



Évolution morphologique et dynamique de l'embouchure tidale d'oued el Melah (golfe de Gabès ; sud-est tunisien)

Maher GZAM¹, Mohamed OUAJA¹, Younes JEDOUI¹

1. Université de Gabès, Unité de Recherche "Hydrosciences Appliquées",
Institut Supérieur des Sciences et Techniques des Eaux, Cité Erriadh, Zrig,
6072 Gabès, Tunisie.
gzam_maher@yahoo.fr ; mohamedouaja@yahoo.fr ; younes.jedoui@isstegb.rnu.tn

Résumé :

La morphologie de l'embouchure tidale d'oued el Melah est caractérisée par la récurrence de périodes d'obturations du chenal. Ce phénomène a été mis en évidence par un suivi régulier du site d'étude. Il se produit régulièrement suivant deux modalités et à deux échelles temporelles différentes. L'obturation de l'embouchure à l'échelle événementielle dure une semaine. Ce phénomène est assuré par la dérive littorale et les processus de swash. Les sédiments charriés parallèlement à la côte sont déposés au niveau de l'embouchure qui constitue un repli littoral. Cependant, l'obstruction de l'embouchure à l'échelle saisonnière peut durer deux mois. La modalité de l'obturation repose sur l'engraissement de la plage par l'action d'une houle de court fetch. Il s'agit d'un remplissage progressif du chenal de communication avec la mer et un rehaussement de l'ensemble de l'embouchure.

La réouverture du chenal est générée suite à l'érosion de la berme. A l'échelle événementielle, l'emplacement de l'embouchure est figé. Par contre, à l'échelle saisonnière le tracé de l'embouchure migre latéralement dans un secteur large de 200 m. Il suit le tracé des chenaux d'inondations, creusés par l'eau de mer à l'occasion du débordement de la berme par la houle de long fetch. Après réouverture, les deux rives de l'embouchure montrent la superposition des dépôts de la zone supratidale sur les dépôts de la zone intertidale.

Mots-clés :

Embouchure tidale – Dérive littorale – Golfe de Gabès – Tunisie

1. Introduction

L'embouchure tidale d'oued el Melah se situe au niveau de la bande côtière nord de la ville de Gabès (Trab el Makrada), entre 34° 00.540' de latitude Nord et 10° 02.673' de longitude Est (voir figure 1). Les paramètres hydrodynamiques de ce système côtier sont présentés dans le tableau 1.

La bande côtière Trab el Makrada est en perpétuelle évolution morphologique. Cette activité morphodynamique s'illustre par l'alternance de périodes de comblements et de

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

réouvertures de l'embouchure tidale. Les études antérieures (BEN OUEZDOU, 1983 ; OUESLATI, 2004) ont été focalisées sur la description morphologique du secteur Trab el Makrada. Dans cette étude, nous avons cherché à analyser l'évolution morphologique de l'embouchure tidale pour identifier le forçage hydrodynamique et le temps de réajustement morphologique de la plage.



Figure.1. Localisation de l'embouchure tidale d'oued el Melah.

Tableau 1. Caractéristiques hydrodynamiques du système étudié.

Données générales	Valeurs
Marnage moyen	1.5 m
Surface horizontale du bassin	7.5 ha
Volume d'eau oscillant à l'embouchure	112500 m ³
Profondeur moyenne de la passe	1.15 m
Largeur moyenne de la passe	10 m
Vitesse maximale du courant de flot	12 cm/s
Vitesse maximale du courant de jusant	90 cm/s

2. Matériel et méthodes

Le suivi quotidien de l'évolution morphodynamique de l'embouchure tidale d'oued el Melah est assuré par des missions de terrain régulières. L'objectif de chaque mission est d'identifier la morphologie du site (voir figure 2) après chaque événement hydrodynamique que se soit de mauvais temps ou de beau temps. En fait, les événements hydrodynamiques sont caractérisés à partir de prévisions de l'université d'Athènes (<http://forecast.uoa.gr>). Au cours de ces missions, des mesures ont été entreprises pour caractériser la variation de la largeur de la gorge de l'embouchure ainsi que sa migration latérale. Dans ce cadre nous avons utilisé des piquets en bois pour

repérer la position de l'embouchure. Ceci nous a permis de déterminer la distance de migration de l'embouchure tidale.



Figure 2. Photo prise le 9/03/2008 illustrant l'obturation de l'embouchure tidale.

3. Morphologie de l'embouchure tidale

L'embouchure tidale est située au niveau des plages sableuses les plus développées du fond du golfe de Gabès (OUESLATI, 2004). Le champ dunaire constitue une succession continue de crêtes sableuses accolées dépassant, par endroit, 7 m de hauteur. La zone de swash est large de 22 m, elle présente une pente de 8°. La rupture de pente est matérialisée par les chenaux d'exfiltration des eaux de ruissellement, piégées au niveau de l'embouchure tidale. L'estran est assujéti à des mouvements sédimentaires *longshore*, *onshore* et *cross-shore* importants et complexes. Ces mouvements sédimentaires provoquent l'obstruction et la réouverture périodique de l'embouchure de l'oued el Melah. De ce fait, la configuration morphologique de l'embouchure n'est pas figée mais plutôt dynamique. Pendant l'hiver, l'extension latérale de la gorge de l'embouchure dépasse 20 m de large, étant donnée l'action érosive de la houle sur le profil transversal de la plage. Pendant le beau temps, et suite aux accumulations sédimentaires, la gorge de l'embouchure est réduite à quelques mètres de large. De même, la hauteur des berges varie de 0.5 m pendant l'été à 1.8 m pendant l'hiver. Le tracé de l'embouchure est caractérisé par un aspect méandriforme, témoignant de l'ampleur de l'énergie des courants de marée. Par conséquent, il change perpétuellement d'emplacement, traçant une migration latérale, suivant une direction nord-sud, sur une distance de 200 m.

L'analyse granulométrique a montré que le sédiment est constitué de sables moyens bien classés, notamment au niveau de la zone infratidale. Alors qu'au niveau de la zone intertidale, le sédiment est moins classé (voir figure 3). En fait, ce sédiment peut avoir deux origines : il provient du large, par le biais de la houle de court fetch et à partir de l'embouchure d'oued el Melah par le biais du courant de jusant. L'histogramme de

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

l'échantillon prélevé à partir de la zone intertidale montre que 75 % de sédiments ont une taille de grain comprise entre 0.2 et 0.4 mm.

Le bassin versant d'oued el Melah a une forme allongée. Il reçoit 200 mm/an. La lame d'eau ruisselée est estimée à 5.03 mm. Cette lame d'eau charrie annuellement environ 100000 tonnes de sédiments (SOGREAH, 2003).

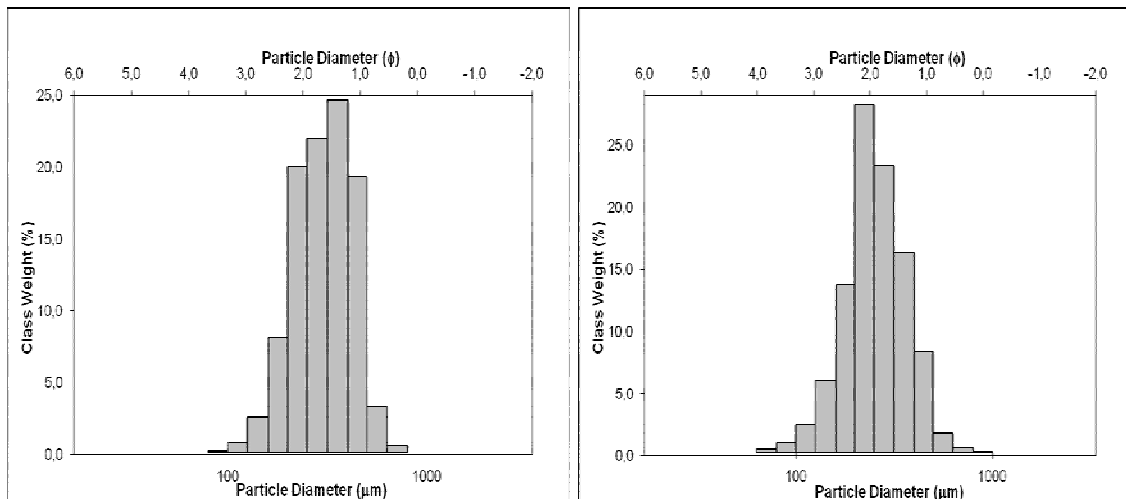


Figure 3. Les histogrammes de fréquences des échantillons prélevés au niveau de la zone intertidale et de la zone infralittorale.

4. Hydrodynamisme

Le site d'étude est soumis à une énergie mixte. L'action de la houle est régie par la marée, induisant une spatialisation des processus hydrodynamiques. L'action conjuguée de la houle et de la marée accentue la complexité des processus hydro-sédimentaires.

Le régime de la houle est caractérisé par une variabilité saisonnière ; la saison estivale est caractérisée par une houle constructive de direction SE. La saison hivernale est dominée par la houle destructive de direction NW à NE, ayant un fetch de 1000 km, (AMARI, 1984). Pendant le mois de mars, des surcotes se produisent puisqu'il y a superposition de la direction du vent (voir figure 4) avec celle de la houle de direction E ayant le plus grand fetch (1200 km), (AMARI, 1984). Au cours du mois de décembre, il y a récurrence de décotes à cause de la prédominance du vent de terre de direction W à WSW (voir figure 5). La hauteur annuelle de la houle du secteur NE est de 2.5 m. Elle atteint le littoral avec une hauteur de 0.9 m. Une dissipation d'énergie se déclenche suite à la diminution de la hauteur engendrant un transport sédimentaire le long du rivage. La houle du secteur E garde ses propriétés physiques (2.2 m de hauteur et 5.5 s de période) au cours de sa propagation vers le littoral et induit des mouvements de sable transversalement dans le profil de la plage. La houle du secteur SE, ayant la plus faible hauteur 1.1 m, induit un engraissement saisonnier du site d'étude, (HYDROTECNICA PORTUGUESA, 1995).

La marée dans le golfe de Gabès est la plus ample de toutes les côtes tunisiennes. Elle est maximale au fond du golfe et décroît sur la périphérie (SAMMARI *et al.*, 2005). Les marnages les plus fréquents y sont de l'ordre de 1 m en période de mortes-eaux, mais ils dépassent des valeurs de 2 m en période de vives-eaux, (ABDENNADHER & BOUKTHIR, 2006). Au large, les courants de marée sont parallèles à la côte, atteignant des vitesses de 15 à 20 cm s⁻¹ (HYDROTECNICA PORTUGUESA, 1995). Au niveau du rivage, ils entretiennent d'une façon continue les embouchures tidales, engendrant des structures sédimentaires de haute énergie, telles que les mégarides et les antidunes. Ces structures sédimentaires sont édifiées par le courant de jusant. Toutefois, le flot constitue un courant de remplissage, favorisant une sédimentation argileuse. Ceci montre une dissymétrie dans l'énergie de la marée avec la domination du courant de jusant.

5. Résultats et discussion

La fermeture de l'embouchure tidale se fait régulièrement à la fin de la saison estivale et irrégulièrement suite à un événement hydrodynamique, accélérant la tendance vers un profil estival (voir tableau 1). Deux modalités d'obstruction, exhibant l'accumulation sédimentaire au niveau du profil de la plage, ont été déduites. La première modalité est assurée, à l'échelle événementielle, par l'action de la dérive littorale et les processus de swash. L'analyse de la situation hydrodynamique qui a précédé l'obstruction de l'embouchure (9/03/2008) montre la prédominance de la houle du secteur NNE (<http://forecast.uoa.gr>), générant un transit sédimentaire du nord vers le sud. La date de l'obstruction, coïncide avec une période de vives-eaux. Les sédiments charriés par la dérive littorale, à partir de la plage Hbecha Methouia, sont déposés, par perte de charge, au niveau de l'embouchure qui constitue une petite baie. L'action érosive est décelée au niveau de la plage source de sédiments (plage Hbecha-Methouia) et se manifeste par la formation d'une microfalaise de 20 cm au niveau du haut de plage. Le matériel déposé au niveau de l'embouchure est estimé à 400 m³ de sable. Cette quantité n'a pas comblé la totalité de l'embouchure ; un ressaut de 30 cm sépare le sédiment déposé du haut de plage. La période de l'obturation n'a duré qu'une semaine, puisque l'eau de mer couvrait la berme en haute marée, alimentant la lagune en eau et en sédiments. Cette charge sédimentaire a provoqué la réouverture de l'embouchure au niveau du même endroit.

La deuxième modalité est assurée, à l'échelle saisonnière, par l'action constructive de la houle du secteur SE. L'engraissement du profil de la plage engendre le remplissage de l'embouchure tidale par les sédiments. Cette action entraîne le rehaussement du profil de l'embouchure qui se met à l'abri de la houle déferlante. Des milliers de mètres cubes de sables sont mobilisés dans cette action, transformant le chenal de l'oued en une vaste lagune côtière. La période de l'obturation dure deux à trois mois. Pendant cette période, des sédiments fins mélangés à des débris de posidonies se déposent et forment un amas

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

dur qui se développe sur quelques centimètres, matérialisant la période de l'obstruction de l'embouchure. La réouverture de l'embouchure est générée par l'action érosive de la houle hivernale. En effet, l'eau de mer passe par-dessus de la berme, formant des structures de débordement (washover) qui constituent un drain d'eau et de sédiments vers la lagune. L'action cumulée de la houle engendre la réouverture de l'embouchure au niveau des chenaux d'inondations et change par conséquent d'emplacement.

La réouverture de l'embouchure, après trois mois d'obturations, montre une coupe lithologique, illustrant la superposition de trois unités sédimentaires (voir figure 6). Cette disposition nous a permis de déduire et reconstruire le réajustement morphologique de la plage qui a mené à l'obstruction de l'embouchure à l'échelle saisonnière. En effet, l'unité basale est représentée par des laminations planes et obliques vers la mer, caractéristiques de la zone intertidale. Cette unité est surmontée par des dépôts plans, légèrement obliques vers la terre (unité intermédiaire), caractéristiques de la zone supratidale. Ce passage illustre l'engraissement du profil transversal de la plage et suite à cette action, l'embouchure de l'oued a été obstruée. L'unité sommitale montre des stratifications planes et obliques vers la mer. Ces dépôts scellent l'unité intermédiaire (voir figure 7) indiquant que les conditions hydrodynamiques régnantes à cette période ont favorisé le départ de sable vers le large et par conséquent l'érosion de la plage et la réouverture de l'embouchure tidale.

La réouverture de l'embouchure tidale à l'échelle saisonnière coïncide avec le mois de décembre. Pendant ce mois, la précipitation moyenne mensuelle atteint 29.6 mm. La précipitation a un caractère orageux et violent ce qui augmente l'érosion de sédiments et le ruissellement des eaux pluviales. Cependant, la forme (allongée) du bassin versant et l'aridité du climat de la région contrarie cette action de ruissellement, favorisant ainsi l'infiltration des eaux au niveau du lit de l'oued avant d'atteindre la mer. L'influence du régime hydrologique d'oued el Melah, sur l'évolution morphologique de l'embouchure tidale, reste limitée. En effet, l'obturation de l'embouchure coïncide avec le mois le plus pluvieux de l'année qui est le mois d'octobre avec une précipitation moyenne mensuelle de l'ordre de 36.3 mm. Ceci montre que l'embouchure tidale est soumise, essentiellement, à l'action de la houle et des courants côtiers.

Tableau 2. Tableau illustratif de la variabilité temporelle et spatiale des événements morphodynamiques.

<i>Intervalle de temps</i>	<i>Obturation</i>	<i>Réouverture</i>
<i>[5/09/2007 – 12/12/2007]</i>	*	
<i>[13/12/2007 – 8/03/2008]</i>		*
<i>[9/03/2008 – 18/03/2008]</i>	*	
<i>[19/03/2008 – 12/10/2008]</i>		*
<i>[13/10/2008 – 26/12/2008]</i>	*	

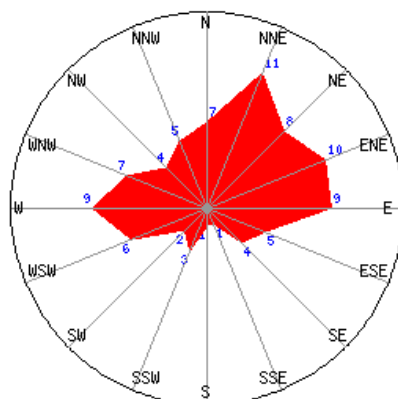


Figure 4. Distribution de la direction du vent pendant le mois de mars au niveau de Gabès (www.windfinder.com).

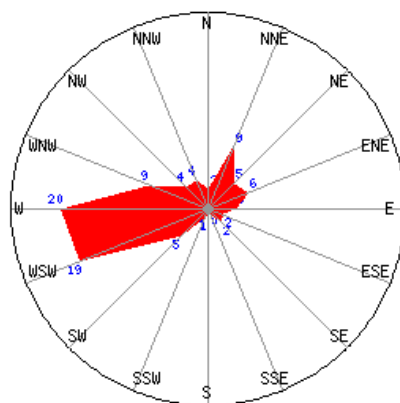


Figure 5. Distribution de la direction du vent pendant le mois de décembre au niveau de Gabès (www.windfinder.com).

6. Conclusions

L'embouchure tidale d'oued el Melah est gouvernée par la houle et la marée induisant des processus hydro-sédimentaires complexes. Ces processus (*onshore*, *longshore* et *cross-shore*), ont pu être identifiés à la suite d'un suivi régulier de l'évolution morphologique de l'embouchure tidale. En effet, le transport sédimentaire est étroitement lié au régime de la houle. L'engraissement du profil de la plage (transport sédimentaire *onshore*), est assuré par la houle estivale de direction SE. Le transport sédimentaire *longshore* est assuré par la dérive littorale à l'occasion de la houle de direction NNE oblique au rivage. Ces mouvements sédimentaires entraînent l'obstruction de l'embouchure tidale d'oued el Melah. L'érosion de la plage (transport sédimentaire *cross-shore*) est assurée par la houle hivernale de long fetch. Ce mouvement sédimentaire engendre la réouverture de l'embouchure tidale.

Le temps de réajustement morphologique du profil de la plage au niveau du site d'étude varie en fonction du phénomène hydrodynamique. En effet, l'action constructive de la houle estivale est ressentie pendant les mois de septembre et octobre ; après trois mois

Thème 2 – Dynamique sédimentaire et transports des particules

d'apports sédimentaires. Alors que l'activité érosive de la houle hivernale est ressentie pendant le mois de décembre ; à la suite de deux ou trois événements tempétueux. Enfin, l'action de la dérive littorale présente le temps de réajustement morphologique le plus rapide ; le jour même, les sédiments sont transportés à partir de la plage Hbecha-Methouia et déposés au niveau de l'embouchure tidale d'oued el Melah.

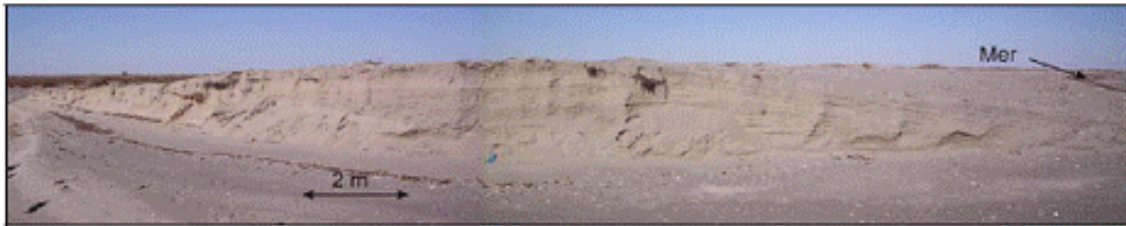


Figure 6. Photo prise le 12/12/2007 au niveau de la berge nord de l'embouchure d'oued el Melah, elle montre la superposition de trois unités sédimentaires.

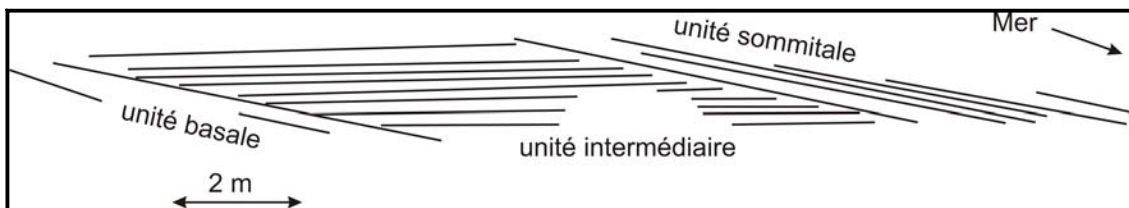


Figure 7. Coupe schématique illustrant les trois unités sédimentaires.

7. Références Bibliographiques

- ABDENNADHER J., BOUKTHIR M. (2006). *Numerical simulation of the barotropic tides in the Tunisian shelf and the strait of Sicily*. Revue, Journal of Marine Systems, Vol. 63 pp 162-182. doi:10.1016/j.jmarsys.2006.07.001
- AMARI A. (1984). *Contribution à la connaissance hydrologique et sédimentologique de la plate forme des kerkena*. Thèse, Université de Tunis, 251 p.
- BEN OUEZDOU H. (1983). *Etudes morphologiques et stratigraphiques des formations quaternaires dans les alentours du golfe de Gabès*. Thèse, Université de Tunis, 220 p.
- HYDROTECNICA PORTUGUESA (1995). *Etude générale pour la protection du littoral tunisien*. Rapport inédit, 165 p.
- OUESLATI A. (2004). *Littoral et aménagement en tunisie*. Ed ORBIS, 534 p.
- SAMMARI C., KOUTITONSKY V.G., MOUSSA M., (2006). *Sea level variability and tidal resonance in the Gulf of Gabes, Tunisia*. Revue, Continental Shelf Research, Vol. 26, pp 338-350. doi:10.1016/j.csr.2005.11.006
- SOGREAH, (2003). *Protection des ressources marines et côtières du golfe de Gabès phase préparatoire du projet GEF/WB TF 022968*. Rapport inédit, 105 p.