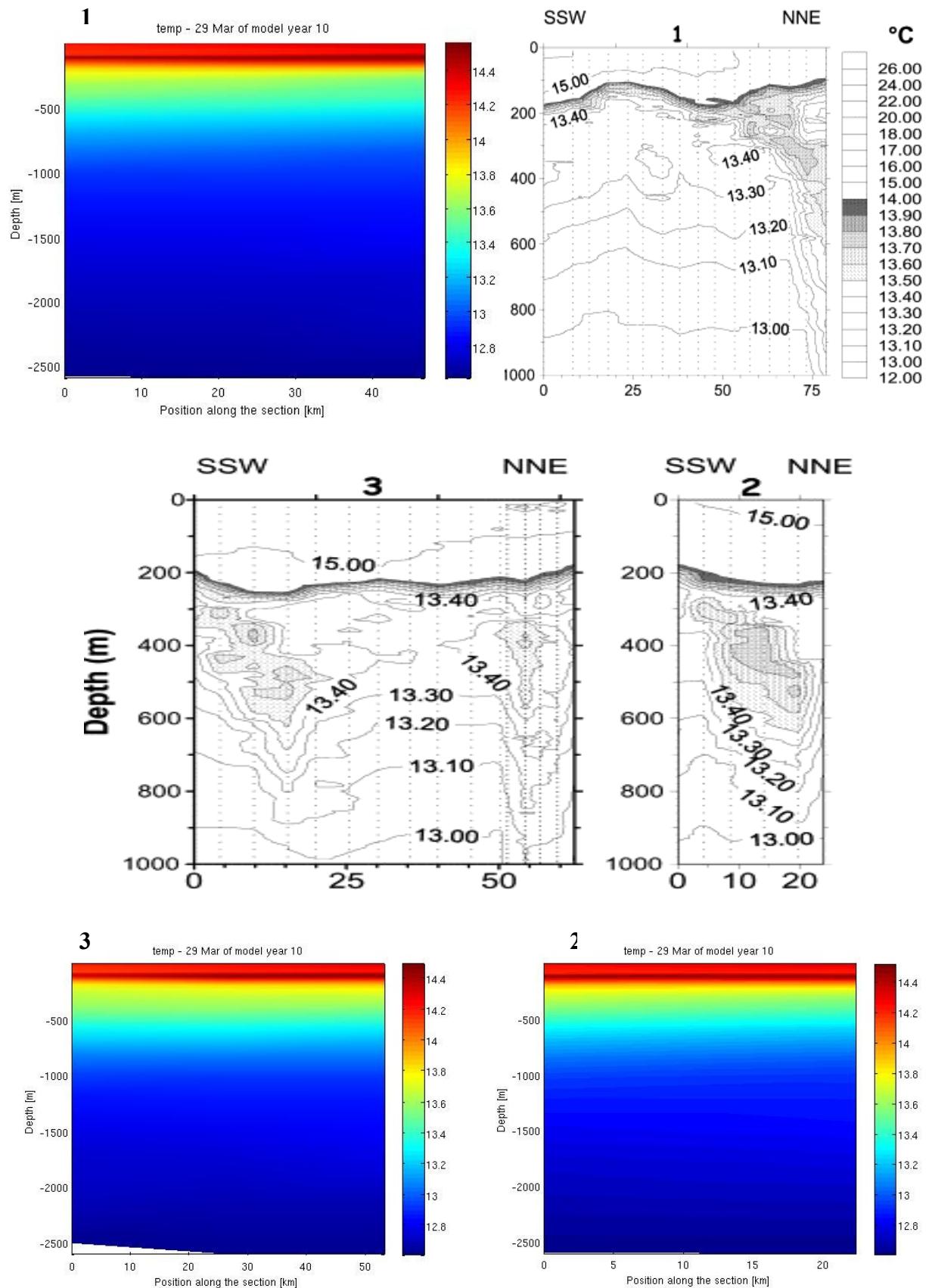


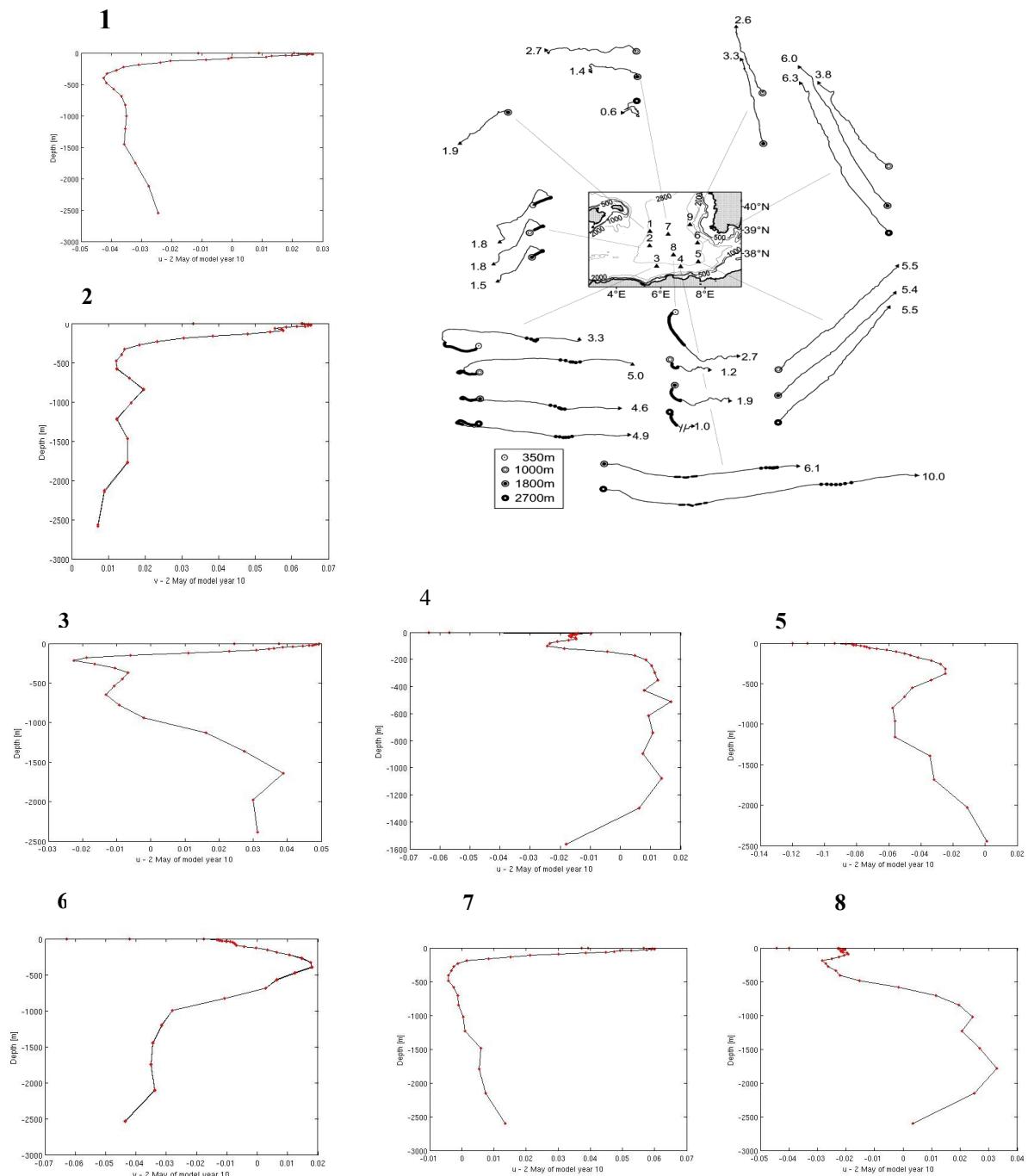
Figure n°11 : Répartition verticale de la température sur une section NNE – SSW des tourbillons.

L'écart de température observé en surface ne justifie pas la critique des résultats du modèle, vu la difficulté à différencier les tourbillons et les comparer à ceux du papier, probablement le tourbillon T_1 utilisé pour la comparaison à ce niveau ne correspond pas à celui identifié sur le papier.

D'une manière générale, la couche de surface atteint 180m de profondeur, caractérisée par de fortes températures [15°C – 24°C], à 200m sont les eaux à 14°C qui s'y installent et au-delà cette valeur décroît jusqu'à atteindre 13°C aux environs de 1000m.

• Profils verticaux des vitesses du courant :

Huit profils réalisés suivant huit mouillages effectués par l'expérience ELISA, voir figure n°5 où sont représentés les tourbillons T_1, T_2 et T_3 .



Comme synthèse, les courants à différents niveaux de profondeur sont similaires en répartition suivant la même zone de réalisation des profils, peuvent être regroupés comme suit :

Profils	1, 2 et 7	3, 4 et 8	5 et 6
Vitesse (m/s)	- 2 à 7	- 2 à 5	- 8 à 2

On note que le modèle a fournit une gamme d'échelle considérable, ce qui n'est pas le cas des vitesses de la littérature ; En revanche, une nette similitude qui reflète dans les deux cas l'instabilité des courants au centre du bassin Algérien.

8. Conclusion :

L'objectif de ce travail résidait dans la réalisation d'une modélisation réaliste de l'hydrodynamique et caractéristique des eaux du bassin central Algérien avec le modèle numérique ROMS, sa validation est à l'aide d'observation acquises sur le terrain l'expérience ELISA et Médiprod-5 de NOAA), il était alors apparu une concordance entre les données numériques et réelle avec moins de précision prés.

L'étude de la circulation montre une grande variabilité dans l'occurrence de cette activité, des tourbillons anticycloniques ont été bien identifiés, certains ne sont pas présents de manière perpétuelle et le changement de leur position est ponctuel, cela a été bien observé par l'instabilité des courants.

La répartition des champs de courants et de la salinité est sur une gamme d'échelle similaire aux données réelles, ce qui montre nettement la caractéristique d'eau chaude au centre des tourbillons. Idem, cela nous a permis de voir sur la verticale la masse d'eau LIW entraînée par les eaux de surface en l'isolant au centre des circuits anticycloniques avec ses caractéristiques ($T = 13.8^\circ$ et $S > 38.6$).

Par rapport au modèle lui-même, il nous a permis de bien observé la logique d'évolution des tourbillons identifié à un état initial, aussi la répartition des champs de températures est en relation directe avec cette circulation, exception faite par les résultats de la salinité dont la répartition apparaît indépendante de celle de la température notamment à la côte, probablement cela est dû à un apport d'eau douce continental.

Ces résultats constituent une première appréciation de l'efficacité du modèle, cependant la difficulté de différencier est de positionner les tourbillons anticycloniques identifiés en temps réel reste un point critique qui porte atteinte à la validation complète du modèle.

Pour finir, un modèle numérique n'est qu'un outil de travail qui nous rapproche de la réalité et nous fournit une vision future, mais cela reste dans les perspectives des calculs dont l'ultime réalité est absente.

Bibliographie :

Conan., 1996. Variabilité et bilan de la production primaire en zone côtière (Méditerranée Nord occidentale ; entrée du Golf de Lion) en relation avec les systèmes biologiques, chimiques et hydrodynamiques (courant Nord Méditerranéen). Tome I, 4p, 1996.

Dufau-Julliand., 2004. Modélisation tridimensionnelle réaliste de l'hydrodynamique du Golf du Lion, Méditerranée Nord- occidentale, appliquée à l'expérience MOOGLIS : Etude des eaux denses générées sur le plateau continental et de l'activité méso échelle du courant Nord . Thèse de doctorat ; Université de la Méditerranée, 10p, 2004.

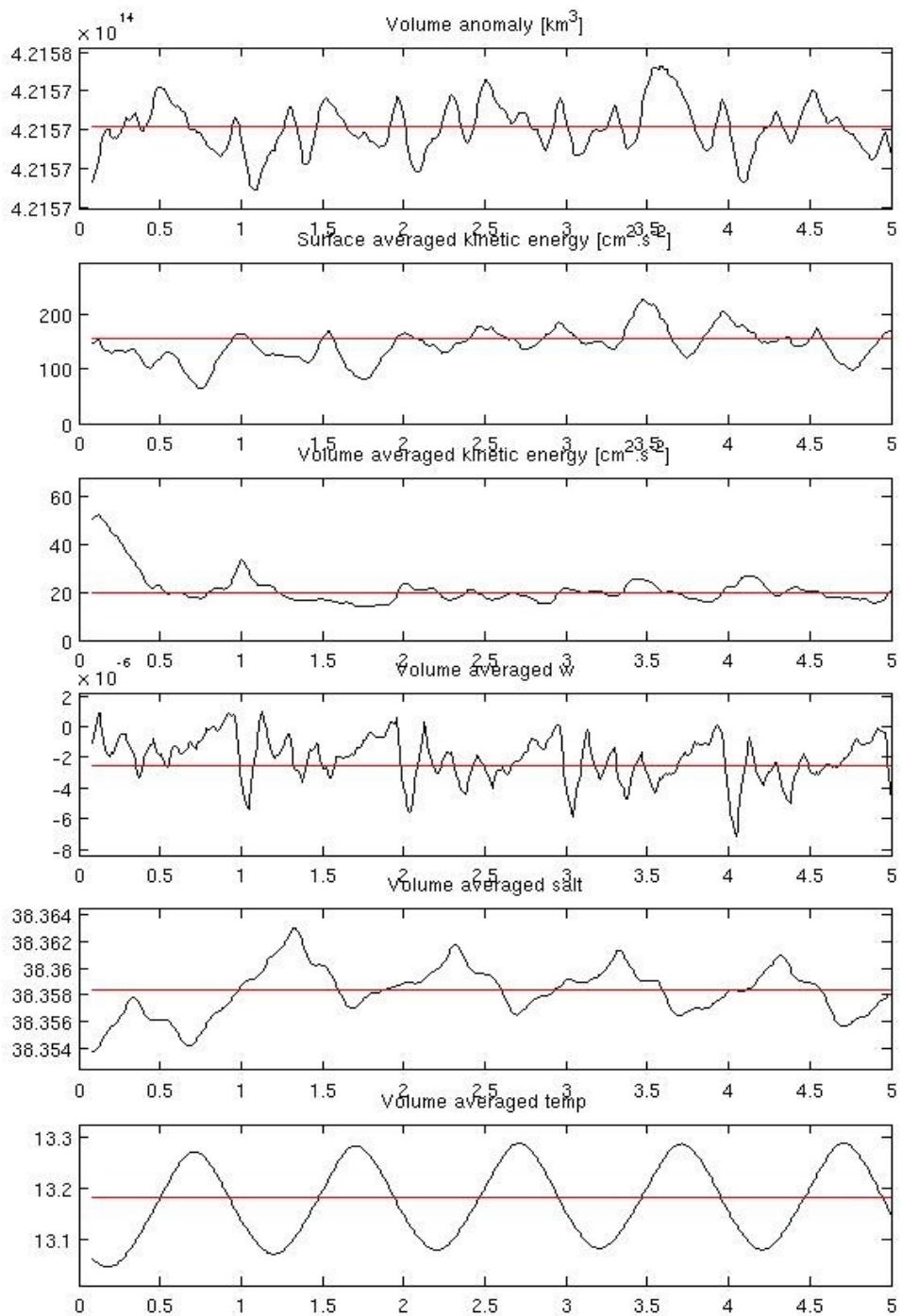
Millot et all, 1977. Circulation of Algeria infrared from the Médiprod-5 current meters. PII: S0967- 0637(97)00016-2.

Marcer.,1991. Modélisation numérique des écoulements en milieu côtier Méditerranéen, étude de l'interaction des processus physiques et biologiques. These de doctorat; Université de la Méditerranéen, 1p, 1991.

Millet., 2005. Additionnal evidence of LIW entrainment across the Algerian subbasin by mesoscale eddies and not by a permanent westward flow. Progress in Oceanography 66 (2005) 231- 250.

<http://www.ifremer.fr/delao/francais/hydrodynamique/mediterranee/details/baseco/index.htm>

Annexe 1:



Bathymétrie au centre du bassin Algérien:

