

L'ÉROSION DES CÔTES MEUBLES DE L'EXTRÊME NORD-EST DU MAROC

Marc Salmon M.¹, Abdelkader Sbai^{2*}, Taïeb Boumeaza³, M. Benata² et André Ozer¹

(1) Université de Liège (Belgique), Faculté des Sciences, Département de Géographie, Laboratoire de Géomorphologie et Télédétection, Allée du 6 Août, 2 – B11, 4000 Liège

(2) Université Mohammed Ier, Oujda (Maroc), Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Département de Géographie, 60000 Oujda

(3) Université Hassan II, Mohammedia-Casablanca (Maroc), Faculté des Lettres et des Sciences Humaines, Département de Géographie, Laboratoire GESIA, 20800 Mohammedia

*Auteur correspondant. E-mail: sbai_abdelkader@yahoo.fr

Résumé

L'érosion des littoraux est une réalité mondiale. Cette tendance relève en grande partie de deux facteurs : la diminution, voire la disparition dans certains cas, des apports sédimentaires à la côte, et les mouvements eustatiques. L'érosion des côtes meubles est également liée à la montée du niveau relatif de la mer que l'on a évalué à environ 1 mm/an à l'échelle du dernier siècle. Cette évolution est d'autant plus préoccupante qu'aujourd'hui les apports sédimentaires ne suffisent plus à compenser l'élévation du plan d'eau comme cela a pu être le cas à d'autres périodes de l'Holocène. Les littoraux du Maroc n'échappent pas à cette érosion. Dans le cadre d'un développement durable du pays, sa prise en compte lors de l'aménagement touristique des côtes est primordiale. Les interventions de l'homme au niveau du bassin de la Moulouya ou au niveau de la côte ont accentué le phénomène érosif. L'anthropisation des côtes s'est particulièrement accrue au cours des dernières années. Elle a des impacts géomorphologiques et environnementaux considérables et quantifiables au départ de documents télédéctés (couvrant plus de 50 ans). Ainsi, la nouvelle station balnéaire de Saïdia risque de se voir privée à moyen ou long terme de sa plage.

Mots-clés

Erosion côtière, delta, bilan sédimentaire, anthropisation, aménagement du territoire, Maroc

Abstract

The coastal erosion is a worldwide reality. This tendency is largely related to two factors: the decrease, in some cases even the disappearance, of the detrital sedimentary input, and the eustatic movements. The erosion of unconsolidated coasts is similarly linked to the relative sea level rise, estimated to about 1 mm/year over the past century. This evolution is especially worrying because the current sedimentary contribution to the coasts is no longer able to compensate for the rise of water as it was previously during the Holocene. The coasts of Morocco also suffer from such a situation that, following the rules of a sustainable development, should be taken into account in their touristic planning. The human interventions in the Moulouya watershed and along the coastline have increased the erosion of the coasts of NE Morocco. In particular, the recent increase in coast anthropisation is spectacular, with considerable geomorphological and environmental impacts that can be evaluated by the use of remote sensing data covering more than 50 years. At the long or even the middle term, this threatens the beach of the Saïdia sea resort.

Keywords

Coastal erosion, delta, sedimentary budget, anthropisation, land planning, Morocco

1. INTRODUCTION

1.1. Un secteur d'étude

Le littoral méditerranéen oriental du Maroc s'étire sur près de 200 km (fig. 1 et 2), de l'embouchure de l'oued Nekor à l'ouest jusqu'à celle de l'oued Kiss à l'est. Il présente un tracé tourmenté qui voit alterner des côtes rocheuses accidentées (Temsamane, Beni Saïd, Cap des Trois Fourches et Cap de l'Eau) et des côtes sableuses d'étendue variable s'appuyant sur des pointes rocheu-

ses. Cette façade se compose en fait de deux portions en arc de cercle de longueur similaire qui se rejoignent au Cap des Trois Fourches (fig. 2).

Cet article se limitera à l'étude du trait de côte situé à l'extrémité est du littoral méditerranéen du Maroc, entre Cap de l'Eau et la ville de Saïdia. Cette zone correspond à une plage de 22 km de long, la plus longue de l'ensemble du littoral méditerranéen marocain, qui démaigrît depuis près de 50 ans. La vitesse de recul y a été estimée à 1 m/an, avec localement, au niveau de l'embouchure de l'oued Moulouya, une vitesse de retrait de

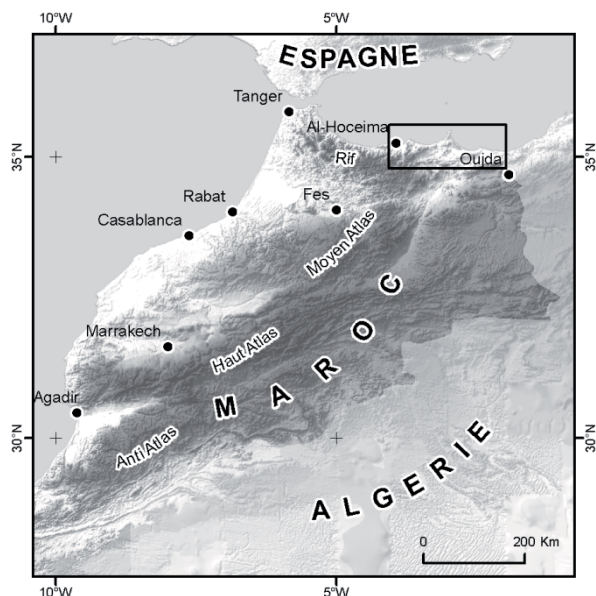


Figure 1. localisation du littoral méditerranéen à l'extrémité nord-est du Maroc (Fond de carte: Modèle numérique de terrain GTopo30).

8 m/an (Sbaï, 2008)). Le bilan sédimentaire était encore excédentaire jusqu'à 1958. Depuis cette date, il est en déficit à l'embouchure de l'oued.

Sur le plan administratif (fig. 3), la zone d'étude fait partie de la Région de l'Oriental et des provinces de Berkane et de Nador. Elle concerne la commune urbaine de Saïdia et les communes rurales de Madagh, Laâtamna et Ras El Ma.

Le cadre naturel correspond à une vaste plaine côtière plane dont l'altitude est inférieure à 6 m. Présentant une largeur constante de 2,5 km à l'est de l'oued Moulouya, elle se resserre vers l'ouest jusqu'au Cap de l'Eau. Les cordons dunaires du littoral de Saïdia-Cap de l'Eau sont

des accumulations de sable, fixées ou mobiles, formant un système de dunes presque parallèles à la ligne de côte typique d'une plaine d'accumulation. On distingue généralement cinq stades dans la chronologie de mise en place de ces cordons dunaires qui matérialisent les anciennes positions du trait de côte (Zourarah, 1995; Irzi, 2002).

1.2. Un site de grande valeur touristique

La présence au niveau de la plaine côtière d'une nappe phréatique salée et de sols argileux salés, rend difficile sa mise en valeur agricole. En revanche, la plage de sable présente un grand intérêt pour le tourisme balnéaire.

La ville de Saïdia, située à la limite est de la zone d'étude, est depuis longtemps un lieu de tourisme national. Depuis 2001, son statut a été renforcé par l'adoption par le Gouvernement marocain du plan Azur qui avait pour objectif de tripler le nombre de touristes accueillis chaque année par le pays pour le porter à dix millions en 2010. Ce plan prévoyait, à l'échelle du Maroc, la création de six stations touristiques intégrées : Saïdia, Mogador, Lixus, Mazagan, Taghazout et Plage-Blanche.

La Nouvelle Station Touristique de Saïdia (NSTS), appelée Méditerranée-Saïdia, est située à 60 km au nord d'Oujda et à seulement quelques kilomètres à l'ouest de Saïdia. Le projet qui s'étend sur une superficie de 713 ha, a été lancé par le promoteur immobilier espagnol FADESA. Depuis fin 2007, l'achat de 50% des parts de la filiale FADESA-Maroc par le groupe marocain Adohha a diminué la participation espagnole dans le projet.

C'est le plus grand chantier touristique jamais réalisé au Maroc. Il comporte une *marina* (port de plaisance,

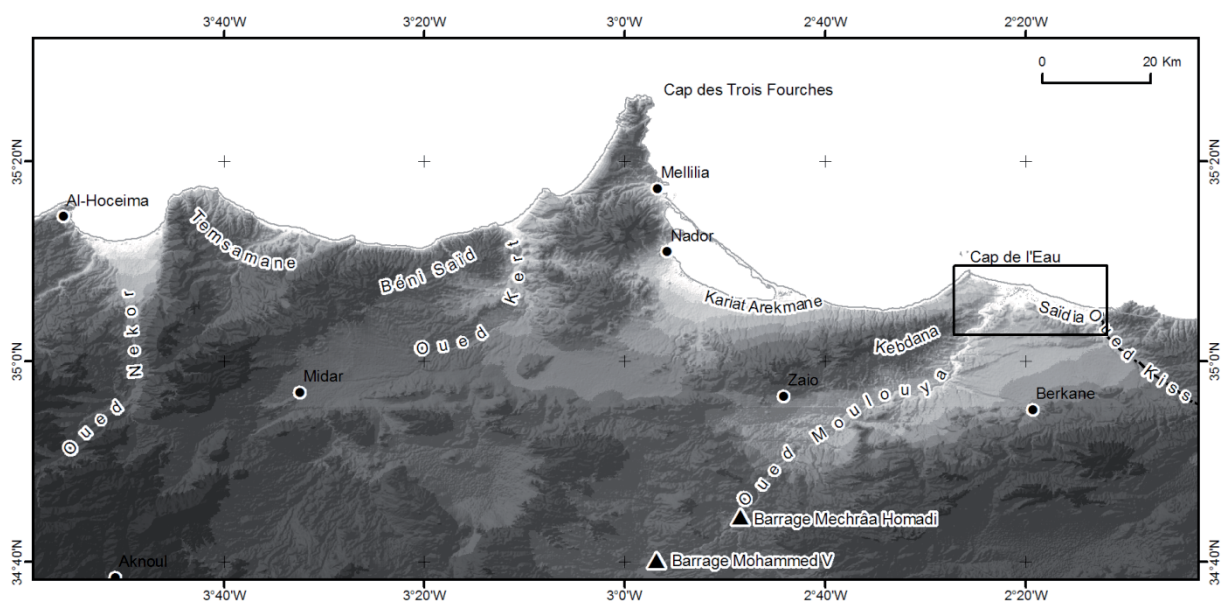


Figure 2. Localisation de la plage entre Cap de l'Eau et la ville de Saïdia (zone d'étude) (Fond de carte: Modèle numérique de terrain SRTM).

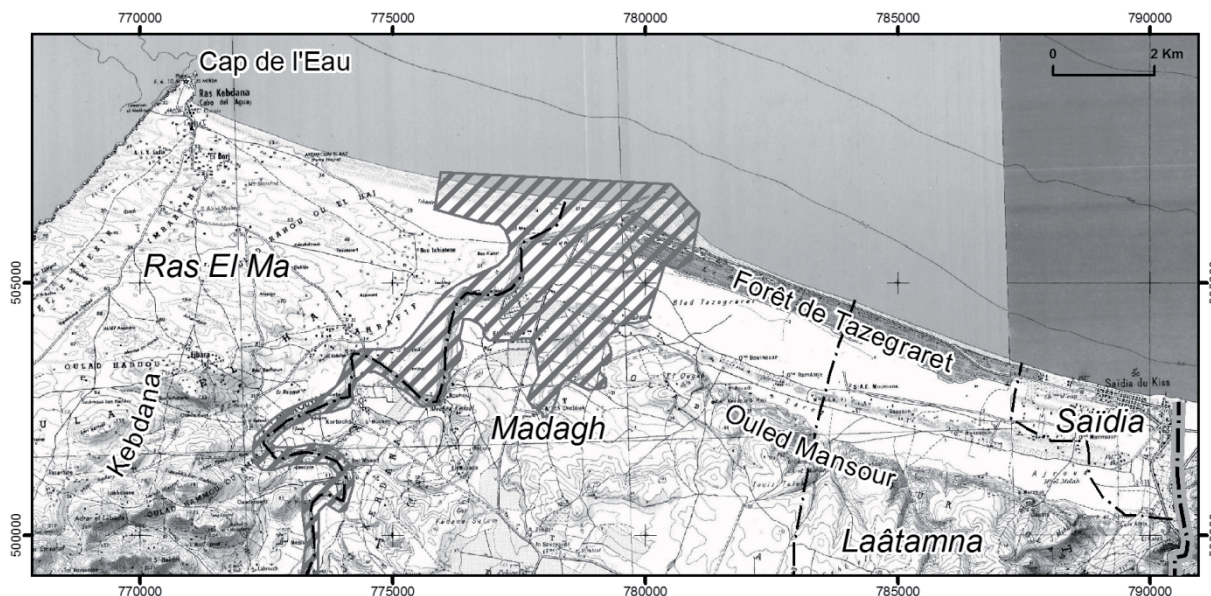


Figure 3. La plaine côtière entre Cap de l'Eau et la ville de Saïdia ainsi que l'extension du site d'intérêt biologique et écologique (SIBE) de l'embouchure de l'oued Moulouya (en hachuré gris) (Fond de carte: cartes topographiques 1/50 000 de Saïdia du Kiss (1956) et Les Triffa (1965)).

centre commercial, base nautique), des hôtels de haut standing, des villas, des appartements, des résidences touristiques, des villages touristiques, trois parcours de golf de 18 trous, un aquapark, un centre de thalassothérapie, un palais des congrès, une clinique et des équipements sportifs (piscines, stades de football et d'athlétisme, courts de tennis).

De même, pour la mise à niveau de la région riveraine au projet, une importante infrastructure a été mise en place en matière de routes, d'adduction d'eau potable et de prélèvement d'eau pour l'irrigation des terrains de golf, d'électricité, d'assainissement, de protection contre les inondations.

Enfin, il faut souligner qu'entre l'embouchure de la Moulouya et la NSTS, est localisé depuis 1994 un site d'intérêt biologique et écologique (SIBE) bénéficiant d'un statut particulier de protection.

1.3. Un cadre juridique

Le domaine littoral en général et les SIBE comme l'embouchure de l'oued Moulouya en particulier sont des espaces environnementaux et paysagers à protéger. Ils profitent d'une législation appropriée mais dont le respect est limité en raison du manque de contrôle.

Au niveau international, le Maroc a ratifié une cinquantaine de traités relatifs à la gestion des zones littorales, dont une moitié sur la conservation de la biodiversité. Ainsi, la Convention sur la diversité biologique a été ratifiée en 1995. L'intégration des conventions dans le droit national n'est toutefois pas complète. Il est à noter que le SIBE de la Moulouya fait partie du projet régional méditerranéen MedWetCoast sur la conservation des zones humides depuis 1999 et de la convention RAMSAR sur la protection des zones humides depuis

2005. A ce titre, il doit bénéficier de la part du Maroc de mesures de protection.

Au niveau national, le «Dahir» de 1926 sur le Domaine Public Maritime (DPM) y interdit la création de décharges, l'installation d'édifices limitant la circulation et surtout l'extraction de matériaux. Toutefois, la définition même du DPM n'est pas claire et ne prend pas en compte les unités géomorphologiques du littoral. La loi sur la Pêche Maritime (PM) de 1973 règle, outre les aspects propres à la pêche, la protection des espèces marines vis-à-vis des rejets d'eaux usées. Le décret de 1996 sur la préparation et la lutte contre la pollution marine accidentelle précise la loi et la rend plus fonctionnelle. Depuis 2003, les lois sur la protection et la mise en valeur de l'environnement et sur les Etudes d'Impact sur l'Environnement (EIE) prennent des dispositions sur la protection de l'environnement marin et côtier (notamment sur la gestion intégrée et durable de l'écosystème du littoral et sa préservation), sur les conditions d'exploration, d'exploitation et de mise en valeur des ressources, sur les critères définissant les aires spéciales protégées, ainsi que sur les mécanismes et les moyens de protection. La loi sur les EIE est la seule à caractère préventif, avec intégration d'un volet de consultation publique.

Enfin, le groupe FADESA-Maroc s'est engagé à la signature de la convention du 27 août 2003 à préserver et protéger l'environnement en général et spécialement les dunes, comme cela a été stipulé dans l'article 3-3 du cahier des charges urbanistiques approuvé en novembre 2003. Dans les faits cependant, le cordon dunaire n'a pas été respecté. Il a été décapé en entier et les hôtels ont été construits en front de mer, sur les dunes bordières.

2. EVOLUTION DU TRAIT DE CÔTE

2.1. La préparation des données télédétectées

L'évolution de l'embouchure de la Moulouya et de la plage a été analysée par l'interprétation visuelle de données de télédétection (tableau 1).

Les données qui ont été utilisées sont les photographies aériennes de 1958, 1963, 1980, 1988, 1995 et 2004 acquises auprès de différentes administrations maro-

caines, une photographie satellitaire CORONA du 20 novembre 1970, une image satellitaire Aster du 20 mars 2001 (15 m de résolution au nadir en visible et proche infra-rouge (VNIR)), ainsi qu'une image satellitaire GeoEye du 28 avril 2009 (0,41m de résolution au nadir en panchromatique et 1,65 m en multispectral). La photographie satellitaire CORONA et l'image GEOEYE ont été achetées dans le cadre d'un programme de la Commission Universitaire pour le Développement (CUD).

Tableau 1. Données de télédétection utilisées.

Année	Type de document	Fournisseur	Echelle/Résolution*
1958	Photographie aérienne	IGN Rabat	1/50 000 (5 m)
1963	Photographie aérienne	IGN Rabat	1/40 000 (4 m)
1970	Photographie satellitaire CORONA	USGS	PAN stereo: 2 m
1980	Photographie aérienne	ORMVAM Berkane	1/20 000 (2 m)
1988	Photographie aérienne	DFCTT Rabat	1/40 000 (4 m)
1995	Photographie aérienne	DPAE Rabat	1/20 000 (2 m)
2001	Image satellitaire ASTER	EOS NASA	VNIR: 15 m SWIR: 30 m TIR: 90 m
2004	Photographie aérienne	DPAE Rabat	1/20 000 (4 m)
2009	Image satellitaire GEOEYE	GeoEye	PAN: 0,41 m MS: 1,65 m

* La résolution reprise entre parenthèse correspond à la taille du pixel après scannage des photographies aériennes.

Les données topographiques à notre disposition se limitent aux feuilles NI-30-XXII-2b (Saïdia du Kiss) et NI-30-XXI-2a (Les Triffa) de la carte topographique du Maroc à l'échelle 1/50 000 dressées respectivement en 1956 et 1965. Cependant, la précision géométrique de l'image GeoEye de 2009 étant meilleure, cette dernière, préalablement reprojetée vers la projection cartographique Lambert conique conforme Nord Maroc sur base de l'ellipsoïde Clarke 1880 et du système géodésique de Merchich, a été privilégiée comme référence. La correction géométrique des autres documents télédéteints a été menée par la collecte de points de contrôle.

Ces documents révèlent des situations ponctuelles (le trait de côte, un bras d'oued délaissé, ... à un moment précis) mais peuvent surtout, par comparaison, mettre en évidence les différentes phases de l'évolution géomorphologique du secteur et de l'aménagement des terres (Sbai et Bouazza, 2002; Boumeaza, 2002; Hagelstein, 2005; Marek, 2007; Nahon, 2008; Sbai, 2008; Boumeaza, 2008; Bouabdallah et Larue, 2009).

2.2. Les résultats

Avant 1958, malgré la dérive littorale et du fait de l'importance des apports alluviaux, le delta de l'oued Moulouya était en progradation. Sur sa rive droite, d'anciens méandres sont bien visibles sur les documents télédéteints. L'année 1958 vit la construction du pre-

mier barrage sur l'oued Moulouya, localisé à 60km de l'embouchure, à savoir le barrage Mechrâa Homadi.

Lors des fortes crues de mai 1963 (8 000 m³/s et 6 075 m³/s mesurés au niveau du barrage Mohammed V (Marek, 2007; Nahon, 2008)), l'oued Moulouya a changé pour la dernière fois son cours et la localisation de son embouchure (fig. 4 et 5). Une rupture du cordon littoral est intervenue à la suite des crues et a permis la constitution d'une nouvelle embouchure plus de 1 500m à l'ouest de la précédente. De même, une grande part de la plaine littorale (plus de 600 ha) localisée entre la falaise morte des Ouled Mansour et le cordon littoral actuel a subi une inondation (fig. 4). Depuis lors, la construction en 1967 du barrage Mohammed V, 15km en amont du précédent, a permis d'écarter les débits de crue et de limiter les impacts de tels événements.

De 1958 à 2009, l'embouchure de la Moulouya a connu une évolution importante. La figure 5 met en évidence que le delta de l'ancienne embouchure a régressé dès la fin de son alimentation en 1963. Par contre, un nouveau delta s'est construit au niveau de la nouvelle embouchure entre 1963 et 1970. La figure 6 montre que depuis 1970, il s'est à son tour mis à régresser, à tel point que l'ensemble de la ligne de rivage s'est presque régularisée. Au final, le premier delta a perdu une superficie de 103 ha et le second a gagné puis reperdu une surface de 42 ha.

Juste à l'ouest de l'embouchure (fig. 7, secteur 2), la plage est actuellement en érosion, ses sédiments déri-

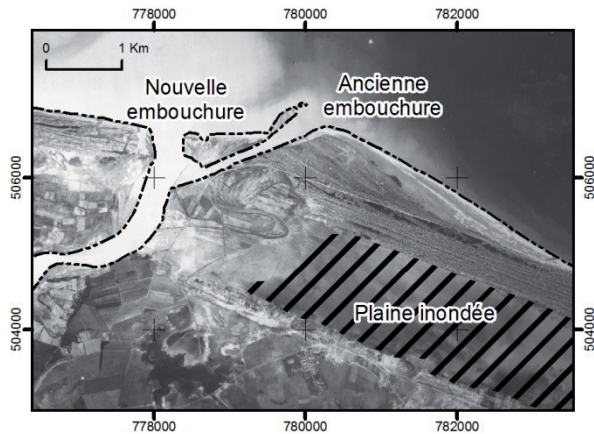


Figure 4. La photographie aérienne de 1963 met en évidence la constitution d'une nouvelle embouchure plus à l'ouest que la précédente par rupture du cordon dunaire suite aux fortes crues de la même année, ainsi qu'une large inondation de la plaine littorale causée par la remontée de la nappe et l'accumulation des eaux pluviales en provenance des versants des Oued Mansour (Fond de carte: photographie aérienne de 1963).

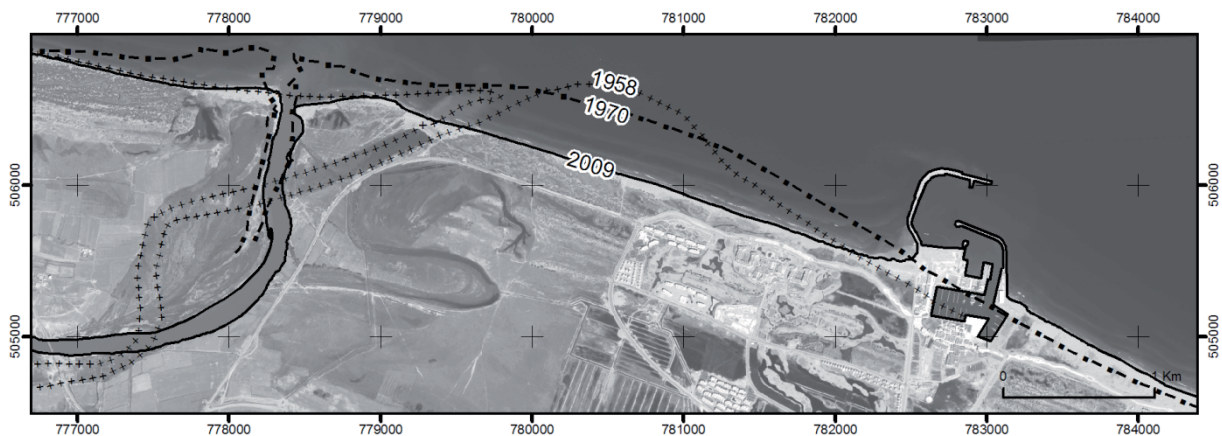


Figure 5. La plage entre Cap de l'Eau et la ville de Saïdia a connu trois événements d'importance ayant modifié son profil: la crue de 1963 (fig. 4) a déplacé l'embouchure de la Moulouya vers l'ouest (traits de 1958 et 1970), la construction des barrages sur le même oued a engendré un recul du delta (traits de 1970 et 2009) et la construction du port de Saïdia en 1997 a stoppé le transit sédimentaire vers l'est (trait de 2009) (Fond de carte: image satellitaire de 2009).

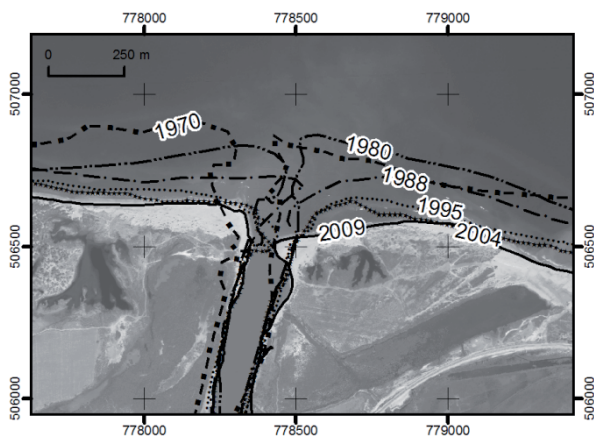


Figure 6. Entre 1970 et 2009, l'extrémité du delta de la Moulouya a reculé, pour la partie est, de 320 m, soit 8 m/an (22 m/an entre 1980 et 1988). Pour la partie ouest, depuis 1970, le recul est de 275 m (7 m/an). (Fond de carte: image satellitaire de 2009).

vant vers l'ouest et s'accumulant en direction du port installé à l'abri du Cap de l'Eau (secteur 1). Là-bas, l'accumulation des sables a produit un élargissement de 264 m de la plage entre 1958 et 2009, et des opérations de dragage doivent se faire de temps en temps à l'entrée du port.

La plage localisée à l'est de l'embouchure a connu une série d'aménagements importants ayant entraîné des impacts plus conséquents sur le transit sédimentaire. Ainsi, ce sont près de 8,5 km de côte, sur un total de 12 km, qui affichent un recul.

En 1997, la Direction des Ports et du Domaine Public Maritime du Royaume du Maroc a implanté à 4 km à l'est de l'embouchure de la Moulouya un port destiné initialement à la pêche et accessoirement à la plaisance, divisant la plage en deux parties (fig. 7, secteurs de part et d'autre de la zone 3). La présence de ce port constitue un obstacle au transit sédimentaire vers l'est. Ainsi, la partie ouest s'engraisse de plus en plus par les sédiments provenant du démantèlement du delta

ou des apports résiduels de la Moulouya, entraînant un ensablement de l'accès au port qui doit être régulièrement dragué (Hagelstein, 2005). Faute d'apports sédimentaires, la partie orientale (secteur 4) démaigrir par contre de plus en plus (Hagelstein, 2005; Sbaï, 2008). A proximité immédiate du port (fig. 7, secteur 3), les modifications de la houle engendrées par les jetées ont provoqué une légère accumulation de sables du côté ouest (4.5 ha de surface supplémentaire) mais aussi de l'autre (~1.5 ha, fig. 8). Il est à noter qu'à l'origine, l'entrée du port avait été orientée vers l'ouest et avait immédiatement causé de fortes accumulations sableuses en provenance du delta de la Moulouya. Désormais, le port a été agrandi vers l'intérieur des terres et, entre 2008 et 2009, s'est vu complété d'une nouvelle longue jetée à l'ouest pour protéger l'ancienne entrée vis-à-vis de l'importante dérive sédimentaire vers l'est.

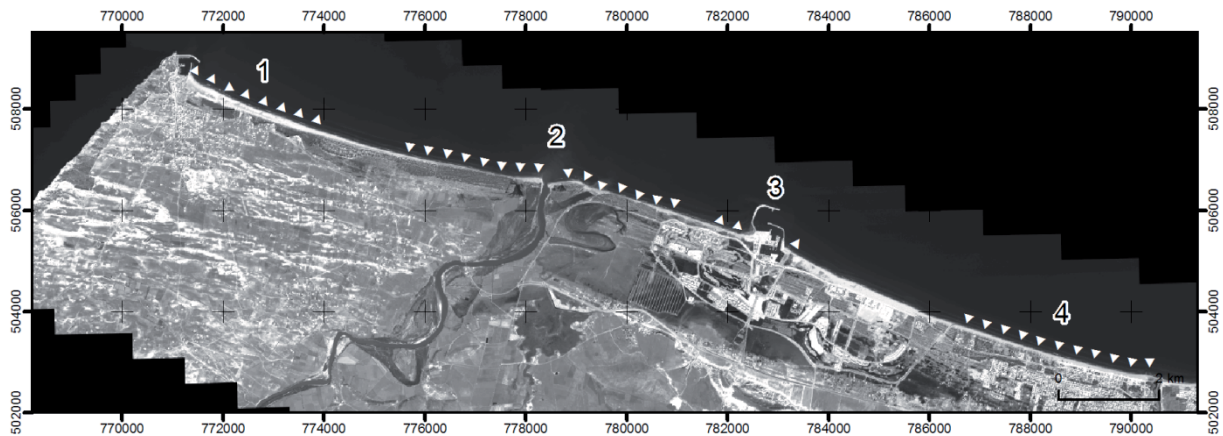


Figure 7. La plage dans son ensemble présente quatre secteurs distincts par leur dynamique sédimentaire: le Cap de l'Eau (1) où s'accumulent les sédiments venant de l'embouchure de la Moulouya en érosion (2), le nouveau port de Saïdia (3) qui fait obstacle au transit sédimentaire, ainsi que la plage de la ville de Saïdia (4) en déficit (Fond de carte: image satellitaire de 2009).

Enfin, si, depuis la construction des retenues de barrage sur la Moulouya, le recul de la plage à l'est de l'embouchure a été relativement limité du fait de la grande quantité de matériaux disponibles au niveau du delta, le recul du delta lui-même semble avoir ralenti depuis 1995, peut-être en relation avec la forme plus rectiligne qu'il présente dorénavant, et la présence du port de plaisance bloque le transit sédimentaire et accumule le sable le long de ses digues. Ainsi, le démaigrissement important de la plage observé au niveau de la ville de Saïdia (1 m/an) pourrait la menacer de disparition totale à moyen terme. A noter que Bouabdallah et Larue (2009) sont récemment arrivés à des conclusions fort proches, sur base d'une série temporelle arrêtée en 2004 et ne comprenant pas les photographies aériennes de 1963, année de l'inondation, et de 1980, ni la photographie satellitaire CORONA de 1970.

3. CAUSES DE L'ÉROSION DES PLAGES ET IMPACTS DES PROJETS D'AMÉNAGEMENT

L'érosion des plages implique une disproportion entre

les apports et emports en sable. Les actions anthropiques ont généralement un rôle perturbateur dans le fragile équilibre sédimentaire des rivages marins. Ainsi, des travaux d'intérêt public peuvent déclencher ou aggraver l'érosion sur des plages voisines.

La construction des deux barrages en 1958 puis 1967 sur la Moulouya, a diminué l'alimentation en sédiments de l'oued d'environ 95%. Le bassin versant en amont du barrage Mohamed V a une superficie de 49 000 km², tandis que le bassin aval a une superficie de 4 000 km². Snoussi et Imassi (2003) ont calculé le rapport entre la décharge annuelle et les précipitations avant et après la construction du barrage et confirment la tendance. Les débits élevés que peut connaître la Moulouya constituent le facteur principal du remaniement du lit et des berges. Les grandes modifications s'effectuent lors des grandes crues, et l'on constate alors un apport considérable en sable. Ainsi, selon l'Agence hydraulique du bassin de la Moulouya repris par Marek (2007) et Nahon (2008), le barrage Mohamed V, d'une capacité en eau de 730 10⁶ m³ à la cote NGM 217,50 (Niveau

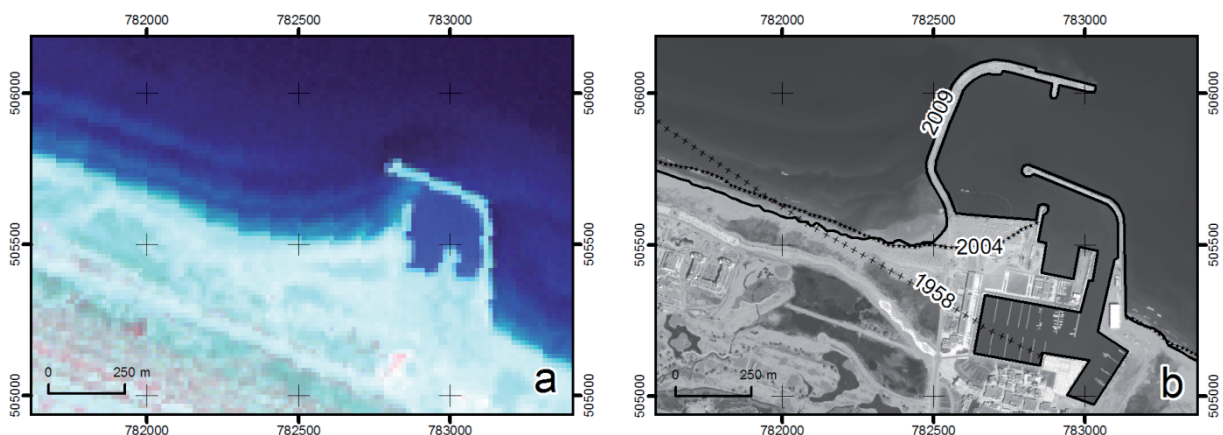


Figure 8. A. L'image satellitaire Aster de 2001 présente le port avec son entrée initialement orientée vers l'ouest qui est ensablée par les accumulations sableuses engendrées par le blocage du transit sédimentaire. Deux barres sous-marines sont également observées à 70 et 180 m de la côte. B. L'image satellitaire GeoEye de 2009 présente l'agrandissement opéré vers l'intérieur des terres ainsi que la construction d'une digue de protection face à la précédente entrée et l'inversion du sens de l'accès du port.

Général Marocain), a retenu en 40 ans de fonctionnement quelques $400 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ de sédiments, soit 55 % de son capacité. Le barrage Mechrâa Homadi construit en 1955 avait une capacité de $42 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Il est actuellement à $8 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ (soit 80% de remblaiement). La charge qui a permis la construction au cours de l'Holocène des terrasses limoneuses de la basse Moulouya (Pissart et Boumeaza, ce vol.) contribue dorénavant au comblement du barrage Mohamed V, lequel risque d'être totalement comblé d'ici 2030. Parallèlement, le delta de la Moulouya ne progresse plus sur la mer; il subit un recul estimé à une moyenne de 8 m/an depuis 1958 (Sbaï *et al.*, 2002).

L'érosion de la plage a commencé avec l'édification des barrages. Mais, cette érosion a été accélérée par des interventions humaines directement sur le milieu littoral. Une autre cause du recul des plages est l'exploitation du sable dans les lits des cours d'eau et sur la plage. La société FADESA pour réaliser le complexe touristique Mediterranean-Saïdia, prélève le sable nécessaire aux différents remblais et constructions directement dans la plaine littorale entre l'embouchure de la Moulouya et la ville de Saïdia (Marek, 2007).



Figure 9. Le tronçon de la route qui assurait la liaison entre l'embouchure de la Moulouya et la ville de Saïdia et le cordon dunaire qui la séparait de la plage. L'élargissement de la route a provoqué l'arasement des dunes bordières, ce qui a favorisé leur mobilité et l'ensablement de la route à cet endroit.

De même, sur les 6 km de côte alloués au projet, la dune bordière a presque totalement disparu: soit elle a servi et elle sert encore de sablière, soit elle a été aplaniée pour le passage de la corniche (fig. 9) et l'édification des «beach-clubs», des hôtels et des bâtiments à proximité du rivage (fig. 10). Une plage amputée de sa partie haute voit l'équilibre de son profil rompu suite à la rupture des échanges entre la plage et la dune bordière (principe de Bruun *in* Paskoff, 1994). Cette dune ne peut en effet plus accomplir son rôle essentiel de réserve de sable pour la plage. La destruction des dunes à proximité de la route aura des conséquences néfastes sur l'écosystème dunaire, l'ensablement de l'arrière-pays et la disparition sur plus de 8 ha de la végétation naturelle qui recouvre ces dunes. Des observations de terrain en mai-juin 2008 ont permis d'évaluer à

$180 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ les volumes de sable déplacés.

La forêt de Tazegraret (fig. 3), qui comptait 550 ha à la fin de sa plantation en 1951 et jusqu'en 1970, ne comprenait plus que ~300 ha en 2004, au démarrage du projet de la NSTS. Elle jouait un rôle écologique très important pour protéger la zone de l'ensablement en fixant les dunes. Lors de la cession de cette forêt aux lotisseurs, les responsables des Eaux et Forêts, tout en acceptant de légers aménagements, souhaitaient expressément que cet espace très fragile soit manipulé avec prudence.

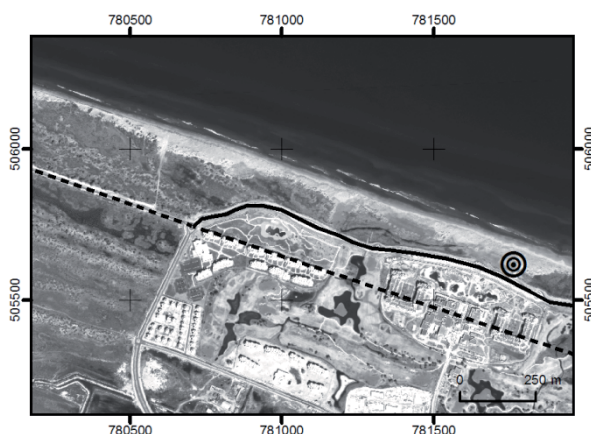


Figure 10. Les dunes bordières localisées entre l'ancienne route (en traits discontinus) et la mer ont vu l'installation de nouveaux hôtels, d'une promenade en front de mer (en trait continu) et d'un des dix-sept *Beach Clubs* (cercles concentriques) prévus dans le projet initial de FADESA. Cela a rompu l'équilibre sédimentaire de la plage (Fond de carte: image satellitaire de 2009).

La pression de fréquentation joue également un rôle dans la dégradation des plages. Effectivement, les touristes emportent du sable chaque fois qu'ils fréquentent la plage. Quand on sait que la population de Saïdia en période estivale peut atteindre 300 000 personnes et que le projet touristique intègre 16 000 lits d'hôtel et 3 000 logements individuels supplémentaires, cela peut devenir considérable.

Enfin, les limites du complexe touristique avoisinent celles du Site d'Intérêt Biologique et Ecologique (SIBE) de la Moulouya. Pendant la période de construction et dans les années à venir, ce dernier va souffrir d'une fréquentation touristique plus importante, surtout en été. Les aménagements touristiques qui sont effectués dans le SIBE de la Moulouya ou dans son voisinage immédiat sont réalisés sans tenir compte du statut particulier de ce site et sans tenir compte de sa valeur écologique et de son importance pour la biodiversité. Aucune étude d'impact, pourtant prévue par la loi marocaine, n'a été effectuée pour prévenir les préjudices et les dommages au SIBE. Les travaux effectués par les services de l'Etat pour la réalisation de la voie de contournement, par l'Agence du Bassin de la Moulouya pour la réalisation du canal d'évacuation des crues, et par la Direction des Ports et du Domaine maritime pour la construction

de la digue de la marina de plaisance risquent de causer des dommages irréversibles à la nature et à la biodiversité par la fragmentation des habitats et la pollution du SIBE.

Nous pouvons considérer désormais que le site de la Moulouya est une zone sinistrée qui a été fortement dégradée à la suite des aménagements et de la construction de la NSTS dans le cadre de la nouvelle stratégie du Plan Azur pour développer le tourisme de masse.

Par ailleurs, dans la plaine littorale, les épisodes d'inondation ne sont pas nouveaux puisque plusieurs événements pluvieux exceptionnels et des débits critiques ont été enregistrés auparavant. Les inondations des années 1963 (fig. 4), 1968, 1986, 1994, 2006 et 2008 nous rappellent les enjeux des risques hydrologiques (fig. 11). Snoussi *et al.* (2008) ont étudié le risque d'inondation face à la hausse du niveau de la mer et cartographié les zones vulnérables de cette plaine en envisageant deux scénarios avec des élévations respectives de 2 et de 7 m, ce qui nous semble toutefois très hypothétique à l'horizon 2100.



Figure 11. Le remblai de la NSTS empêche l'écoulement des eaux et prolonge la durée des inondations de la plaine littorale.

Le risque concerne bien la totalité de la zone inondable mais il convient de préciser que celui-ci intéresse surtout les quartiers situés dans les espaces interdunaires. Certains secteurs urbanisés, situés dans les zones où la nappe est superficielle ou implantés au sein même de la zone inondable, sont totalement ou partiellement menacés par les inondations.

Les eaux continentales de l'oued Kiss, de la Moulouya et des oueds en provenance des collines marneuses des Ouled Mansour, constituent un premier facteur de danger. Les données historiques indiquent des débordements et des inondations de la ville de Saïdia à plusieurs reprises, associées à la dynamique de ces axes de drainage. Un deuxième facteur correspond à la remontée de la nappe en surface lorsque les précipitations sont assez importantes. Enfin, un troisième facteur aggravant résulte du manque d'infrastructures qui permettraient l'absorption et l'évacuation des eaux en milieu urbain. A cela, on doit ajouter l'insuffisance de la capacité hydraulique du système d'assainissement existant, l'occupation anarchique du sol, et la croissan-

ce de la ville qui a davantage exposé certains quartiers au risque d'inondation.

4. CONCLUSIONS

Le littoral entre Cap de l'Eau et la ville de Saïdia présente deux ensembles distincts. Le premier, à l'ouest de l'embouchure de la Moulouya, qui constitue pour une grande partie une zone protégée, a subi une forte érosion au niveau du delta et une forte accumulation à l'autre extrémité, près du cap. Si la situation reste en l'état, la dynamique devrait se ralentir suite à la régularisation du trait de côte. Par contre, le deuxième ensemble, entre l'embouchure de la Moulouya et la ville de Saïdia a connu l'implantation d'un nouveau port et d'un complexe touristique qui ont modifié plus profondément la dynamique sédimentaire de la plage.

Le problème d'ensablement du port de Saïdia n'est qu'un avant-goût des problèmes auxquels la ville et le complexe touristique Meditterania-Saïdia risquent d'être confrontés dans les années à venir. Il est loin d'être spécifique à la zone de Saïdia. Le transit sédimentaire provenant de l'embouchure de la Moulouya a manifestement été sous-estimé dans l'étude préalable à l'implantation du port. L'entrée aurait dû être orientée vers l'est et l'accumulation de sable face à la dérive aurait alors été négligeable. Par contre, l'ouvrage constitue une entrave aux apports sédimentaires et l'érosion à l'est du port aurait de toute façon été observée, affectant ainsi une plage réputée et très fréquentée.

Le recul du trait de côte a été amorcé lorsque des barages ont été construits sur la Moulouya, constituant d'immenses et efficaces pièges à sédiments et réduisant son rôle de pourvoyeur de la côte en charge solide. Dans un premier temps, l'érosion du delta a permis de poursuivre l'alimentation des plages en sable. Au niveau de la ville de Saïdia, on doit toutefois reconnaître que le recul du trait de côte est pour l'instant difficilement perceptible à partir des photos aériennes, des images satellites et des relevés GPS. Des mesures de défense peuvent néanmoins être d'ores et déjà prises.

Au niveau du complexe touristique Meditterania-Saïdia, les aménagements réalisés à proximité de la plage annoncent une aggravation de la situation. En particulier, les constructions réalisées sur le haut de la plage et sur la dune bordière (promenade et *Beach Clubs*) ne peuvent qu'entraîner un amaigrissement, puis un recul de la plage. Cette avancée de la mer, en plus de priver le site d'un de ses atouts majeurs, à savoir sa «longue plage de sable blanc», menacera à terme toutes les constructions situées sur la dune et le haut de la plage.

Bibliographie

- Bouabdallah, M. et Larue, J-P., 2009. Évolution du littoral de la baie de Saïdia : dynamique naturelle et impacts des aménagements (Maroc oriental), *Physio-Géo*, 3, 113-130.
- Boumeaza, T., 2002. Le cours inférieur de la Moulouya : morphologie quaternaire, dynamique fluviale et

- morphologie côtière du littoral entre Kebdana et Saïdia (Maroc oriental, Maroc). Thèse de doctorat, Univ. de Liège, Fac. Sc., 340p.
- Boumeaza T. 2008. Le littoral du Maroc nord-oriental (Maroc) : Environnement, impact des barrages et synthèse d'évolution de 1949 à 2005. Actes du colloque «Des littoraux et des Hommes», en hommage à R. Paskoff, Oujda, 2006, pp. 13-27.
- Hagelstein, S., 2005. Gestion des risques naturels dans la plaine littorale de Saïdia (Maroc oriental), Mémoire de 3^{ème} cycle, Univ. de Liège, FUSAGx, 45p.
- Irzi, Z., 2002. Les environnements du littoral méditerranéen du Maroc compris entre l'oued Kiss et le Cap des Trois Fourches. Dynamique sédimentaire et évolution et écologie des foraminifères benthiques de la lagune de Nador. Thèse de Doctorat. Univ. Med 1er, Fac.Sc., Oujda, 311p.
- Marek, A., 2007. Analyse de la Nouvelle Station Touristique de Saïdia (Maroc Oriental) dans le cadre du développement durable, Mémoire de Licence, Univ. de Liège, Fac. Sc., Liège, 156p. + annexes.
- Nahon, C., 2008. Les apports de la télédétection dans l'étude diachronique de l'envasement de barrage : le cas des retenues Mohammed V et Hassan II (bassin de la Moulouya, Maroc oriental. Mémoire de Licence, Fac. Sc., Univ. de Liège, Liège, 156p. + annexes.
- Paskoff, R., 1994. Les littoraux. Impacts des aménagements sur les littoraux. Masson, 256p.
- Sbai, A., 2008. L'érosion des côtes meubles du Maroc nord-est. 15^{ème} Rencontre des Géomorphologues marocains. «Le Maroc méditerranéen : Dynamique actuelle et mutations spatiales». Université Abdelmalek Essaâdi. Tetouan, 29-30 mai 2008.
- Sbai, A. et Bouazza, A., 2002. Evolution géomorphologique et dynamique récente de la plaine littorale de Saïdia (Maroc NORD-EST). In Le littoral méditerranéen oriental : Diagnostic et choix de développement et d'aménagement. Colloque national, 13-14 février 2002, Oujda, pp 3-30.
- Snoussi, M et Imassi, M., 2003. Impact des fluctuations hydroclimatiques et des barrages sur l'évolution du trait de côte : delta de la Moulouya. Université Mohamed V, Faculté des Sciences. Département des Sciences de la terre, Rabat, Maroc.
- Snoussi, M., Ouchani, T. et Niazi, S., 2008. Vulnerability assessment of the impact of sea-level rise and flooding on the Moroccan coast: The case of the Mediterranean eastern zone. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 77, 206-213.
- Zourarah, B., 1995. La zone littorale de la Moulouya (Maroc nord-oriental) : Transit sédimentaire, Evolution morphologique, Géochimie et état de la Pollution. Thèse de 3^{ème} cycle, Univ. Med V, Fac. Sc. Rabat, 197p.
-

