



Evolution morphodynamique de la côte sableuse microtidale dans la partie sud du Golfe de Gabès : Cas de l'estuaire de l'oued Ferd (Sud de la Tunisie)

Ikram BARDI^{1,2}, **Mongi SOUAYED**², **Saadi ABDELJAOUAD**^{1,2},
Wissem GHARBI^{1,2}, **Radhia SOUISSI**²

1. Département de Géologie, Fac. des Sc. de Tunis, Univ. de Tunis-El-Manar, Tunisie.

2. Laboratoire des Ressources Minérales et Environnement, F.S.Tunis, Tunisie.

ikram.bardi@yahoo.fr

Résumé :

La côte sableuse sud du golfe de Gabès (Sud Tunisien), présente au niveau de l'estuaire de l'oued Ferd deux flèches littorales bien individualisées, de part et d'autre de son embouchure.

Pour mieux comprendre l'évolution morphodynamique de cette frange littorale, et cerner les processus à l'origine de la formation et de l'évolution des flèches sableuses, on s'est appuyé en premier lieu, sur l'étude comparative du trait de côte avec une analyse des photos aériennes et des images satellitaires les plus récentes ainsi que sur les observations de terrains. Puis en second lieu, on s'est basé sur le Système de Modélisation Côtière (S.M.C.) afin de déterminer les processus hydrodynamiques mis en jeu dans cette partie du golfe de Gabès.

A la vue des résultats obtenus, l'évolution de flèches sableuses est contrôlée par deux dérives littorales de sens opposés ; à savoir celle de direction SE-NW et celle de direction NW-SE et ce, suivant les directions alternées des houles. D'autre part, cette évolution morphodynamique n'aurait pu avoir lieu sans les apports sédimentaires continentaux en provenance de l'oued Ferd qui alimentent la côte en matériel détritique lors des crues.

Mots-clés :

Côte sableuse – Evolution morphodynamique – Hydrodynamisme – Flèches littorales – Dérives littorales – Oued Ferd – Gabès – Sud Tunisien

1. Introduction

Les côtes sud tunisiennes microtidales, présentent une particularité au niveau du golfe de Gabès par son marnage. Il s'agit d'un cas singulier propre à la Tunisie et à toute la Méditerranée, où la marée peut atteindre 2,3 m pendant les périodes de vives-eaux (OTC, 2005). La frange littorale située à 20 km au Sud de la Ville de Gabès est une côte sableuse (BEN OUEZDOU, 1987 ; MAGHREBI, 1995 ; BARDI, 2002), la granulométrie moyenne dans la plage sous marine est de l'ordre de 0,1 mm; au niveau des flèches littorales est de 0,15 mm et dans l'embouchure de l'oued est de 0,21 mm. En

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

outre, la plage est de pente faible avec une moyenne de l'ordre de 0,4%, d'après la bathymétrie qu'on a réalisé en 2006 l'isobathe -5 m est à 1500 m de la côte et -10 m est à 3000 m environ. Cette côte est marquée récemment par l'individualisation des deux flèches littorales de part et d'autre de l'estuaire de l'Oued Ferd, abritant des lagunes parcourues par des chenaux tidaux (figure 1).

L'objectif de cette étude est de déterminer l'évolution morphologique de cette partie du littoral durant ces dernières décennies, et d'identifier les mécanismes hydrodynamiques à l'origine de la sédimentation de ces flèches.

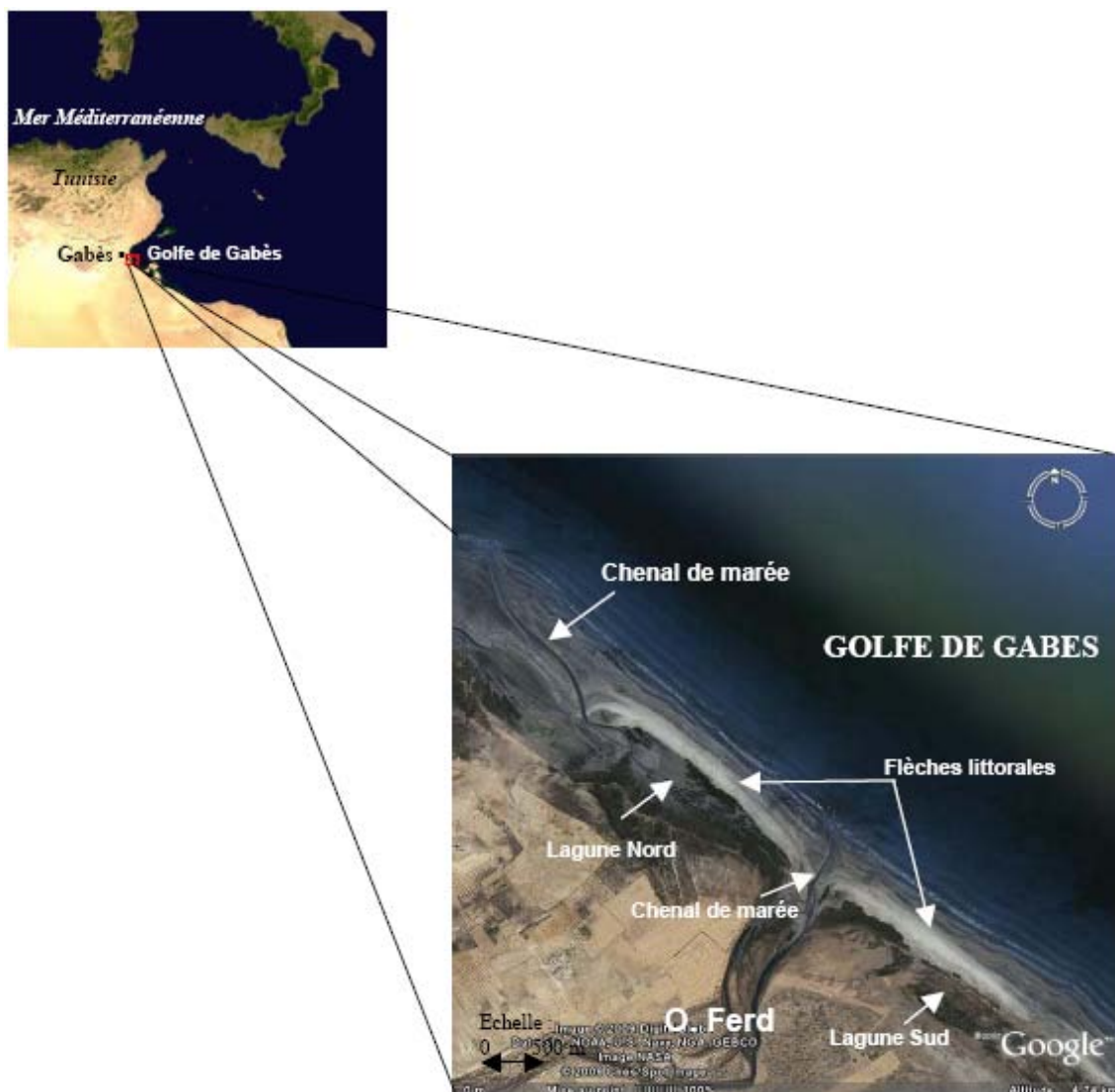


Figure 1. Localisation de l'estuaire de l'oued Ferd (sud de la ville de Gabès) (Google Earth, site web).

2. Matériels et méthodes

Pour mieux comprendre la morphodynamique de cette frange littorale et cerner les processus à l'origine de cette évolution, on s'est appuyé d'une part sur l'analyse des photographies aériennes (photo-interprétation) des différentes missions à savoir celle de 1963, 1985, 1997 et des images satellitaires récentes (Google earth, site web) ; complétée par une étude des courants induits par la houle, basée sur la modélisation à travers le système de modélisation côtière (S.M.C.) qui est une interface graphique du Modèle d'Aide à la Gestion du Littoral, fournie par le Groupe d'Ingénierie Océanographique et Côtière (G.I.O.C.) de l'Université de Cantabrie en Espagne (GIOC, 2005). Le S.M.C. est structuré en plusieurs modules principaux à savoir: le module de prétraitement qui comprend le module de bathymétrie et de cartes nautiques de la côte (baco) et le module d'aide à la caractérisation de la houle (odin). Ce dernier regroupe les données de houles visuelles qui sont corrigées et transformées en houles instrumentales et significatives (H_s), ainsi ce module permet de nous fournir le climat de houle du golfe de Gabès. En outre, le SMC est composé des modules qui permettent une étude hydrodynamique de la plage en profil et en plan. L'analyse à long terme est étudiée à partir des modèles de MEDINA *et al.* (2000), et de GONZALEZ & MEDINA (2001). L'analyse à court terme utilise une série de programmes, regroupés sous le nom de MOPLA, (modèle de morphodynamique des plages) qui permet de simuler la propagation des houles, ainsi que les courants induits par le déferlement. Dans cette étude on se limite d'une analyse en plan de plage de Gabès, à travers le Mopla à l'aide de sous module Copla sp.

Des approches numériques, sont également utilisées à travers la formule de LCHF (1979), afin d'établir une estimation quantitative de sédiment transité par les courants de dérive en fonction de la direction de la houle. La formule de LCHF étant : $Q = K g H_s^2 T \sin 2\alpha_b / C$; avec K: coefficient de transport de sédiment ; g : accélération de la pesanteur ; C : cambrure de la houle ; H_s : hauteur significative de la houle ; T : période de la houle; α_b : obliquité des crêtes de la houle par rapport à la côte dans la zone de déferlement (Breaking wave angle).

3. Résultats et discussions

Le littoral de l'oued Ferd montre une évolution remarquable au cours de la période allant de 1963 à 1997. La photographie aérienne de la mission 1963 (figure 2) montre un estuaire sans flèches ni lagune avec un cordon sableux dans le domaine supratidal ; celle de 1985 (figure 3) montre un engraissement du littoral suite aux crues de l'oued Ferd qui ont précédé cette période, comme celle de 1969, 1973, 1976 et 1984. Ces crues ont contribué à l'engraissement du littoral.

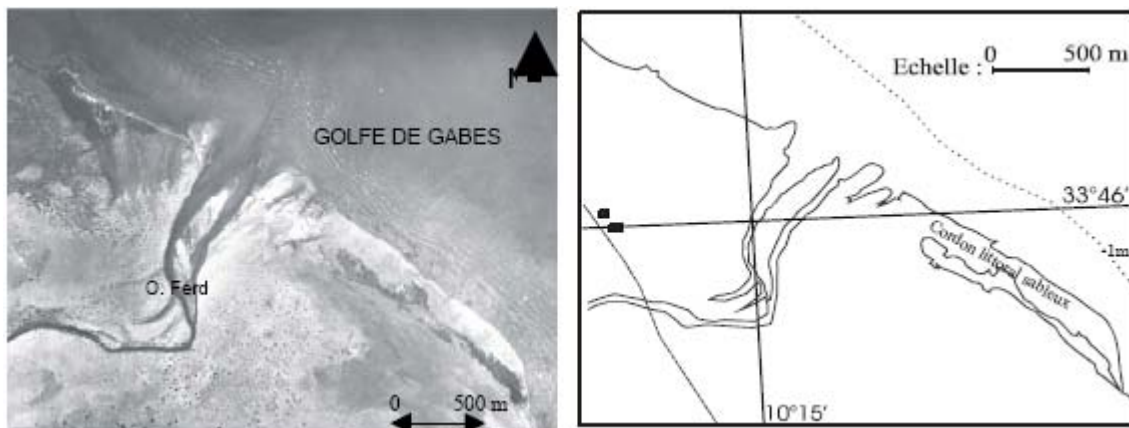


Figure 2. Morphologie de la côte au niveau de l'oued Ferd d'après la photographie aérienne (mission 1963).

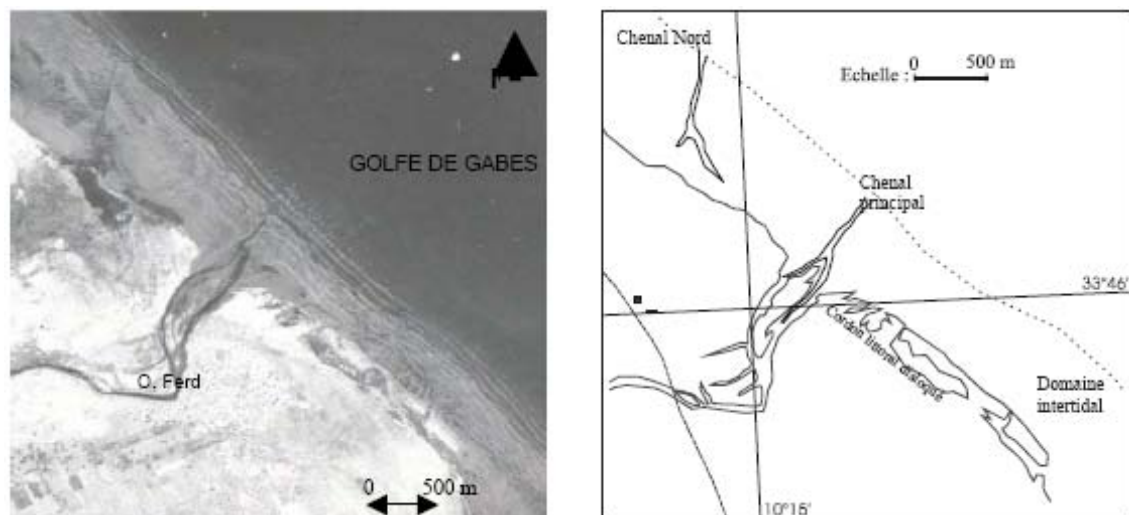


Figure 3. Morphologie de la côte au niveau de l'oued Ferd d'après la photographie aérienne (mission 1985).

La photographie aérienne de la mission 1997 présente une morphologie particulière avec l'individualisation de deux flèches de part et d'autre de l'embouchure de l'estuaire (la flèche Nord est de 2000 m de long et celle du côté sud est de 1500 m environ), mettant à leurs abris deux lagunes traversées par des chenaux de marée assez profonds (figure 4). Cette morphologie est toujours présente, avec dédoublement du crochon (extrémité de la flèche) de l'extrémité nord de la flèche Nord et une évolution de la flèche Sud vers le SE (figure 1). Cependant, le manque de suivi qui a précédé cette étude ne nous permet pas de nous prononcer quant au passé lointain de l'estuaire et de ces flèches.

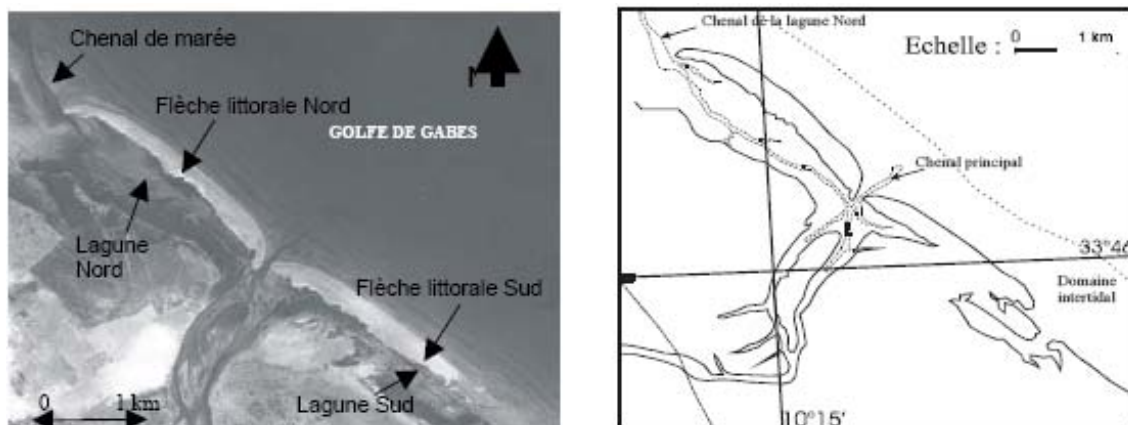


Figure 4. Morphologie de la côte au niveau de l'oued Ferd d'après la photographie aérienne (mission 1997).

L'évolution de cette côte depuis 1963 jusqu'à 2009, montre que le littoral Sud de la ville de Gabès, est assujéti à une dynamique sédimentaire active.

L'oued Ferd possède un large bassin versant dont la superficie est d'environ 400 km², les écoulements y sont violents et torrentiels lors des épisodes de fortes précipitations, provoquant des crues. Ces écoulements sont donc à l'origine d'importants apports de sédiments fluviaux jusqu'à la côte. C'est le cas pendant les crues de 1973 où le volume sédimentaire transporté était de l'ordre de $10958 \times 10^3 \text{ m}^3$ (BOURGES, 1974). De même, pour les crues les plus récentes, celles de 1990, 1995, 2003 et 2005 où les précipitations ont été respectivement 380 mm, 550 mm, 220 mm et 270 mm (DRE, 2005), les quantités de sédiment drainées étaient aussi importantes. Ces sédiments participent à l'engraissement des côtes car, à l'arrivée dans la zone d'embouchure, ils entrent dans une hydrodynamique complexe avec l'interaction des courants de marée, actifs dans les chenaux d'embouchure pendant les périodes de vives-eaux, et des courants littoraux. Les courants de dérive littorale sont mis en évidence par le système de modélisation côtière, et sont à l'origine de la formation et l'évolution de ces flèches qui s'allongent dans le sens de la dérive selon la direction des houles. En effet, les houles qui se propagent de directions N à NNE, avec hauteur de houle significative $H_s=1,5 \text{ m}$ et période de pic $T_p=7 \text{ s}$, produisent un courant de dérive littorale de direction NW-SE (figure 5). Alors que les houles de directions E à SE, produisent une dérive littorale de direction SE-NW (BARDI *et al.*, sous presse), (figure 6). Ces houles ayant les caractéristiques suivantes : direction Est, $H_s=1,5 \text{ m}$, $T_p=7 \text{ s}$; la houle de direction SE, se propage avec $H_s=0,5 \text{ m}$ et $T_p=5 \text{ s}$.

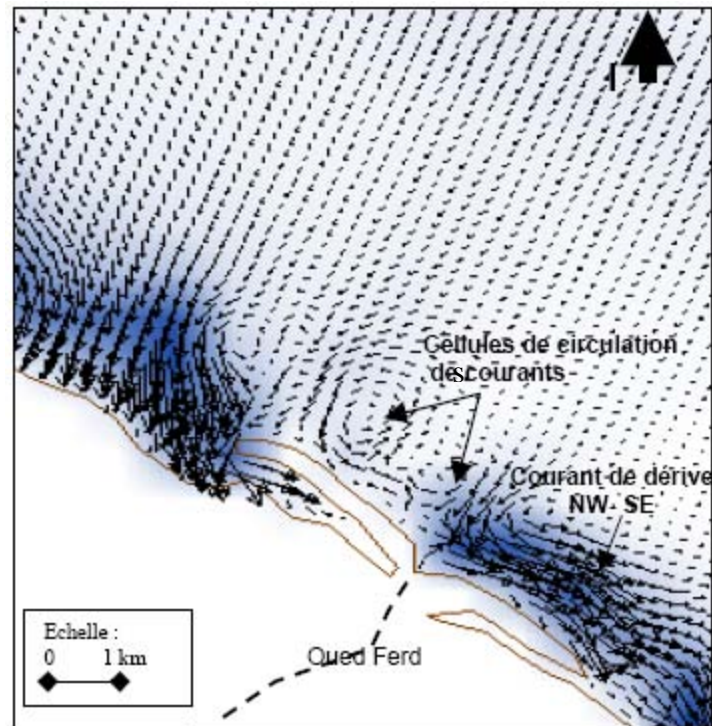


Figure 5. Courants générés par les houles du NNE le long de l'estuaire de l'oued Ferd.

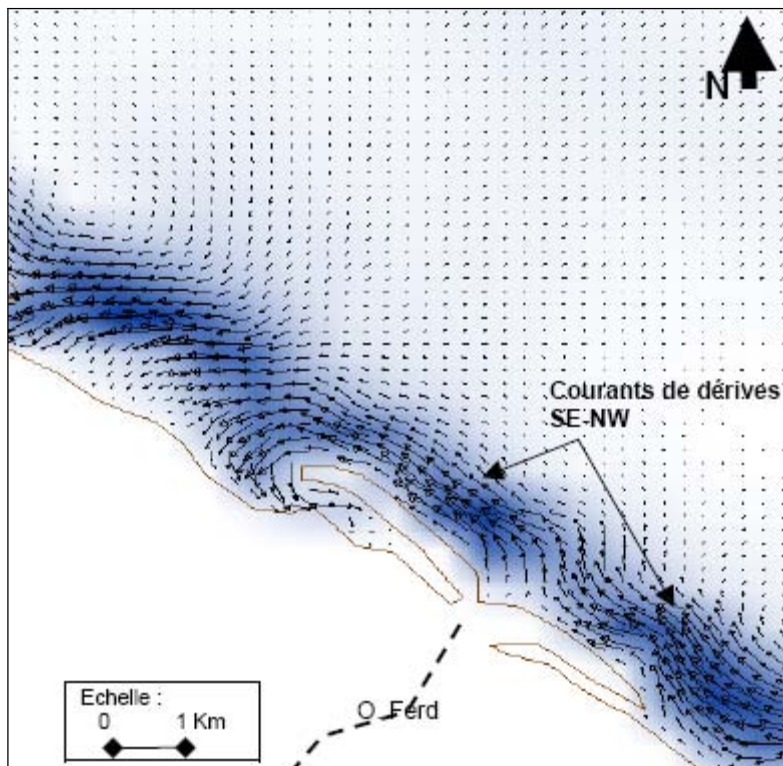


Figure 6. Courants générés par les houles de l'Est le long de l'estuaire de l'oued Ferd.

La quantité de sédiment transité est importante, la résultante du volume transité, estimé par la formule de LCHF, est de l'ordre de 18400 m³/an. Cette quantité de matériel sédimentaire mise en jeu provient essentiellement d'une alimentation continentale importante par les oueds qui se jettent dans le golfe de Gabès.

Le volume sédimentaire transité par la dérive NW-SE est de l'ordre de 3750 m³/an ; alors que celui transité par la dérive de SE-NW est de l'ordre de 22150 m³/an. Ces deux dérives alimentent le littoral continuellement par les sédiments fins et contribuent donc au transit sédimentaire en déplaçant des volumes importants de sédiments le long de la côte, permettant l'installation des flèches littorales.

L'apparition de ces flèches serait donc, d'une part, due aux apports continentaux, lors des crues de l'oued Ferd et d'autre part par les courants de dérive qui se chargent de les transiter. Le chenal de marée au niveau de l'embouchure de l'estuaire constitue un point d'appui qui contribue à l'édification et au développement des flèches.

4. Conclusion

L'évolution morphodynamique de cette côte sableuse, marquée essentiellement par l'apparition des flèches littorales, est contrôlée par les apports sédimentaires continentaux en provenance de l'oued Ferd lors des crues, qui alimentent la côte en matériel détritique. Ce dernier est remobilisé par les courants de dérive littorale; à savoir la dérive de direction SE-NW et celle de direction NW-SE, et ce suivant la direction de houles. Ces deux dérives font transiter ce matériel sableux contribuant ainsi à l'installation des flèches littorales rectilignes de part et d'autre de l'embouchure de l'oued Ferd. Toutefois, l'argumentation reste imprécise par manque de données, car la chronologie des événements météomarins par rapport à la formation des flèches sableuses n'est pas établie dans le détail et seule une corrélation approximative est soulignée.

5. Remerciement

Les auteurs tiennent à remercier le Groupe d'Ingénierie Océanographique et Côtière (G.I.O.C.) de l'université de Cantabrie en Espagne.

6. Références bibliographiques

BARDI I. (2002). *Etude environnementale de l'estuaire de l'Oued el Ferd (Golfe de Gabès). Caractérisation sédimentologique, géomorphologique et géochimique*. DEA, Université Tunis El Manar, 121 p.

BARDI I., SOUAYED M., ABDELJAOUAD S., GHARBI W. et SOUISSI R. (sous presse). *Hydrodynamique Sédimentaire du littoral Sud de la ville de Gabès (Golfe de Gabès - Sud Tunisien)*. Revue Geo-Eco-Trop.

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

- BEN OUEZDOU H. (1987). *Etude morphologique et stratigraphique des formations quaternaires des alentours du Golfe de Gabès*. Revue des Sciences de la Terre, INRST, Tunisie. Vol. 5, 165 p.
- BOURGES J. (1974). *Aperçu sur l'hydrologie du centre Sud tunisien*. Réseau d'observation et crues exceptionnelles, Rapp. Int. Direction de Ressource en Eau.
- DRE -Direction de Ressource en Eau- (2005). *Rapport DRE*. Gabès, Tunisie.
- GIOC -Groupe d'Ingénierie Océanographique et Côtière- (2005). *Manuel de l'utilisateur de S.M.C*. Université de Cantabrie, Direction Générale des Côtes du Ministère de l'Environnement Espagnol.
- GONZALEZ M., MEDINA R. (2001). *On the application of static equilibrium bay formulations to natural and man-made beaches*. Coastal Engineering, 43, pp. 209-225. doi:10.1016/S0378-3839(01)00014-X
- LCHF (1979). Laboratoire Central d'Hydraulique de France. *Action de la houle sur les sédiments*. Rapport pour le CNEXO, 47 p.
- MAGHREBI S. (1995). *Dynamique sédimentaire dans le golfe de Gabès (Tunisie) ; Impact des aménagements côtiers*. Thèse, Université de Paris Sud, 174 p.
- MEDINA R., BERNABEU A.M., VIDAL C., GONZALEZ M. (2000). *Relationship between beach morphodynamics and equilibrium profiles*. Proc. 27th Int. Coastal Eng. Conference, ASCE, Vol. 3, pp. 2589-2600.
- OTC -Office de la Topographie et Cartographie- (2005). *Calendrier de marée de Gabès, Tunisie*. Rapport, 30 p.