

# Application des modèles MECCA et ROMS à la zone côtière Casablanca-Mohammedia.

L. Mouakkir<sup>1</sup>, M. Moujane<sup>2</sup>, S.Mordane<sup>1</sup>.

1. Laboratoire de Physique des Polymères et Phénomènes Critiques, Faculté des Sciences Ben M'sik Casablanca, [mouakkir\\_laila@yahoo.fr](mailto:mouakkir_laila@yahoo.fr)
2. Direction de la Météorologie Nationale, Casablanca, Maroc  
[abderrahim.moujane@gmail.com](mailto:abderrahim.moujane@gmail.com)

## Résumé

Ce travail consiste à mieux comprendre le comportement des courants de marée dans la zone côtière Casablanca-Mohammedia. Pour ce faire, nous nous intéressons à une modélisation numérique qui permet de prendre en compte la marée dans un écoulement côtier, notre contribution à cette étude a été réalisé à partir de deux modèles numériques de la circulation océanique : le modèle ROMS et le modèle MECCA. Les résultats entrepris ici montrent que les courants marins sont pratiquement comparables entre les deux modèles

**Mots clefs :** *Modélisation de la circulation côtière, marée, ROMS, MECCA, Casablanca-Mohammedia,*

## 1. Introduction

Les courants marins constituent le principal facteur du transport et du renouvellement des eaux sur le plateau continental. Ils sont périodiques et se manifestent différemment au large et près des côtes. Par ailleurs, l'activité humaine s'exerce en particulier dans le secteur côtier. De ce fait, il est primordial de connaître les processus de circulation marine dans cette zone.

Dans ce travail, on s'intéresse à une modélisation numérique de la marée dans la zone côtière Casablanca-Mohammedia. Pour ce faire, nous avons utilisé deux modèles numériques de la circulation océanique : le modèle MECCA et le modèle ROMS. Nous avons spécifié un forçage uniquement avec la marée M2, les données de ce forçage sont données par l'amplitude et la phase de l'onde M2 extraites de la base des données du modèle numérique et altimétrique TPXO [6]. Les résultats des simulations entreprises dans cette étude montrent un parfait accord des modèles numériques MECCA et ROMS.

## 2. Présentation des modèles

### 2.1 Le modèle MECCA :

Le modèle MECCA (Model of Estuarine and Coastal Circulation Assessment) ([1], [2], [3]) résout les équations 3D régissant les écoulements estuariens et côtiers et permet de simuler l'évolution de la marée, de la température, de la salinité et des sédiments en suspension. Sa technique numérique utilise les approximations de Boussinesq, hydrostatique et du bêta plan (prendre en compte la sphéricité de la terre autrement dit approcher la composante verticale du vecteur rotation de la terre par une fonction linéaire). Il permet également de simuler les écoulements générés par le vent, les gradients de densité et les gradients de la pression atmosphérique. Dans cette étude, nous tentons d'appliquer ce code aux côtes marocaines et en l'occurrence à la zone côtière Casablanca-Mohammedia.

### 2.1 le modèle ROMS :

Le modèle ROMS (Regional Ocean Model System) est un modèle numérique de circulation océanique. C'est un modèle hydrostatique à surface libre, de coordonnées curvilignes. Il a été développé par l'université de Rutgers (SCRUM) [4]. Le modèle est basé, en général sur les équations primitives de la température potentielle, la salinité, l'équation d'état, les approximations hydrostatiques et de Boussinesq, avec un schéma de troisième ordre d'advection et une option pour les termes sources et puits des équations du modèle.

Ce modèle permet le calcul des variables physiques de l'océan telles que la température, la salinité, les vitesses de déplacements, l'élévation de la surface libre, mais aussi les variables dérivés comme l'énergie cinétique, la densité, la fonction de courant etc...

Le modèle ROMS résout les équations de Navier Stokes couplés avec des équations d'advection et de diffusion pour la température et la salinité et l'équation d'état de l'eau de mer de l'UNESCO.

## 3. Application des modèles.

### 3.2 Domaine d'étude.

La zone d'étude fait partie de la côte atlantique marocaine, situé à l'Ouest du Maroc, s'étendant depuis Rabat jusqu'à Safi. Horizontalement, notre domaine est compris entre les latitudes  $7^{\circ}, 12'$  et  $8^{\circ}$ , verticalement, il s'étend entre  $33^{\circ}, 27'$  et  $34^{\circ}$ . Cette zone se caractérise par la présence de 3 caps (Cap de Dar Bouazza, Cap d'Elhank, Cap de Fedala). La bathymétrie utilisée dans cette étude a été extraite de la base des données mondiale (ETOPO1) du site web de la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) [5]. Après une interpolation bilinéaire de cette bathymétrie, nous avons obtenue un domaine physique de dimension (74 x 61 Km) (figure 1).

### 3.2 Application du code MECCA

Pour toutes les simulations numériques réalisées par le code MECCA, le repos a été choisi comme condition initiale pour les variables vitesses et l'élévation de la surface libre. La discrétisation des équations des modèles nécessite la connaissance aux limites ouvertes soit de la dénivellation de la surface libre, soit de la vitesse. Dans le cas présent, nous avons choisi d'imposer la hauteur d'eau étant donnée qu'elle est mieux connue que les vitesses. Nous signalons que la marée dominante dans notre secteur d'étude, est de type semi diurne M2, de période  $T=12,4H$  [3]. Nous avons utilisé un logiciel de la marée mondiale, OTPS (OSU Tidal Prediction Software) [6] à partir duquel nous avons extrait, en une série de 5 points répartis sur les frontières ouvertes, la hauteur d'eau sous forme de série temporelle couvrant une période de marée.

### 3.2 Application du code ROMS

Le seul forçage utilisé est celui de la marée M2, la méthode employé est celle de Flather [7], ROMS propage cette marée sur les frontières latérales. Pour un fonctionnement correct du modèle, le schéma utilisé est celle de Flather [7] à frontières ouvertes. Les frontières ouvertes de notre domaine sont au Nord, à l'Est et à l'Ouest. Après constructions des conditions aux limites, nous avons procédé à une simulation de 10 jours.

## 4. Résultats discussions.

Les figures (2, 3) présentent la distribution spatiale de la surface libre et le champ de la vitesse, simulée par les modèle MECCA et ROMS. A partir de ces figures, nous remarquons que la basse mer est bien marquée par les deux modèles, Ceci, est matérialisé par des vecteurs vitesses dirigés vers le large.

Nous présentons sur les figure (4) une analyse locale du champ de courant et de la surface libre en choisissant le point « Mohammedia », à partir de ces figures nous remarquons que la surface libre durant les derniers 5

jours de simulation se colle parfaitement, nous avons une parfait sinusé en phase décrit par les deux surfaces marines issus des deux modèles. Néanmoins le module de courants issus du modèle ROMS est nettement inférieur à celui calculé par le modèle MECCA.

Nous présentons sur le tableau (1) les valeurs modélisées avec le modèle MECCA en fonction des résultats du modèle ROMS en amplitude et en phase pour un ensemble de points sur toute la zone. Concernant les phases de l'onde M2, on constate une légère surestimation des valeurs simulées par MECCA par rapport aux valeurs calculées par ROMS, de l'ordre de 0.1 à 0.3 cm pour la plupart des points. Les amplitudes simulées par MECCA sont par contre moins en adéquation avec celles calculés par ROMS mais ils sont relativement très faibles.

## Conclusion.

Au cours de cette étude, nous avons effectué une modélisation numérique de la marée dans la zone côtière Casablanca-Mohammedia. La mise au point de cette modélisation est basée sur deux codes numériques: ROMS et MECCA. Les résultats de l'ensemble des simulations montrent l'influence de la marée sur la surface libre et les modules de courant. En effet, les courants sont parfaitement corrélés entre les deux modèles aussi bien que la surface libre avec un coefficient de corrélation respectivement d'ordre de 0.57 et 0.97. Cette étude courantologique dans la zone d'étude a montré que les courants sont principalement des courants de marée, avec la prédominance de la marée semi-diurne M2 de période 12 h 4.

## Références

- [1] K. W. Hess Assessment model for estuarine circulation and salinity. NOAA Technical Memorandum, AISC 3, U.O.A.A., U.S (1985) Dpt of commerce, pp 39
- [2] H. Smaoui, B. Radi: Comparative study of different advective schemes: application to the MECCA model. Environmental Fluid Mechanics (2002) 361–381.
- [3] L. Mouakkir. Modélisation numérique tridimensionnelle de l'hydrodynamique et des transports sédimentaires en interaction houle-courant. Thèse de doctorat de l'Université Hassan II, Faculté des sciences Ben M'sik, Casablanca, (2009).
- [4] Song, Y. and D. B. Haidvogel, 1994: A semi-implicit ocean circulation model using a generalized topography-following coordinate system, J. Comp. Phys., 115 (1), 228-244.
- [5] ETOPO1: 1 Arc Minute Global Relier Model <http://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/global.html>

[6] G. Egbert and S. Erofeeva, vol .19, N2, February 2002, Efficient inverse modeling of barotropic ocean tides. Journal of Oceanic and Atmospheric Technologie.

[7] Flather, R. A., A tidal model model of the northwest European continental shelf, *Mem. Soc. R. Sci. Liege, Ser.* 6, 10, 141-164, 1976

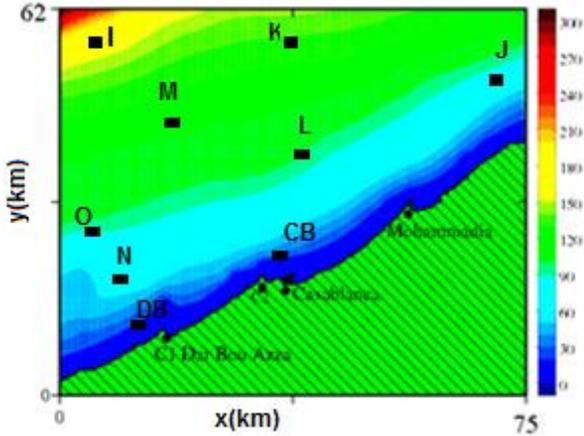


Figure 1 : Bathymétrie de la zone d'étude & localisation des points de sortie

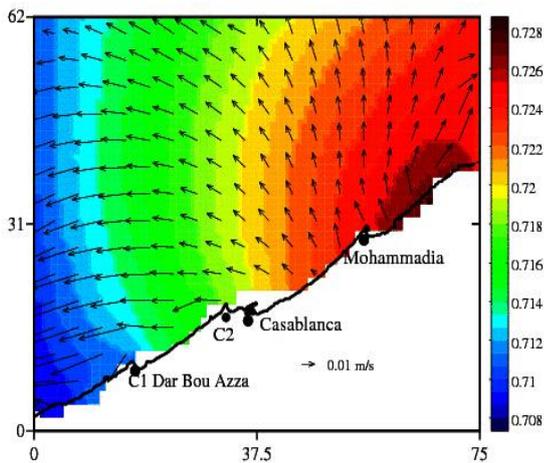


Figure 2 : champ de courant (m/s) et champ de la surface libre (m) à marée basse, simulé par MECCA

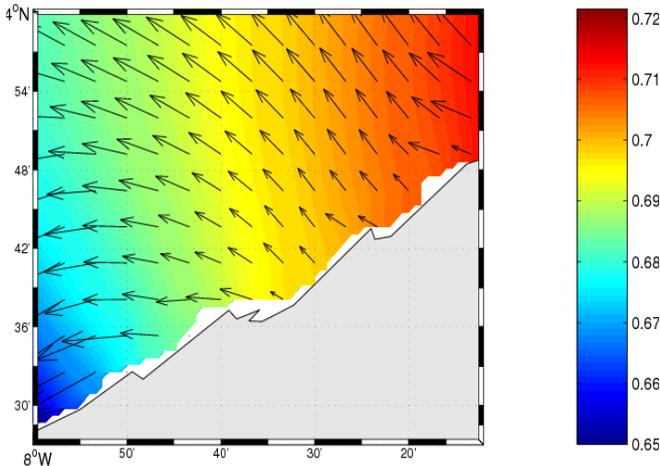


Figure 3 : champ de courant (m/s) et champ de la surface libre (m) à marée basse simulé par ROMS.

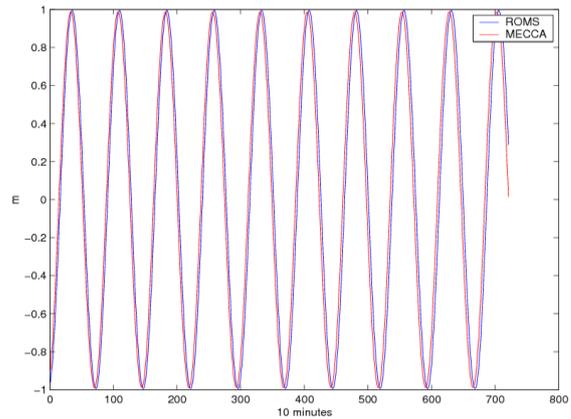


Figure 4: surface libre durant les derniers 5 jours de simulation à Mohammadia simulé par ROMS et MECCA

Points	Phase (°)		Amplitude(m)	
	ROMS	MECCA	ROMS	MECCA
<b>CB</b>	52.40	52.85	0.98	0.99
<b>MH</b>	52.53	53.16	0.98	0.99
<b>I</b>	52.53	52.87	0.97	0.98
<b>J</b>	53.31	52.96	0.98	0.98
<b>K</b>	52.68	53.01	0.97	0.98
<b>L</b>	52.95	52.98	0.98	0.98
<b>M</b>	52.86	52.9	0.96	0.97
<b>N</b>	52.3	52.55	0.95	0.96
<b>O</b>	52.29	52.39	0.96	0.972

Tableau 1 : Comparaison de la phase et l'amplitude de l'onde M2 calculées par les modèles ROMS et MECCA

### Réponse à la question des évaluateurs :

Les figures (2, 3) présentent la distribution spatiale de l'élévation de la surface libre ainsi le champ du courant à basse mer à Mohammadia. On remarque que les courants de marée sont dirigés vers le large sur toute la zone. La zone Mohammadia ne se considère pas comme une zone source, mais l'existence des hauts fonds ainsi la dorsale sous marine au large de la centrale thermique aux alentours de cette zone provoque un relatif changement de la direction de la vitesse du courant.



