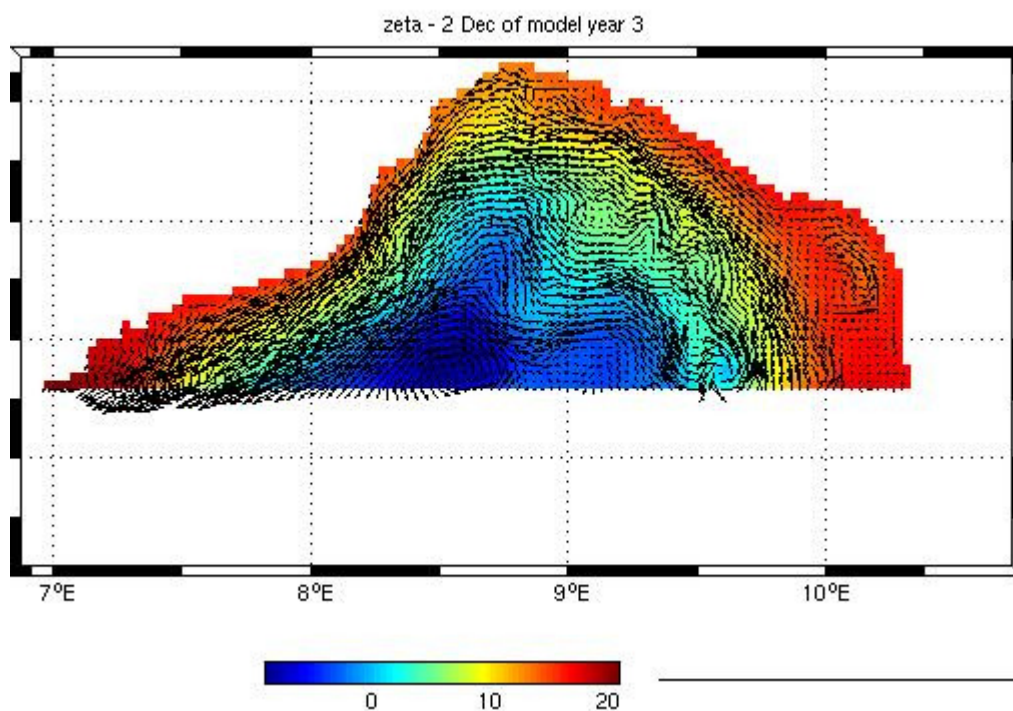


Introduction à ROMS:

Étude de la mer Ligure



Par Rose Campbell
Login : c504699

Travail présenté à l'Université de la Méditerranée
Centre d'Océanologie de Marseille, lundi 7 mai, 2007
Dans le cadre du cours d'Analyse et Modélisation
(UE 8) donné par M. Doglioli

Table des matières

GENERALITES.....	3
ROMS	3
ROMSTOOLS	3
LA MER LIGURE	3
UTILISATION DE ROMS	3
PRE-PROCESSING ET COMPILATION.....	4
EXECUTION	4
POST-PROCESSING.....	5
<i>Diagnostics</i>	5
<i>Roms GUI</i>	5
DISCUSSION	6
SERIES TEMPORELLES	6
<i>Température</i>	6
<i>Vitesse longshore</i>	7
MESURES MOYENNES	7
<i>Salinité</i>	8
<i>Température</i>	8
<i>Vitesse</i>	9
CONCLUSION	11
REFERENCES.....	11

Généralités

ROMS

ROMS (Regional Ocean Modeling System) est un outil puissant pour l'océanographe/modélisateur. Il permet de modéliser des phénomènes bien plus complexes que ceux qui seront présentés ici, tels que la glace polaire et la turbulence. Il est un modèle à surface libre, avec des coordonnées de type s qui suivent le profil du fond. Sur le plan horizontal, ROMS permet de suivre de manière orthogonale le trait de côte et d'utiliser des coordonnées sphériques ou cartésiennes. ROMS discrétise les équations primitives en utilisant une maille de calcul de type Arakawa-C. De plus, les équations sont résolues de manière semi-implicite, avec un pas de temps lent pour les calculs en mode baroclinique et un pas de temps rapide pour les calculs en mode barotrope. ROMS gère également des frontières ouvertes.

ROMSTOOLS

Afin d'utiliser plus facilement ROMS et interpréter nos résultats, on a téléchargé des outils de pré- et post-processing, ROMSTOOLS. On avait également à notre disposition des outils fournis par notre professeur, Andrea Doglioli. ROMSTOOLS a mis à notre disposition d'importantes archives de données de vent, température, marées, etc. Les ROMSTOOLS sont des scripts Matlab qui aident le modélisateur à préparer et à interpréter le modèle.

La mer Ligure

La mer Ligure est située dans le nord de la mer Méditerranée. Elle touche le nord de l'Italie et la partie sud-est de la France. La plus grande ville à proximité est Gènes. Cette mer comprend un courant « Liguro-Provençal » qui longe la côte de cette mer en allant vers la France.

Utilisation de ROMS

On a téléchargé tous les fichiers de ROMS et de ROMSTOOLS après avoir été inscrit sur la liste officielle d'utilisateurs de ROMS gérée par Rutgers University. Cette liste leur permet de gérer les utilisateurs de ROMS et de leur tenir au courant des diverses mises à jour. Il fallait également décompresser tous les fichiers en utilisant le petit script `untarall.csh`. Tout ceci étant fait, on était prêt à utiliser ROMS.

Pré-processing et Compilation

Pour utiliser ROMS, l'utilisateur doit fixer plusieurs paramètres. ROMSTOOLS fourni un cas test d'un modèle du Benguela pour pouvoir facilement créer quelques graphiques. ROMSTOOLS nous demande de choisir la position des mailles de la grille ainsi que leur taille. ROMSTOOLS fourni la topographie du fond, les conditions initiales, les conditions de frontière et les forçages de surface.

On a modifié le fichier start pour inclure tout les chemins nécessaires pour ROMS. Chaque fois que start est lancé, les chemins nécessaires sont reconnus par Matlab. Pour lancer ce processus par défaut à chaque démarrage de Matlab, il suffit de renommer ce fichier startup et de lancer Matlab à partir du fichier Run où se trouve notre répertoire de travail. Après avoir testé la compilation du modèle, on a commencé à réellement utiliser les outils de preprocessing.

D'abord il faut fixer des paramètres de base dans le fichier romstools_param.m. Avec l'aide du script ad_findgeocoords.m, on a mis les coordonnées de latitude et longitude, la résolution et les frontières ouvertes. Les quatre scripts Matlab suivants doivent être lancés en Matlab avant de commencer : make_grid, make_forcing, make_clim, make_tides. Dans le fichier param.h on met le nombre de mailles sur la longueur et la largeur. Dans le fichier cppdefs.h on définit le nom du modèle et on redéfinit les frontières ouvertes. Tout ce travail de pré-processing étant fait, on peut compiler le modèle.

Paramètres utilisés:

<i>Latitude</i>	<i>Longitude</i>	<i>Résolution</i>	<i>Frontières Ouvertes</i>	<i>Mailles</i>
43,5 à 44,5	6,8 à 10,8	1/20	Sud	69 X 38

On compile le modèle avec ./jobcomp.

Exécution

Après avoir compilé le modèle, il faut fixer le nombre de pas barocliniques dans roms.in. Il faut également préciser le rapport de pas barotropiques par nombre de pas baroclinique. Aussi, on précise le nombre de pas de temps à effectuer (ce qui fixe la durée de la simulation). Ces calculs sont facilités par le script ad_cfl.m.

Le modèle est ainsi prêt à être exécuté. On obtient alors un mois de simulation afin de visualiser le modèle et vérifier qu'il n'y a pas de problèmes évidents. Ce qui nous intéresse vraiment, c'est de faire une simulation à long terme pour pouvoir décrire les variations saisonnières.

Pour modéliser sur plusieurs années, il suffit d'enchaîner plusieurs simulations plus courtes. Pour cela, on a modifié le fichier roms_inter.in pour faire des simulations d'un

mois qui s'enregistraient et dont le dernier jour du mois était l'état initial pour le mois suivant.

Post-processing

Diagnostics

Après avoir exécuté le programme, on a fait une série de tests avec le program roms_diags.m. En regardant les graphiques créés, on peut déterminer à partir d'où notre modèle est fiable. Dans ce cas, on peut dire que le bruit s'arrête après 6 mois de simulation en observant l'énergie cinétique (Fig 1). En comparant les résultats de notre modèle à des valeurs trouvées en mer, on ne pourra qu'utiliser les valeurs trouvées au delà des premiers 6 mois.

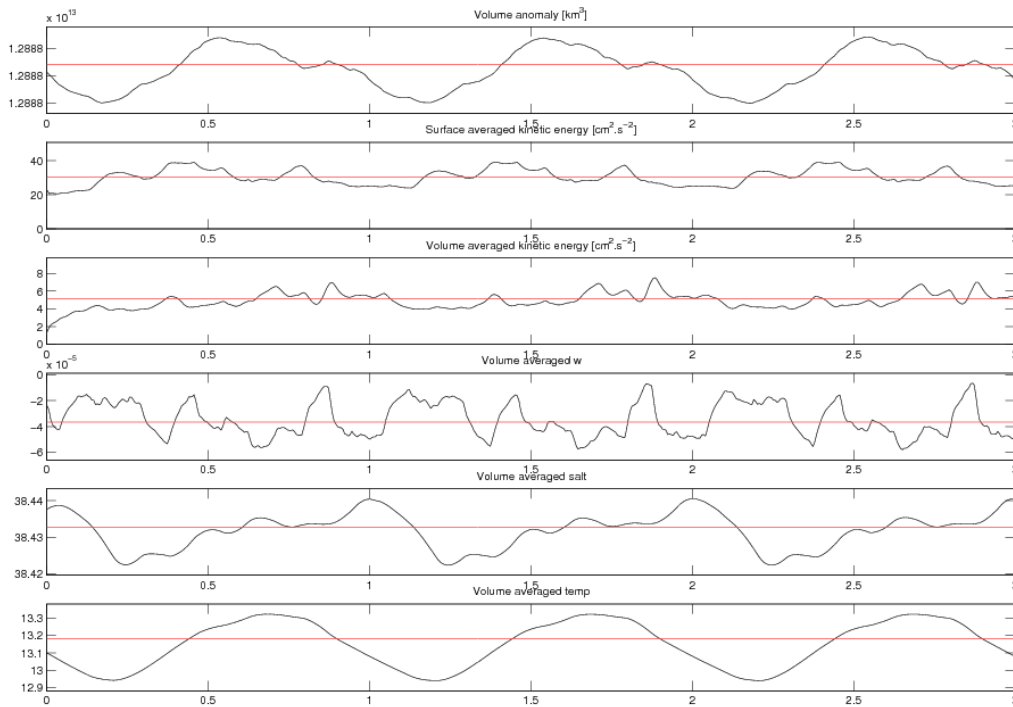


Figure 1: ROMSTOOLS diagnostics output

Roms GUI

Ce Graphical User Interface permet de prendre tout les données d'un fichier *.nc (sortie du modèle) et créer diverses graphiques comme des séries temporelles, des profils verticaux et des sections verticales. On peut faire des graphiques des paramètres directement calculés par le modèle comme la salinité et la température et des paramètres dérivés comme la norme de la vitesse.

On regarde également l'allure du courant (Couverture). On s'attend à voir le courant Liguro-Provençal qui suit le trait de côte en direction ouest. Il est bien présent, et on observe également qu'il entre dans la zone du modèle et qu'il sort sans problème. Les frontières ouvertes n'ont pas perturbées les résultats.

Discussion

Séries temporelles

On compare les résultats du modèle avec des données trouvées lors d'une campagne fait en 1978-79 par Astraldi et Manzella. Leur campagne s'intéressait à prendre des mesures de courant, salinité et température. Ils ont installé un mouillage fixe au large de Sestri Levante avec des courantomètres installés à 16, 50 et 90 m. Ils ont créé des séries temporelles de dix mois pour la température et la composante longshore de la vitesse à 16, 50 et 95m. Ils ont également fait des mesures avec un CTD dans le mois d'avril sur une zone plus large. Puisque roms_gui nous permet de travailler avec un seul fichier de données (dans notre cas ceci est 1 mois de simulation), on ne peut pas créer une série temporelle d'un an. Pour comparer, on a pris des valeurs pour ces paramètres dans en hiver et en été.

Température

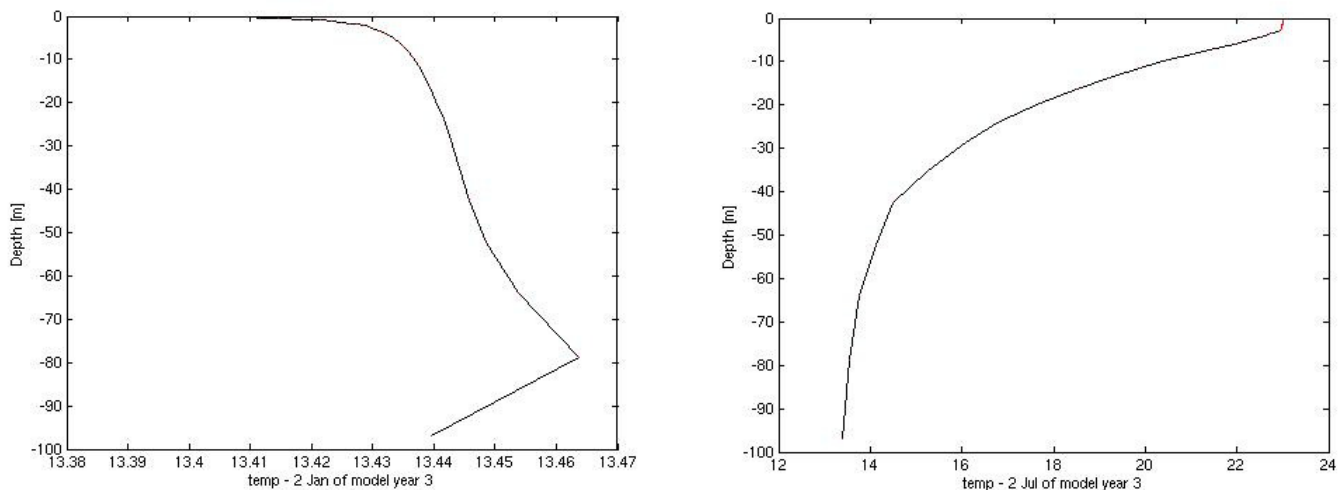


Figure 2: Température hivernale et estivale

On trouve des valeurs de 13,44°C, 13,45°C et 13,45°C pour les profondeurs 16,50 et 90, respectivement pour le mois de janvier (Fig 2). Ceci est comparable au résultats de 13 °C, 15 °C et 15,5°C trouvé par Astraldi et Manzella. On trouve des valeurs de 19°C, 14°C et 13,5°C pour les profondeurs 16,50 et 90, respectivement pour le mois de juillet. Ceci est comparable au résultats de 18 °C, 14 °C et 14°C trouvé par Astraldi et Manzella. On

conclu que notre modèle représente bien les variations saisonnières de températures dans le golf de Ligurie.

Vitesse longshore

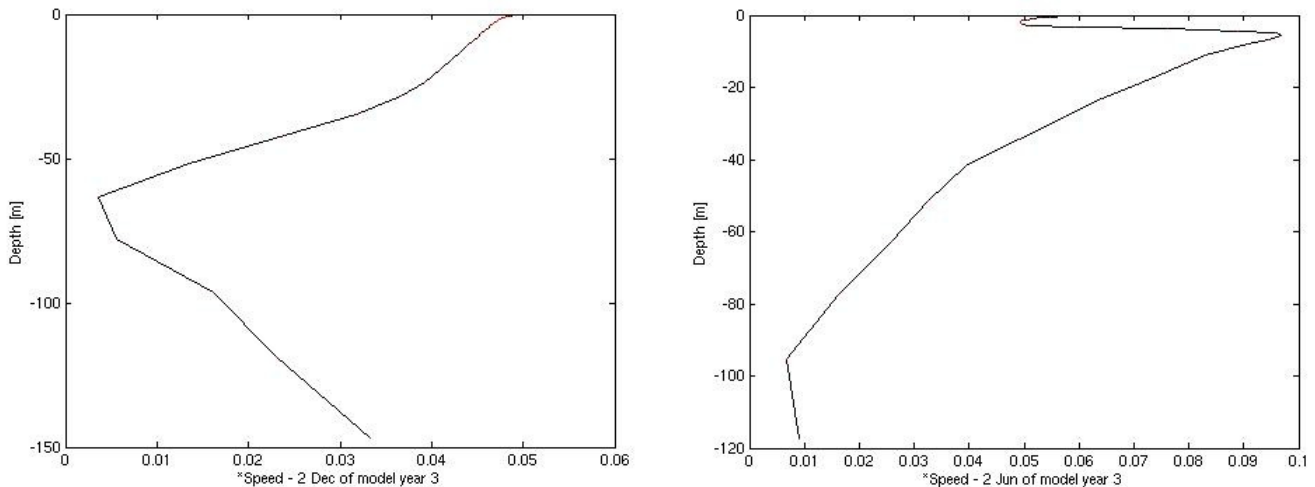


Figure 3: Norme de la vitesse hivernale et estivale

Puisque le courant Liguro-Provençal est orienté le long de la côte, on utilise le paramètre Speed comme analogie du courant longshore (Fig 3). On trouve des valeurs de 4,5 2,5 et 1,3 cm/s pour les profondeurs 16,50 et 90, respectivement pour le mois de décembre. Ceci est comparable aux résultats de 25 cm/s, 25 cm/s et 25 cm/s trouvé par Astraldi et Manzella. On trouve des valeurs de 8,5 3,5 et 1cm/s pour les profondeurs 16,50 et 90, respectivement pour le mois de juin. Ceci est comparable aux résultats de 12 cm/s, 0 cm/s et 0 cm/s trouvé par Astraldi et Manzella. On conclut que notre modèle représente bien les variations de la stratification saisonnières de courant longshore dans le golf de Ligurie. On constate également que dans le modèle, la veine du courant Liguro-Provençal n'est pas tout à fait située au même endroit que les mesures prises en 1979. En comparant les mesures avec la veine la plus intense du courant, nos résultats deviennent d'autant plus acceptables au niveau de l'intensité du courant.

Mesures moyennées

En avril 1979, la campagne d'Astraldi et Manzella a pris des mesures de CTD dans une partie du golf de Ligurie. Ils ont créé des cartes de salinité et température moyenne entre 10 et 20m et 40 et 60m. On comparera ceux-ci avec des cartes de salinité et température produites par notre modèle à 15 et 50m. Ils ont également créé des mesures de vitesses moyennées sur la période entière de la campagne. Puisque roms_gui nous permet de

travailler avec un seul fichier *.nc, on n'a pas pris des moyennes saisonnières mais des points au milieu de chaque saison pour pouvoir comparer. Ceci n'est pas l'idéal, il faudrait écrire un script Matlab pour pouvoir faire des calculs de moyennes sur plusieurs mois.

Salinité

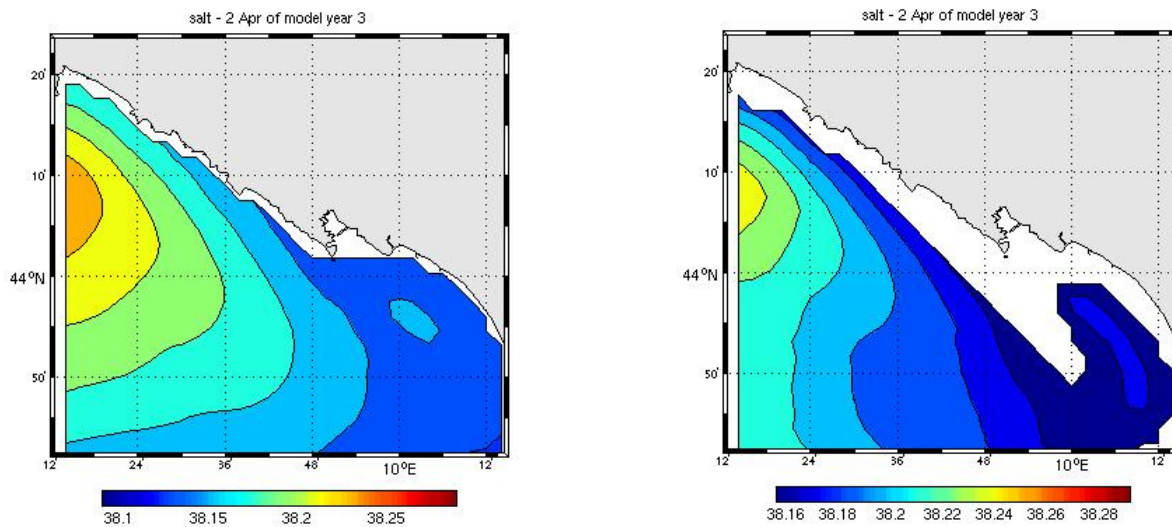


Figure 4: Salinité en Avril à 15m et 50m

A gauche (Fig 4), sur la carte du modèle à 15m, on voit un maximum de salinité de 38,2 sur le bord ouest de la carte. Ceci est en opposition avec les mesures prises dans ce secteur, qui présentent un minimum de 36,4. La raison pour ce minimum est l'intrusion d'eau douce dans cet endroit. Puisque notre modèle ne prend pas en compte ceci, on ne peut pas bien représenter la salinité. Cet écart est moins présent en profondeur, où la salinité du modèle présente peu de variation, entre 38,16 et 38,24. Ceci est très cohérent avec les mesures fait qui trouvent des salinités entre 37,6 et 38,1, bien que le minimum soit toujours déplacé à l'ouest à cause des eaux douces.

Température

Les mêmes cartes sont présentées pour la température.

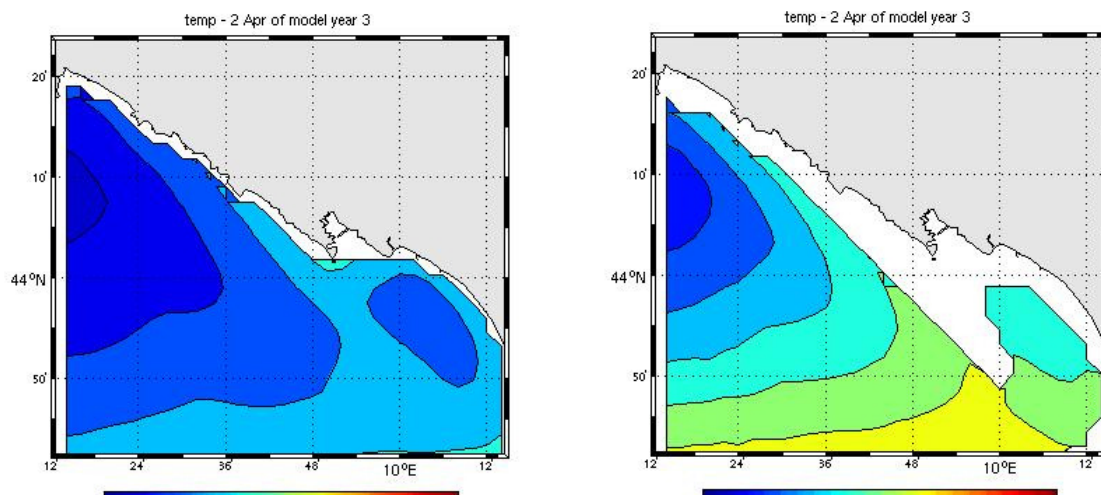


Figure 5: Température en Avril à 15m et 50m

A gauche (Fig 5), dans la carte du modèle à 15m, on trouve une zone froide au sud est de La Spezia qui est également présente dans les cartes des mesures d'Astraldi et Manzella. Ils suggèrent la présence d'un upwelling, ceci est moins évident dans nos graphiques. A droite, sur la carte du modèle à 50m, on trouve une zone maximale au large et un gradient négatif vers l'ouest. Ce même gradient est présent sur les cartes d'Astraldi et Manzella. Nos cartes présentent des températures qui varient très peu entre 13 et 13,15°C tandis que les mesures ont été de l'ordre de 13,1 jusqu'à 14°C. Le modèle représente bien les structures générales de température, mais pas l'ordre de grandeur des variations.

Pour compléter ses informations sur la température et investiguer la possibilité d'un upwelling, la campagne a créé des transects de mesures en partant de La Spezia et P ta Mesco. Des cartes des mêmes transects du modèle sont présentées (Fig 6) : on a utilisé la fonction vertical section de roms_gui.

Les cartes proposées par Astraldi et Manzella montrent une inclinaison de la thermocline vers la côte, de façon d'avoir des eaux plus froides en surface au niveau de la côte. Cette structure n'est pas mise en évidence par notre modèle. On remarque quand même que les températures trouvées par le modèle sont de même valeur que ceux qui ont été mesuré en Avril 1979.

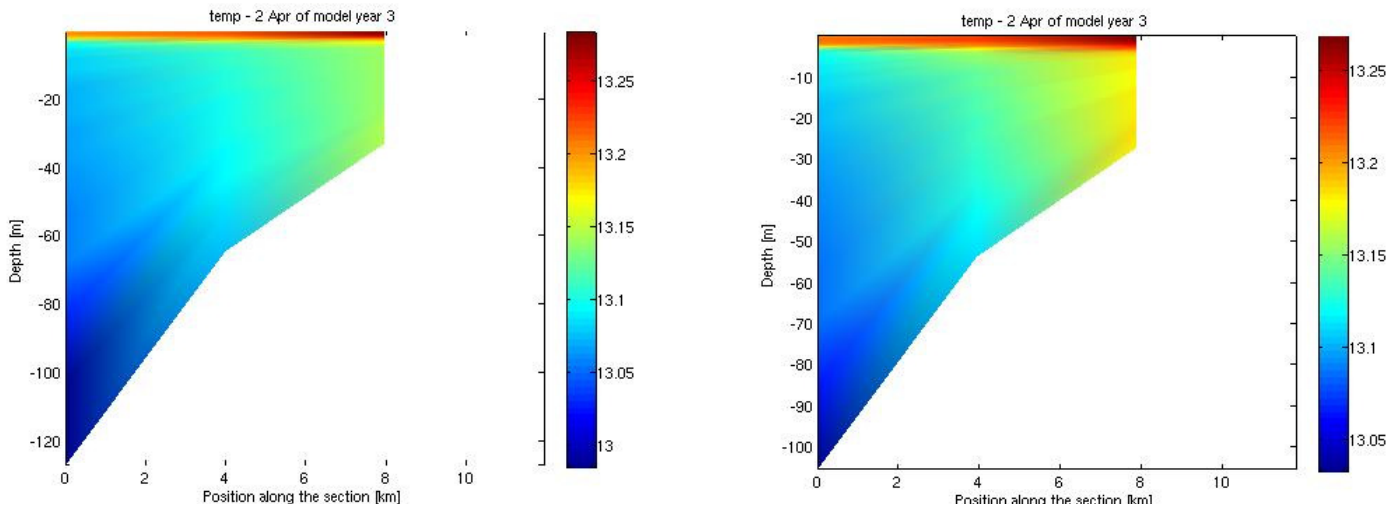


Figure 6: Transects A et B de la température en Avril

Vitesse

Afin de comparer de façon générale nos résultats de vitesses avec ceux des mesures de Manzella et Astraldi, il fallait faire un changement d'axes. Ils ont supposé des axes tournés à 57° pour pouvoir orienter l'axe des y selon les isobathes. Ainsi, le courant Liguro-Provençal est orienté selon un axe. Les calculs suivent :

Soient u' et v' les composantes de vitesse dans le nouveau repère :

$$u' = u \cdot \cos(57) + v \cdot \sin(57)$$

$$v' = -u \cdot \sin(57) + v \cdot \cos(57)$$

En tout cas, la norme de la vitesse est conservée.

<i>Période</i>	<i>Profondeur</i>	<i>V modèle</i>	<i>V modèle axe 57°</i>	<i>V mesuré</i>	<i>U modèle</i>	<i>U modèle axe 57°</i>	<i>U mesuré</i>
Hiver (decembre)	16	0	0.8	37.8	-1.7	-1.5	1.8
	50	-1	-0.3	26.7	0.5	0.4	-1.6
	95	-2,7	-4.0	18.9	3.5	2	-2.0
Printemps (avril)	16	5	8	6.7	-8.1	-5.1	2.4
	50	5	7.6	6.8	-7	-4.1	0.6
	95	3.5	5.5	4.7	-5.5	-3.4	-0.9
Eté (juillet)	16	2	2.2	15.8	-1	0	0.9
	50	0.5	-0.6	10.3	2.5	2.5	-1.0
	95	-0.5	-2.4	2.4	4.4	3.7	0.1
Automne (octobre)	16	3.5	5.4	21.0	-5.2	-3.2	0.6
	50	1.75	2.4	15.6	-2	-1	-0.4
	95	1.2	1.1	10.5	0	0.5	-1.2

Figure 7: Vitesse du modèle, vitesse transformé selon axes d'Astraldi et Manzella, vitesse d'Astraldi et Manzella

De manière globale, nos vitesses sont plus faibles que ceux qui ont été mesurées. On peut quand même investiguer la capacité du modèle à bien représenté la stratification verticale et les variations saisonnières du courant. On discutera des courants selon le nouvel axe y et des mesures. Pour le printemps, on voit très bien la légère stratification du courant dans le modèle comme avec les mesures. Pour l'automne du modèle, il y un facteur de 5 entre les vitesses à la profondeur 16m et à la profondeur 95 m tandis que la réalité ne présente qu'un facteur de 2.

Conclusion

On a étudié la modélisation en utilisant un modèle très utilisé, ROMS. On a fait une simulation de trois ans et on a comparé la troisième année de celle-ci avec des mesures fait par Astraldi et Manzella en 1978-9. On a trouvé que notre modèle représentait bien la direction du courant Ligure mais moins bien son intensité et ses variations saisonnières. Pour la température, on trouve des ordres de grandeurs qui correspondent bien aux mesures, mais on ne voit pas l'inclinaison de la thermocline vers la côte. Il faudrait faire des analyses plus fines pour étudier la possibilité d'un upwelling à cet endroit. On trouve également des résultats acceptables pour la salinité, mais il faudrait inclure les rejets d'eaux douces dans le modèle afin de mieux représenter la réalité. Notre modèle très acceptable, il représente bien la situation réelle de la mer Ligure.

Références

Astraldi, M., and G. Manzella, Some observations on current measurements on the East Ligurian shelf, Mediterranean Sea, Cont. Shelf Res., 2, 183–193, 1983.

Penven, Pierrick, Introduction to ROMSTOOLS, september 2006.