

PROPRIETES DISPERSIVES DU BASSIN ALGERIEN

H.Nefzi*, D. Elhmaidi-Oueslati et T. Lili

Faculté des sciences de Tunis Campus Universitaire 2092 ELMANAR, TUNISIE

*Nefzi_halima@yahoo.fr

RESUME

Dans ce travail, nous présentons les résultats de simulations numériques de la circulation générale dans la méditerranée occidentale à l'aide du modèle ROMS (Regional Oceanic Modeling System). Les propriétés dispersives de particules isobares placées en surface ou en profondeur dans le bassin algérien sont également étudiées.

1. INTRODUCTION

Le processus de mélange dans les océans est assuré, essentiellement, par les tourbillons. Ces structures, de durée de vie assez longue, transportent la chaleur, le sel et les produits biochimiques et artificiels et jouent un rôle essentiel dans la dynamique de l'océan. La méditerranée occidentale est une zone favorable à l'émergence de tourbillons océaniques. En effet, l'eau de l'Atlantique (Atlantic Water AW) pénètre par le détroit de Gibraltar dans le bassin méditerranéen. Cette eau, moins dense que l'eau méditerranéenne, s'écoule en surface de l'ouest vers l'est le long de la côte Africaine et forme le courant algérien. Ce courant devient instable en formant des méandres et des tourbillons qui se détachent en quittant la côte vers le large. En hiver, l'évaporation et le refroidissement provoquent dans certaines zones de la méditerranée des mouvements verticaux de plongée d'eau, générant de nouvelles masses. Ainsi, l'eau Levantine Intermédiaire (Levantine Intermediate Water - LIW) est créée dans le bassin oriental. Cette masse d'eau, localisée entre 200 et 500m et séparant l'eau de surface des eaux profondes, revient dans le bassin occidental par le détroit de Sicile. Cette masse d'eau est identifiée le long de son parcours par des maximums relatifs en température et en salinité (C.Millot 1999[1], P. Testor 2002[2]).

Nous avons utilisé le modèle de circulation ROMS pour décrire les propriétés dynamiques et les propriétés dispersives de la méditerranée occidentale.

2. LE MODELE ROMS

ROMS est un modèle hydrodynamique communautaire. Il permet de simuler les courants, l'écosystème, les cycles biogéochimiques et le mouvement des sédiments dans différentes régions côtières. ROMS est fondé sur la résolution des équations primitives appliquées sur un maillage horizontal et curviligne et sur une grille verticale qui enveloppe la topographie du fond (coordonné sigma). Il présente la meilleure stratégie pour augmenter la résolution et permettre de mieux rendre compte des structures turbulentes.

Le modèle ROMS utilise le système de coordonnées sigma qui a l'avantage de bien représenter la bathymétrie (ou relief) du fond et d'ajuster la résolution verticale en surface et en profondeur [3].

Nous avons réalisé des simulations numériques de la circulation générale dans la méditerranée occidentale à l'aide du modèle ROMS. Le domaine d'intégration s'étend de 5° ouest à 15° est en longitude et de 35° à 44,5° nord en latitude. Le degré de résolution est 1/4° ce qui correspond à 21.3 km. Nous avons utilisé 20 niveaux verticaux. La durée de la simulation est de 140 jours. La topographie, les conditions initiales et aux limites sont obtenues à partir des bases de données 'etopo2', 'COADS' et 'WOA2005' respectivement (Smith et Sandwell 1997[4], Da Silva et al 1994[5]).

3. LES RESULTATS

3.1 Les courants

Les figures 1 et 2 représentent respectivement la circulation de l'eau méditerranéenne à la surface et à la profondeur 500m.

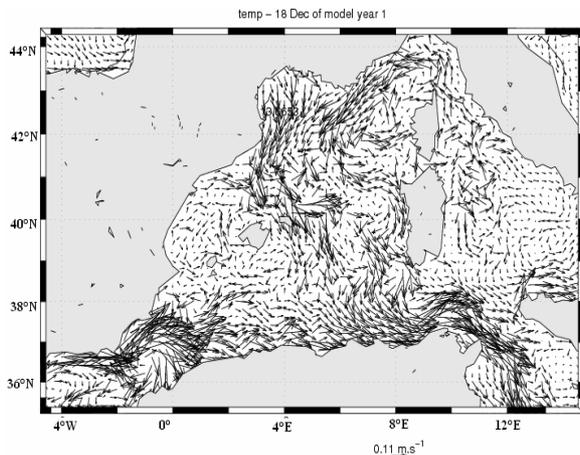


Figure 1. Courant de surface

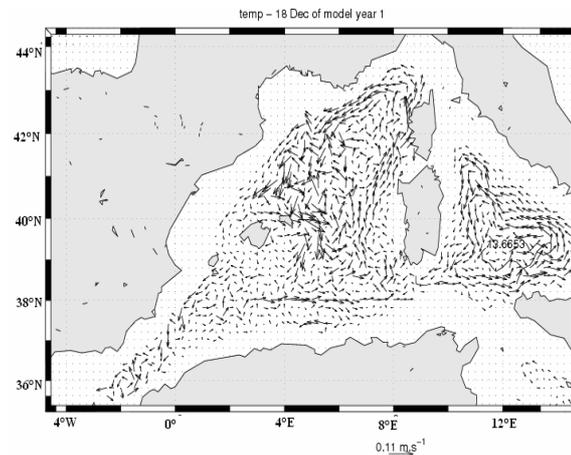


Figure 2. Courant à la profondeur 500m

La circulation de l'eau de surface montre l'existence de structures tourbillonnaires dans la méditerranée occidentale. La circulation de l'eau se fait de l'ouest vers l'est. L'eau d'origine atlantique suit les côtes africaines. Au détroit de Sicile, l'eau de surface se divise en deux branches: l'une franchit le détroit de Sicile et l'autre pénètre en mer Tyrrhénienne. En profondeur, la circulation est dominée par un déplacement de l'eau de l'est vers l'ouest mettant en évidence le transfert de masses d'eau méditerranéenne vers l'atlantique.

3.2 La dispersion absolue

La dispersion absolue est définie par :

$$A^2(t, t_0) = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (\overline{X}_i(t) - \overline{X}_{0i})^2 \quad (1)$$

Avec $\overline{X}_i(t) = (x_i(t), y_i(t))$ et $\overline{X}_{0i} = (x_{0i}(t), y_{0i}(t))$ sont respectivement les positions de la particule i aux instants t et t_0 , N est le nombre total des particules.

Pour t faible le mouvement des particules est un mouvement balistique et on a :

$$A^2(t) \approx 2Et^2 \quad (2)$$

où E est l'énergie cinétique.

Pour t grand le mouvement des particules est un mouvement brownien :

$$A^2(t) \approx 2Kt \quad (3)$$

Où le coefficient de la dispersion absolue K est défini par :

$$K(t) = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} A^2 \quad (4)$$

Aux temps intermédiaires, les simulations numériques de la dispersion de particules de même densité que le fluide ont montré l'existence de deux régimes de dispersion anormale reliées aux propriétés topologiques de l'écoulement (Elhmaidi et al 1993 [6]). Dans les régions hyperboliques où la déformation domine la rotation, la dispersion est en $t^{5/4}$ et dans les régions elliptiques, où la rotation domine la déformation, elle est en $t^{5/3}$.

3.3 La dispersion absolue dans le bassin algérien

Nous avons advecté des particules fluides en surface et à la profondeur 500m durant 140 jours. Ces positions correspondent à celles de bouées dérivantes lâchées dans la méditerranée occidentale en 1998. Elles sont comprises entre les latitudes 37° et 38.37° et les longitudes 1.25° et 1.72° (Font et al. 1998[7]).

La figure 3 représente les trajectoires des particules placées en surface au 140^{ème} jours. Ces particules se déplacent de l'ouest vers l'est avec une déviation vers le nord pour quelques particules.

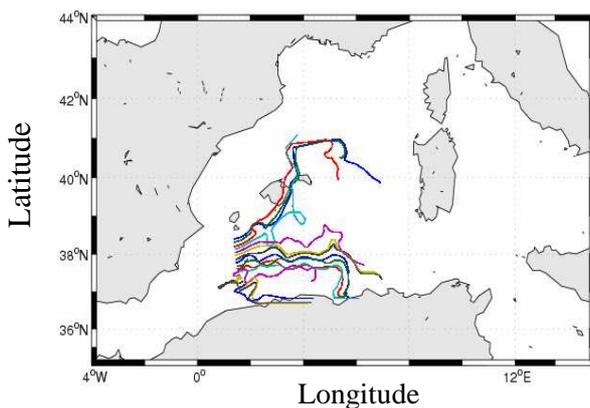


Figure 3 : La trajectoire des particules à la surface.

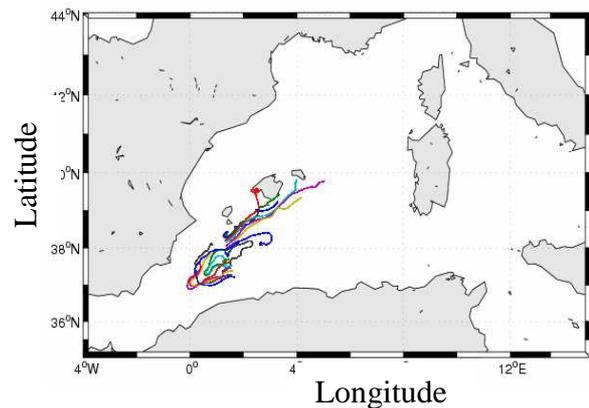


Figure 4 : La trajectoire des particules à la profondeur 500m.

Le mouvement des particules en profondeur (figure 4) est plus lent que celui en surface. La majorité de ces particules se déplacent de l'est vers l'ouest mettant en évidence la présence d'une veine d'eau se déplaçant de la mer méditerranéenne vers l'Atlantique.

3.4 Evolution temporelle de la dispersion absolue

La figure 5 représente l'évolution temporelle de la dispersion absolue en échelle logarithmique en surface. Les lois asymptotiques à petite et à grande échelle sont indiquées.

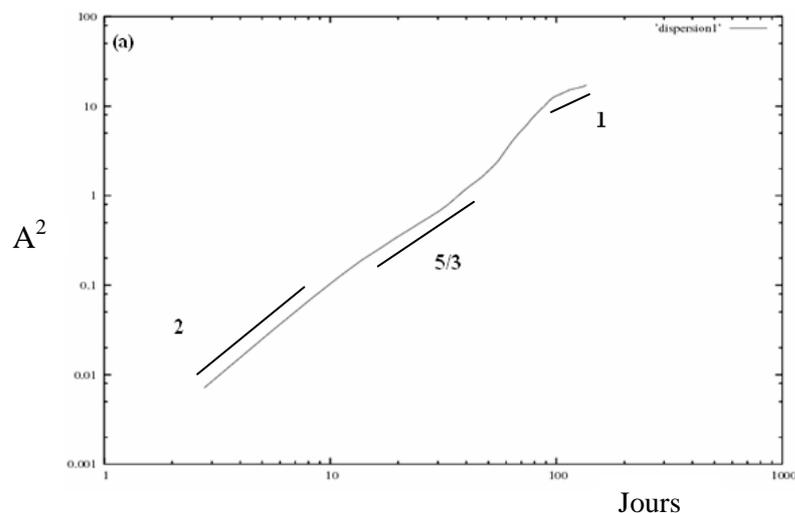


Figure 5 : Dispersion des flotteurs à la surface.

En surface, les lois asymptotiques en t^2 et en t sont vérifiées. Le comportement de la dispersion pour les petites échelles s'étend jusqu'à 10 jours. Le comportement en t n'est obtenu qu'après 100 jours d'intégration. Aux échelles intermédiaires, la présence de la loi en $t^{5/3}$ témoigne de l'influence de la dynamique des structures tourbillonnaires sur la dispersion.

4. CONCLUSION

Les résultats, obtenus à l'aide du modèle ROMS, ont montré que la circulation de l'eau de surface dans la méditerranée occidentale se fait de l'ouest vers l'est en suivant un circuit cyclonique. Au détroit de Sicile, l'eau de surface se divise en deux branches: l'une franchit le détroit de Sicile et l'autre pénètre en mer Tyrrhénienne. La circulation des eaux intermédiaires est dominée par un déplacement de l'eau de l'est vers l'ouest mettant en évidence le transfert de masses d'eau méditerranéenne vers l'atlantique à travers le détroit de Gibraltar. Ces résultats sont conformes aux observations satellitaires. Les particules, advectées dans le bassin algérien, en surface ou en profondeur suivent le sens des courants. En surface, les lois asymptotiques de la dispersion absolue en t^2 et en t sont vérifiées. Aux temps intermédiaires, une dispersion anormale en $t^{5/3}$ est observée. L'étude de la dispersion en profondeur est en cours.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Millot, C., 1999, Circulation in the western Mediterranean Sea. Journal, of Marine Systems, 20, 423-442.
2. P. Testor, 2002, thèse d'Université Paris 6 « Etude lagrangienne de circulations tourbillonnaires de submésos et mésoéchelle en Méditerranée occidentale sur la base d'observations et de simulation numérique : phénoménologie et interaction avec la circulation générale ».
3. <http://www.myroms.org>
4. Smith, W.H.F., Sandwell, D.T., 1997, Global seafloor topography from satellite altimetry and ship depth soundings. Science 277, 1957-1962.
5. Da Silva, A.M., Young, 1994, C.C., Levitus, S. Atlas of surface marine data 1994, algorithms and procedures, NOAA Atlas NESDIS 6, U. S. Department of Commerce, NOAA, NESDIS, USA, Vol. 1, pp74.
6. Elhmaidi. D, Provenzale. A, et Armando. A., 1993, Elementary topology of two-dimensional turbulence from a lagrangian viewpoint and single-particle dispersion, J. Fluid Mech. 257, 533-558.

7. Font, J., Millot, C., Salas, J., Julia, A. et O. Chic, 1998, the drift of Modified Atlantic Water from the Alboran Sea to the eastern Mediterranean *Sci. Mar.*, 62(3), 211-216.