Dynamiques environnementales

Journal international de géosciences et de l'environnement

38 | 2016

Entre ciel et mer : environnements insulaires et sociétés

Les îles de la côte orientale de la Tunisie

Des caractéristiques de leur évolution géomorphologique récente et de leur intérêt pour l'étude géoarchéologique de l'évolution des paysages et de la vulnérabilité aux variations positives du niveau marin

The islands of the eastern coast of Tunisia. From the characteristics of their recent geomorphological evolution and their interest for the geoarchaeological study of the landscape dynamics and the vulnerability to positive sea level variations

Ameur Oueslati

Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/746>

DOI : 10.4000/dynenviron.746

ISSN : 2534-4358

Éditeur

Presses universitaires de Bordeaux

Édition imprimée

Date de publication : 1 juillet 2016

Pagination : 188-211

ISBN : 979-10-300-0068-9

ISSN : 1968-469X

Référence électronique

Ameur Oueslati, « Les îles de la côte orientale de la Tunisie », *Dynamiques environnementales* [En ligne], 38 | 2016, mis en ligne le 01 juillet 2017, consulté le 28 novembre 2019. URL : <http://journals.openedition.org/dynenviron/746> ; DOI : 10.4000/dynenviron.746

La revue *Dynamiques environnementales* est mise à disposition selon les termes de la Licence Creative Commons Attribution - Pas d'Utilisation Commerciale - Pas de Modification 4.0 International.

Ruines romaines dans la falaise de Borj El H'ssar (Kerken). Taillée dans des argiles mio-pliocènes, la falaise évolue par un système encoche-éboulement caractéristique (cliché : A. Oueslati).

Les îles de la côte orientale de la Tunisie.

Des caractéristiques de leur évolution géomorphologique récente et de leur intérêt pour l'étude géoarchéologique de l'évolution des paysages et de la vulnérabilité aux variations positives du niveau marin

Ameur Oueslati¹

Résumé/Abstract

Souvent organisés en archipels, les îles de la façade orientale de la Tunisie sont d'inégale importance par leur taille, mais souvent peu étendues. À part l'île de Jerba et les deux principales îles de l'archipel de Kerkenna, respectivement spacieuses de 51400 ha, 9950 ha et 4855 ha, il s'agit le plus souvent d'îlots petits et parfois minuscules dont la superficie n'excède pas dans bien des cas quelques hectares. Elles ont cependant, en commun, et à la différence de celles de la façade nord du pays, leur caractère bas et leurs pentes très faibles ; les altitudes ne dépassent les 10 m que dans les îles Kerkenna et Jerba dont le point culminant est respectivement de 13 et 53 m. Ailleurs, les altitudes sont le plus souvent inférieures à 5 m. Ces îles se caractérisent aussi par une géologie jeune ; les formations les plus anciennes remontent au Néogène et ne sont visibles que sur de faibles superficies. Ailleurs, on a le plus souvent affaire à des formations quaternaires peu épaisses mais assez variées par leur lithologie ; ce qui a favorisé une variété de formes et de modelés au niveau du rivage mais avec une prépondérance des estrans bas et souvent tendres. Ces espaces insulaires se distinguent aussi par le fait qu'ils ont attiré les implantations humaines à différentes périodes, depuis l'Antiquité, et que les plus étendus d'entre eux sont aujourd'hui, à la différence des îles de la façade nord du pays, habités et le lieu d'aménagements importants et parfois denses. Aussi, s'agit-il de terrains à intérêt géomorphologique multiple. Leur étude, dans le cadre de différentes publications par des géomorphologues et des géologues, a déjà montré l'importance de leurs héritages quaternaires pour la compréhension de l'évolution, surtout depuis le dernier interglaciaire. Une place importante a été également accordée aux problèmes de l'érosion que connaissent certains rivages, notamment en rapport avec les aménagements récents dont en particulier ceux liés au développement de l'activité touristique. Le présent travail vise surtout à donner une idée sur la variété de la géomorphologie des rivages malgré l'exiguïté des superficies ainsi que les caractéristiques de leur évolution récente et ses tendances. Il tente en même temps d'attirer l'attention sur les nombreuses formes de faiblesse qui se dégagent de cette évolution et l'intérêt de l'étude de ces îles dans un contexte marqué par une convoitise de plus en plus forte pour le bord de mer et une conjonction d'élévation du niveau de la mer. Enfin, il essaye de montrer l'intérêt de ces îles, y compris les plus petites d'entre elles, pour des études géoarchéologiques permettant de mieux identifier les mutations paysagères et de comprendre les tendances récentes des dynamiques du milieu naturel et ses enseignements. Ceci doit favoriser une meilleure définition des aptitudes à l'aménagement ainsi que des stratégies et des approches prospectives significatives et permet d'éviter les interventions et les planifications à risque.

The islands of the eastern coast of Tunisia.

From the characteristics of their recent geomorphological evolution and their interest for the geoarchaeological study of the landscape dynamics and the vulnerability to positive sea level variations

The islands of the eastern facade of Tunisia are often organized in archipelagos and characterized by their unequal and non-extensive sizes. Except for the island of Jerba and the two main islands of the Kerkenna archipelago, covering respectively areas of 51400 ha, 9950 ha and 4855 ha, the other islands are usually small; their areas do not exceed, in many cases, few hectares. Unlike those located in the northern facade of the country, these islands are known for their low topography and weak slopes. Elevations exceeding 10 m are only found in Kerkenna and Jerba, where the highest points reach respectively 13 and 53 m. Elsewhere, elevations are mostly inferior to 5 m. These islands are also characterized by their young geology; the oldest formations date back to the Neogene and are visible in limited areas. The most extensive outcrops date back to the Quaternary era; they are generally not very thick but contrasted by their lithology which favored a variety of coastal forms and shapes of the shore with a preponderance of low coasts and loose materials. Moreover, these islands have attracted human settlements at different periods, since the Antiquity. Today, the most extensive islands are, also unlike those located in the northern facade of the country, inhabited and have been the subject of important, and sometimes, dense managements. The geomorphological interest of the islands studied in this paper is many-sided. Several previous geomorphological and geological publications have already shown the importance of the quaternary legacies for the understanding of the coastal evolution, especially since the last interglacial. An important place has also been given to the study of the impacts of marine erosion experienced in some shores, particularly those in relation to managements that have accompanied the recent touristic developments. This paper aims to give an idea of the variety of the geomorphological characteristics of the islands' shorelines, in spite of their smallness, as well as the tendencies of their recent evolution. At the same time, we draw attention to the weakness that emerges from this evolution and the interest of the study of these territories becoming increasingly attractive in a conjuncture of sea level rise. Finally, we try to highlight the interest of these islands, even the smallest, for geoarchaeological studies. This should help to better identify landscape changes and understand the recent trends of their natural and environmental dynamics as well as the lessons that can be learned. This should help to better define management strategies and significant prospective approaches in order to avoid risky planning.

Mots clés/Key-words

Tunisie, îles, géomorphologie, géoarchéologie, patrimoine, aménagement, risques.

Tunisia, islands, geomorphology, geoarchaeology, patrimony, management, hazards.

Introduction

La façade orientale de la Tunisie renferme les deux tiers de la soixantaine d'îles et îlots du littoral tunisien. A l'image de ceux de la façade septentrionale, ces espaces sont souvent regroupés en archipels. Mais ils se distinguent par leur topographie toujours basse ainsi que par l'absence quasi-totale de tout réseau hydrographique et par le fait qu'ils sont baignés par des eaux peu profondes. D'un autre côté, leur géologie est peu variée et leurs rivages accordent une place importante aux formes faites de matériaux tendres ou meubles et aux marais maritimes.

Ces espaces insulaires sont souvent de petite taille (**tableau 1**) à part Jerba et les îles de Cherguia et de Gharbi dans l'archipel des Kerkena qui sont d'ailleurs les seules îles habitées de nos jours. Mais les traces d'une ancienne présence humaine existent un peu partout, y compris dans certains îlots minuscules et constituent souvent des repères importants pour la reconstitution des paléopaysages et la connaissance de certaines caractéristiques des tendances de l'évolution récente, notamment le paysage de bord de mer et la configuration des rivages.

Cette contribution revient, à travers des cas et situations jugés expressifs, sur les caractéristiques du comportement actuel du rivage. Elle vise aussi à montrer l'importance de ces espaces insulaires pour une approche géoarchéologique aidant à identifier les preuves des variations positives récentes du niveau marin et à connaître leurs conséquences pour une meilleure évaluation de la sensibilité à l'élévation marine annoncée pour les prochaines décennies.

I- Des rivages qui reculent un peu partout, les exceptions constituent des points d'intérêt particuliers

Les rivages des îles et îlots de la Tunisie orientale montrent une variété indéniable de formes et de modelés puisqu'on y reconnaît falaises, côtes rocheuses basses, plages et marais maritimes. Ces derniers marquent le maximum de leur développement dans le golfe de Gabès intéressé par une marée importante. L'attention est toutefois retenue par le fait que la majeure partie de ces rivages est en cours d'érosion. Dans les falaises, un tel constat peut paraître normal,

ces formes étant, par nature, des lieux d'érosion ; mais le rythme avec lequel agit cette dernière est parfois surprenant. La question retient davantage l'attention lorsque le phénomène touche à des formes comme les marais maritimes ou les plages qui sont, par définition, des formes d'accumulation.

A- Dans les falaises

En fait, ces formes sont relativement rares dans les îles de la façade orientale de la Tunisie. De plus, elles sont, le plus souvent de la catégorie des petites falaises. Les plus marquées dans le paysage géomorphologique appartiennent à la côte nord-occidentale de l'archipel kerkenien et ont un commandement rarement supérieur à dix mètres. A Jerba, la falaise la plus haute dépasse à peine 3 m. Mais partout, il s'agit de formes fréquemment façonnées dans des formations géologiques tendres (des argiles gypseuses mio-pliocènes) ou dans des formations quaternaires hétérogènes (croûtes calcaires et superpositions de dépôts consolidés ou meubles marins, éoliens et ruiselés) favorables à une érosion différentielle parfois très efficace.

On ne dispose pas d'une quantification du retrait du rivage engendré par cette érosion. Cependant, différents indices témoignent d'une évolution loin d'être négligeable. Les plus significatifs relèvent de l'archéologie. Le cas du site de Borj El H'ssar, dans l'archipel kerkenien, est des plus expressifs à cet égard (**photo p. 188**). Le recul se lit à travers de nombreux vestiges sectionnés par la falaise ou arasés à son pied, sur l'estran. A marée basse, on peut suivre, en mer, des structures (bases de murs, fonds de bassins hydrauliques ou de cuves de salaison, ...) sur au moins plusieurs décamètres.

B- Dans les côtes rocheuses basses

Le matériel géologique des rivages bas correspond surtout à des croûtes calcaires quaternaires et à différents grès calcaires marins ou éoliens du dernier interglaciaire ou d'âge holocène. Les vagues y exercent, en utilisant les débris provenant du démantèlement des corps rocheux ou ceux repris dans des vestiges archéologiques, une attaque mécanique. Celle-ci peut être agressive et avoir des effets importants, surtout à l'occasion des tempêtes et lorsque le matériel rocheux est hétérogène et présente des contrastes de résistance sensibles (**figure 2**). Mais l'évolution et les modelés qui marquent le plus le paysage sont dus à une érosion biochimique (corrosion), lente certes, mais efficace (Dalongeville, 1979 ; Oueslati, 1993). Les estrans se caractérisent alors, un peu partout par une grande densité de lapiès et de mares leur donnant un aspect parfois très déchiqueté. Les parois de ces formes ou des sections rocheuses qui les séparent sont souvent très fines et criblées par une multitude d'alvéoles, ce qui les rend particulièrement faibles. En fait, ceci est déjà bien favorisé par la nature du matériel géologique, surtout les formations gréseuses fréquemment caractérisées

Nom (l'archipel, île ou îlot)	Nombre des îles et îlots	surface (ha)	Longueur totale des rivages (m)	Altitude max. (m)
archipel des Kuriates	02	308	11,345	5
archipel de Monastir	05	13,57	2,479	13
îlot d'Ed Dzira		30,5	7	2
îlot Kaboudia		21,6	7,430	3
îlot d'El Far	01	4,2	0,9	3
archipel des Kerkena	15	15337,62	184,379	13
archipel des Kneiss	04	441,8	8,869	5
archipel de Jerba	06	51961,7	223,156	53
archipel d'El Bibène	08	15,1	53,12	4
Total	39	68112,49	491248	

tableau 1 : Les îles et îlots de la façade orientale de la Tunisie (OTEDD, 2015 et différents documents cartographiques).

figure 1 : Localisation des îles et des îlots de la façade orientale de la Tunisie.

figure 2 : Côte basse rocheuse et microfalaise évoluant par un système encoche-éboulement ; situation favorisée par la superposition de deux corps rocheux d'inégale résistance (une croûte calcaire dure sur un encroûtement pulvérulent et des argiles gypseuses mio-pliocènes) (Kraten, extrémité nord-occidentale de l'archipel kerkenien) (cliché : A. Oueslati).

par une structure très vacuolaire (**figure 3**). Les témoins d'un démantèlement appréciable ont été relevés même dans des îlots baignés par des eaux très peu profondes ou qui émergent à peine de hauts-fonds bien marqués. C'est le cas par exemple, dans les îlots de la partie méridionale de l'archipel des Kneiss, dans les îlots qui s'interposent entre la lagune de Bhiret El Bibène et la mer non loin de la frontière tuniso-libyenne ou dans les îlots Haj Hmida appartenant à l'extrémité nord-orientale de l'archipel kerkenien (Oueslati, 1995). Ici, des îlots, sont en train d'être réduits à des formes très déchiquetées, voire à des amas de cailloux que les vagues finiront par disperser. Certes, il s'agit d'îlots minuscules, mais leur démantèlement est significatif. En tout cas, ils ont toujours constitué des repères importants pour les pêcheurs qui essaient d'en commémorer l'existence par signaux divers (**figure 4**). On se rappellera de ces situations plus loin ; le phénomène de disparition d'espaces insulaires se dégage déjà de travaux anciens.

L'appréciation de la vitesse avec laquelle se fait le retrait de ces rivages rocheux reste toutefois peu précise, les repères étant d'ordre géomorphologique et archéologique. Pour les premiers, on cite en particulier un platier rocheux daté de l'Holocène (Dalongeville *et al.*, 1980) et façonné par un niveau marin supérieur à l'actuel. Émergé de quelques décimètres seulement, ce platier est pourtant bien marqué dans le paysage côtier, surtout grâce à la régularité de sa surface, et constitue de ce fait un repère important. Son examen apporte des

indications expressives sur l'importance de l'œuvre de l'érosion récente. D'une part, sa largeur se caractérise par des variations latérales importantes. De quelques décamètres, elle passe, parfois rapidement, à deux ou trois mètres seulement et des discontinuités, bien marquées, peuvent exister. D'autre part, son contact avec la mer se fait par une microfalaise dont le front est affecté, dans sa partie supérieure, par un grand nombre de formes de corrosion. La base est occupée par une encoche qui prépare à la destruction de la partie, souvent très fragilisée, qui la surmonte. Les débris qui s'en détachent enrichissent le matériel abrasif dont se servent les vagues et constituent parfois l'un des aspects les plus marquants de l'estran. Ce dernier, est par ailleurs, localement ponctué par de petits rochers en forme de champignon, derniers témoignages de l'ancienne extension du platier.

Quant aux repères archéologiques, ils sont beaucoup moins continus mais parfois très significatifs. Il s'agit parfois de vestiges de constructions antiques, tels des fragments de murs sectionnés sur le rivage. C'est le cas par exemple, sur la face orientale de la presqu'île de Founkhal dans les Kerkena ou, aussi, au niveau du site de l'antique *Meninx* à Jerba (Slim *et al.*, 2004). Dans d'autres cas, on a affaire à des vestiges bien plus récents appartenant principalement à des marabouts dont l'édification remonte généralement à l'époque moderne ou contemporaine. Le cas d'un marabout situé sur la côte nord de l'île de Jerba, à la sortie occidentale de la ville de Houmet Essouk, en donne une illustration des plus expressives. Les vestiges

de ce marabout, démolé par les vagues, se voient de nos jours, dans le domaine intertidal, à au moins une vingtaine de mètres en avant du rivage (**figure 5**).

C- Dans les côtes basses tendres, autres que les plages

Les témoins d'une dynamique régressive, dans ce type de côtes, sont d'abord d'ordre géomorphologique et apparaissent notamment à travers l'existence d'une microfalaie vive souvent taillée dans le matériel des terres humides du type sebkhas, chotts et schorres. L'importance du retrait du rivage est également révélée par des indicateurs de différentes natures et chronologies.

Les plus anciens, parmi ces indicateurs, sont des marabouts ou des fortifications datant le plus souvent des époques moderne et contemporaine. Certaines de ces constructions ont le pied régulièrement battu par les vagues à marée haute ou ont déjà encouru des dommages, parfois sérieux. C'est le cas par exemple, au niveau de Sidi Amar situé entre Erramla et Kellabine, dans l'archipel kerkenien. Outre le sapement de son pied par les vagues de marée haute, ce marabout est devancé par des vestiges de murs qui se prolongent, en partie, dans la zone intertidale.

Les indicateurs plus récents appartiennent surtout au monde végétal. Le recul de la microfalaie est attesté par le déchaussement de la végétation herbacée ou des rares buissons des terres basses. L'attention est toutefois retenue par la situation dans laquelle se retrouvent certains arbres, notamment les palmiers, nombreux aussi bien à Jerba que dans les Kerkena. En effet, dans bien des situations, on rencontre des palmiers dont le pied est régulièrement touché ou affouillé par les eaux marines. Il n'est pas rare non plus de se trouver en présence de palmiers abattus par les vagues ou même franchis par le rivage pour appartenir au domaine intertidal. Dans ce dernier cas, leurs vestiges sont des troncs morts, mais encore debouts, ou de simples souches plus ou moins bien conservées.

D- Dans les rivages à plages sableuses

Les plages sableuses ne sont pas, à la différence des autres types de côtes, représentées dans tous les ensembles insulaires de la côte orientale de la Tunisie. Dans les îlots, autres que ceux des archipels de Kerkena et de Jerba, elles sont souvent défaut et ne prennent, en tout cas, une certaine importance, que dans le petit archipel des Kuriates.

Dans les îles les plus étendues, ce n'est qu'à Jerba que les plages sableuses prennent vraiment de l'importance tant par leur continuité, leur épaisseur, leur largeur, leurs dunes bordières et l'étendue des segments côtiers qu'elles intéressent. Dans l'archipel kerkenien, elles restent très peu développées et sont naturellement, plus fragiles et vulnérables aux effets de l'érosion. En effet, elles se limitent le plus souvent à des liserés sableux ou à

graviers peu larges et surtout minces et presque sans dunes bordières. Là où elles existent, ces dernières ne dépassent pas généralement le stade des petites nebkas discontinues et à peine marquées par leur hauteur le plus souvent inférieure à 1,5 m.

C'est dans ce type de rivages que l'érosion marine a retenu le plus l'attention, notamment dans les îles habitées ; car elle menace souvent des aménagements importants et a un impact économique direct. Les plages sont en effet les formes littorales qui ont le plus attiré l'homme au cours des dernières décennies, le plus souvent dans le cadre d'un développement du tourisme balnéaire. A part quelques sites, rares et méritant de ce fait une attention particulière, un peu partout les indices de régression l'emportent. En

différents points, les vagues s'attaquent directement à des aménagements et menacent, de disparition, des plages qui ont constitué la raison d'être de différentes installations comme les hôtels et les quartiers ou villages de résidence secondaire. Certaines plages ont même fini par être totalement érodées.

Une telle situation est vue, d'abord, comme le témoignage d'une faiblesse naturelle de ces formes, liée à une tendance à la hausse du niveau marin

figure 3 : Les îlots du petit archipel d'El Bibène ; au premier plan, l'aspect vacuolaire du matériel gréseux qui les constitue et qui favorise l'érosion (cliché : A. Oueslati).

figure 4 : Derniers restes de l'un des petits îlots de Haj Hmida à ossature de grès marin tyrrhénien. Photo prise par marée basse ; par marée haute, seul le petit rocher en place émerge ; le signal édifié à sa surface témoigne de son importance comme repère, notamment pour les pêcheurs (cliché : A. Oueslati).

et surtout à une pénurie sédimentaire. Ces îles étant dépourvues de cours d'eau pouvant assurer des apports terrigènes aux rivages, les plages sont considérées comme étant largement constituées d'un matériel hérité et qui ne se renouvelle pas assez (Oueslati, 2004). Mais les différentes études consacrées à la question s'accordent aussi sur le fait qu'une part importante de responsabilité revient à l'homme (Miossec et Paskoff, 1979 ; Oueslati, 1980, 1993, 2004). Le fait que les effets de l'érosion marine soient, dans l'ensemble, d'autant plus manifestes que la côte est anciennement et densément aménagée en est l'un des indicateurs les plus parlants même si des signes d'érosion aient été repérés dès les années 1970 et ses indices directs étaient déjà nombreux au cours des années 1980 alors que les aménagements de front de mer étaient encore rares. Tout comme, dans d'autres parties du littoral tunisien, les imprudences commises lors des aménagements sont nombreuses. Mais

ceux qui ont eu les conséquences les plus graves dans ces îles sont en rapport avec la perturbation de l'échange sédimentaire entre les différentes parties du profil transversal de la plage, le dérèglement du transit sédimentaire le long du rivage et l'utilisation de moyens de protection non, ou peu, adaptés tels que les murs de soutènement qui accentuent l'érosion à l'occasion des tempêtes ou les épis qui s'ajoutent aux jetées de ports pour entraîner de nouveaux problèmes de perturbation du transit sédimentaire, la dérive littorale étant très souvent monodirectionnelle (**figure 6**).

Des exemples existent dans les Kerkena, surtout dans la petite zone touristique de Sidi Fraj (**figure 6**). Mais c'est à Jerba, où les aménagements touristiques sont les plus anciens et plus importants tant par leur densité que par l'importance des segments côtiers qu'ils intéressent, qu'on trouve les illustrations les plus nombreuses et expressives. 40% des plages des rivages sableux de la côte touristique sont déjà soumises à une érosion très nette. Des mesures effectuées sur des photos aériennes couvrant la période 1962-2001, ont donné des vitesses de retrait du rivage variant de 0,5 à 2,5 m/an (Oueslati, 2010).

Dans l'ensemble, les plages qui échappent encore au fléau de l'érosion marine sont peu nombreuses mais revêtent, rien que pour leur rareté, une grande importance. En réalité, elles constituent des exceptions

favorisées par des conditions particulières dont, notamment le fait :

- de se trouver sur le chemin d'une dérive littorale active et bien chargée en sédiments comme il se passe dans le cas de la flèche littorale de Rass Ermal à Jerba. Cette flèche profite de l'érosion des plages de la zone touristique situées du côté de sa racine (fig. 9 et 10) (Miossec et Paskoff, 1979). On pense aussi qu'une partie indéniable du matériel provient du large suite à une déstabilisation des fonds par destruction de leur flore (Oueslati, 2004) ;

- de se trouver dans une position d'abri permettant de profiter d'une dynamique générée par une importante diffraction des vagues. C'est le cas dans les îlots des Kuriates, surtout le plus grand d'entre eux. Sa forme plus ou moins ovale et allongée dans le sens du vent dominant qui souffle du Nord-Est a favorisé un transfert, vers sa pointe sud-ouest, des matériaux arrachés à sa face nord-est gréseuse ;

- que le rivage soit

précédé par une avant-côte dont les matériaux ont subi une déstabilisation importante par la destruction de ses herbiers, ce qui a permis leur migration en direction du rivage. C'est en particulier le cas dans le prolongement méridional de la presqu'île d'El Gastil, au Sud de Jerba, où de nouvelles îles barrières viennent de voir le jour à la faveur du haut-fond connu sous l'appellation de Dhar Ghannouche (Oueslati, 2005 ; **figure 9**).

II- Des modifications importantes de l'environnement depuis l'Antiquité

Les îles et même les îlots offrent, malgré leur taille parfois minuscule, des terrains intéressants pour la connaissance de certaines composantes de l'évolution récente de l'environnement côtier et des rapports de l'homme avec son milieu. L'existence d'une industrie lithique néolithique dans les Kuriates par exemple, confirme que l'homme avait commencé à pratiquer la navigation, sur les côtes tunisiennes depuis plusieurs millénaires (Camps, 1977 et 1981). D'un autre côté, ces espaces renferment des dépôts ruisselés remaniant du matériel archéologique antique et parfois relativement épais. Ce qui confirme l'occurrence d'un épisode d'alluvionnement important au cours des temps historiques en rapport avec des interventions humaines mais très vraisemblablement aussi, dans ce type de milieux, avec une certaine intervention du climat. Car, ces dépôts ont été identifiés même dans des îlots,

figure 5a (haut) et b (bas) : Vestiges d'un marabout à la sortie ouest de la ville de Houmet Essouk (Jerba). La photo d'en haut a été prise par marée haute ; l'emplacement du marabout est annexé à la mer. La photo d'en bas a été prise par marée basse, on reconnaît les débris de la construction jonchant l'estran (cliché : A. Oueslati).

figure 6 : L'un des nombreux exemples de dérèglement du transit littoral par l'implantation d'un épi et ses conséquences dans un littoral à dérive littorale monodirectionnelle : accumulation d'un côté et érosion de l'autre (côte nord-est de Jerba ; cliché : A. Oueslati).

figure 7 : Exemple d'intervention pour se protéger de l'action des vagues : un mur de soutènement affouillé par les vagues (côte de Sidi Fraj à Kerkena, cliché : A. Oueslati).

comme ceux des Kneiss ou d'El Far, très peu étendus, caractérisés, on l'a vu, par une topographie très faible et ne paraissent pas avoir possédé un couvert végétal important. Pour qu'un ruissellement arrive à y mener un travail généralisé et efficace, en tout cas aussi efficace que celui qui a entraîné la mise en place des dépôts précités, il faut qu'il soit plus fréquent et plus actif que celui qui prévaut de nos jours (Oueslati, 1995). C'est donc une situation sensiblement différente de ce qui a été dit à propos de l'archipel de la Galite (dans ce même numéro de la revue). En plus des différences au niveau de la topographie, le gradient climatique semble avoir joué un rôle important. Les parties méridionales de la Tunisie se trouvent en effet, dans une zone de transition vers l'aride.

Les recherches les plus nombreuses ont cependant été consacrées à la question de l'instabilité récente du niveau de la mer et ses conséquences. Elles ont été menées dans le cadre d'équipes pluridisciplinaires (Burolet, 1979 ; Slim *et al.*, 2004) ou dans le cadre de travaux individuels (Paskoff, 1985 ; Oueslati, 2004) et ont permis d'identifier des preuves variées d'une variation positive du niveau marin ainsi que des indices de modifications, parfois sensibles, de la configuration des rivages ainsi que de certains composants des paysages et de la nature des sols. Parmi les indicateurs, les vestiges archéologiques viennent en tête, ou ont occupé une place prioritaire chez différents chercheurs.

A- Des îles et îlots qui ont beaucoup perdu au profit de la mer

Les rivages des îles et îlots de la Tunisie orientale ainsi que les eaux qui les devancent renferment différents vestiges archéologiques témoignant d'une variation positive du niveau marin ainsi qu'une avancée marine, parfois très sensible, au cours des temps historiques. Dans les îlots de Monastir par exemple, des chambres protohistoriques (Sayadi, 1979), creusées dans les parois rocheuses (grès marin pliocène) des falaises, ont aujourd'hui leur base presque à la même altitude que le niveau marin actuel. Par mer agitée elles peuvent être largement inondées. D'un autre côté, sur le rivage de ces îlots ainsi que dans d'autres îles et îlots, on reconnaît des carrières antiques partiellement submergées. En différents points, existent aussi des vestiges de constructions en cours d'érosion sur le rivage et parfois partiellement à totalement submergés. Dans ce travail, nous nous limitons à la présentation de quelques sites appartenant à l'archipel des Kerkena, à l'archipel des Kneiss et à la côte comprise entre Zarzis et Bhiret El Bibene au Sud de Jerba. Ces terrains nous ont paru parmi les plus expressifs par la manifestation des modifications enregistrées et ont, en plus, l'avantage de permettre d'évoquer des vestiges archéologiques de différentes époques. Dans ces derniers, nous distinguerons entre d'une part, ceux qui remontent à l'Antiquité et d'autre part, ceux plus récents.

figure 8 : La plage dans la partie proximale de la flèche de Rass Errmal ; l'une des rares plages dont la dune bordière est encore relativement bien conservée (cliché : A. Oueslati).

Dhar Ghannouche

figure 9 : Plage, sous la forme d'une île barrière, formée récemment sur le haut-fond de Dhar Ghannouche, au Sud de Jerba. Par contre, au premier plan, un monument (Borj El Gastil) et la plage située à son pied sont en cours d'érosion (cliché : A. Oueslati).

figure 10 : Parmi les nombreuses structures archéologiques submergées à Borj El H'ssar (Kerkena).

Les vestiges archéologiques antiques

- Autour des Kerkena

Les ruines des sites antiques identifiés au bord de la mer, une dizaine assez bien répartis sur les différentes parties de la côte de l'archipel (Oueslati, 1986 ; Oueslati *et. al.*, 1987 ; Paskoff et Oueslati, 1991 ; Oueslati, 1993), sont souvent directement battues par les vagues et ont parfois perdu une partie importante de leur substance par érosion. Mais le déplacement de la ligne de rivage est attesté aussi par des structures submergées (figure 10). L'exemple du site de Borj El H'ssar où des vestiges gisent parfois, par marée haute, sous deux mètres d'eau, est bien connu dans la bibliographie (Paskoff, 1985 ; Burrollet, 1979). Mais l'archipel renferme d'autres structures submergées non moins importantes. C'est le cas d'une grande carrière antique située sur la face orientale de l'îlot de Gremdi qui a servi à l'exploitation du grès oolithique eutyrrhénien qui constitue l'essentiel de l'ossature géologique de cet îlot. Même le rempart

rocheux qui la borde du côté externe, et qui devait l'isoler de l'action directe de la mer au moment de l'exploitation, est totalement submergé par marée haute (figure 11). C'est le cas aussi de chaussées anciennes repérées autour de l'îlot de Gremdi et dans l'aire maritime qui devance le rivage de la partie nord orientale de l'île de Cherguia. L'une de ces

chaussées a été rattrapée par le remblaiement de la côte entrepris au contact du port de pêche. Elle affleure, à peine, par marée basse sur quelques hectomètres de long et est reconnaissable sur différentes photographies aériennes et images satellitaires. Sur des photos aériennes (n° 85 à 87) datant de 1992 (mission 92 TU. 50/200), on reconnaît aussi des alignements dans l'étendue marine qui sépare l'île de Cherguia des îlots de Gremdi et de Lazdad (figure 12) mais qui n'affleurent pas même par marée basse de vives eaux. Leur examen, dans le cadre d'une mission de plongée sous-marine, a confirmé qu'il s'agit bien

figure 11 : Rempart externe d'une carrière antique sur la face orientale de l'îlot de Gremdi. La photo a été prise par marée montante. Par marée haute, une tranche d'eau de quelques décimètres d'épaisseur couvre le rempart. Lors de l'exploitation, ce dernier devait protéger la zone d'extraction (submergée, comprise entre le rempart et le reste de l'îlot) des vagues. On note aussi le caractère irrégulier du rempart, dû à la corrosion, le matériel exploité étant carbonaté (grès marins tyrrhéniens, cliché : A. Oueslati).

d'anciennes chaussées. On a même pu identifier, sur le passage d'un chenal de marée (oued sous-marin), une interruption dont les extrémités portent encore des

cavités régulières interprétées comme l'emplacement de charpentes qui soutenaient des lattes d'un petit pont en bois (Chelbi, 1995). Tout indique donc qu'au moins une partie de l'espace situé autour de ce chenal échappait à la submersion. Il devait en fait, offrir, au cours de l'Antiquité, un paysage de schorre parcouru par des chenaux de marée ; c'est-à-dire une situation qui ne manque pas de rappeler celle qui caractérise aujourd'hui différents segments de la côte de l'archipel et qui pourraient connaître le même sort avec une élévation du niveau marin.

En réalité, il semble que les terrains conquis par la mer depuis l'Antiquité classique seraient bien plus importants que ceux situés entre le rivage actuel et la limite externe des vestiges archéologiques identifiés en mer. Ces derniers, ne donnant pas obligatoirement et de façon exacte l'ancienne position du rivage, permettent seulement de se prononcer sur l'espace minimum perdu pour les îles et îlots. Il ne serait d'ailleurs pas sans intérêt de rappeler que certains textes anciens donnent pour l'archipel des dimensions supérieures à celles qu'on connaît de nos jours. Selon Pline l'ancien par exemple, *Cercina*, nom antique des Kerkena, avait une longueur de 25 milles romains c'est à dire quelque 37 km. Or, la longueur de l'archipel n'est actuellement que de 24 km et atteint 30 km si on inclut l'îlot de Roummadiya, le plus isolé vers le Nord. Sa largeur maximum est à peine de 14 km, alors que d'après Pline elle était de 18 km. Les écrits de Hérodote pousseraient même à penser à une modification sensible dans la profondeur des eaux marines ; l'archipel aurait été joignable, à pied, depuis le continent (Burolet, 1979).

- Dans les Kneiss

Situé en face de la côte de Hachichina et de Skhira, l'archipel des Kneiss se présente sous la forme d'une guirlande de quatre îlots (El Bessila, El Hjar, El Laboua -ou El Oustaniya- et El Gharbia) très bas et qui émergent à peine au milieu de hauts-fonds en bonne partie occupés par des herbiers à posidonies et parcourus par de nombreux chenaux de marée (oueds sous-marins, **figure 13**).

L'îlot le plus grand, El Bessila, n'a que quelque 440 ha de superficie. Il est principalement occupé par des terres humides du type marais maritimes et sebkhas et a un rivage fait d'un matériel tendre. Les autres îlots sont beaucoup moins étendus ; le moins petit d'entre eux (El Gharbia) dépasse à peine un demi-hectare de superficie. Ils ont, par contre, une ossature plus résistante de grès calcaire d'origine marine caractéristique de

figure 12 : Vestiges archéologiques submergés dans la partie nord-orientale de l'archipel des Kerkena (Oueslati, 1995). 1-chenal de marée sous-marin (oued sous-marin) ; 2-chaussées antiques submergées par marée haute ; 3-ancienne carrière submergée.

figure 13 : Le haut-fond des Kneiss et ses îlots. 1- isobathe ; 2- haut-fond dont les profondeurs sont souvent inférieures à 1m et parcouru par des chenaux de marée ; 3- falaise ; 4- îlots et terre ferme ; 5- cours d'eau ; 6- altitudes. H- îlot d'El Hajr ; L- îlot d'El Laboua ; Gh- îlot d'El Gharbia.

la formation Rejiche tyrrhénienne bien connue sur les côtes de la Tunisie (Oueslati et al., 1982 ; Paskoff et Sanlaville, 1983).

Les données géomorphologiques, l'état dans lequel se trouvent les vestiges archéologiques et le contenu de textes anciens se complètent pour dire que cet archipel a subi, au cours des temps récents, une érosion importante ainsi que des modifications sensibles dans son extension et la configuration. Les rares segments qui ne montrent pas une érosion marine nette appartiennent à la partie nord-est de l'îlot d'El Bessila. Les indices de la tendance régressive apparaissent d'abord à travers le modelé du rivage qui correspond, presque partout à une microfalaise

figure 14 : Coupes à travers les îlots rocheux de l'archipel des Kneiss (Oueslati, 2004). A- à travers l'îlot d'El Hjar (E-W) ; B- à travers l'îlot d'El Laboua (W-E) ; C-à travers la partie méridionale d'El Gharbia (E-W). 1- grès marins tyrrhéniens ; 2- ruines antiques en place ; 3- ruines dont on ne voit pas clairement la base et la continuité à cause d'une formation parfois dense de salicornes ; 4- débris archéologiques (dont des blocs taillés) jonchant l'estran ; 5- estran évoluant par érosion biochimique (de nombreuses formes de corrosion : lapiès, mares, ...) ; 6- végétation halophile (salicornes).

vive. Dans les formations tendres, le recul est attesté par l'existence, sur l'estran, de nombreuses mottes de terre ainsi que des débris de la végétation déchaussée ou arrachée aux terres humides. Dans le grès tyrrhénien, les eaux marines agissent à la fois par des processus mécaniques et biochimiques dont l'efficacité est matérialisée par une multitude de formes de corrosion ainsi que par de nombreux débris rocheux qui encombrant l'estran. Enfin, la microfalaise est souvent façonnée dans des ruines antiques et le matériel archéologique, dispersé ou en place, se suit parfois sur plusieurs décamètres en avant du rivage (figure 14).

En fait, outre le recul de son rivage, l'érosion a entraîné une réduction sensible de la superficie de l'archipel, voire un tronçonnage de certains de ses îlots. Les résultats d'investigations géoarchéologiques (Trousset *et al.*, 1992) laissent penser que les îlots d'El Hjar, d'El Laboua et d'El Gharbia auraient continué à être unis au cours de l'Antiquité. Car, ils ont permis de confirmer l'idée selon laquelle les traces du monastère dans lequel s'était retiré Saint Fulgence, abandonnant sa dignité d'abbé au tout début du sixième siècle, pour se consacrer à la prière et aux travaux manuels, existent à El Laboua. Or, cet îlot est aujourd'hui très minuscule ; il n'a que 45 m sur 44 m respectivement pour la longueur et la largeur et ne peut contenir une communauté de moines aussi importante que celle qui aurait accompagné le Saint homme (figure 15).

Autour d'El Gharbia, on reconnaît, à marée basse, un estran rocheux étendu ; pourtant l'érosion marine a réussi à mener un travail important. Une partie de cet estran était très vraisemblablement émergée pour donner à l'îlot la dimension logique nécessaire pour accueillir un Monastère important au cours de l'Antiquité.

Plus récemment

Des vestiges archéologiques ainsi que des indications rapportées par certains textes prouvent que l'évolution

qui a conduit au retrait du rivage et aux formes de submersion, dans les îles et îlots, a continué à une époque bien tardive. Des terres encore émergées et qui portaient des aménagements au Moyen Âge sont actuellement sous l'eau. Quatre exemples ou types de situations retiennent l'attention de façon particulière.

Le premier appartient à l'archipel kerkenien, plus précisément sa partie nord-orientale où des textes anciens mentionnent une construction au large du rivage actuel, probablement sur le haut-fond qui fait face à El Ataya. Aujourd'hui cette construction est introuvable. Mais on pense qu'elle pourrait bien correspondre au fameux « El Beit » ou « Beit El Kassir » évoqué dans différents récits de voyages au Moyen Âge ainsi que le suggère Cheikha (1994) en se référant aux écrits d'El Idrissi et d'El Bekri. D'un autre côté,

le fait que le site en question se trouve au droit de l'une des chaussées antiques submergées signalées plus haut nous paraît significatif. La dynamique qui a conduit à la submersion serait donc plus active qu'on peut le penser lorsqu'on ne considère que les vestiges antiques.

Le deuxième type de situation est suggéré par les îles Kneiss pour confirmer, également, les résultats obtenus à partir des vestiges archéologiques antiques, notamment l'idée de la segmentation des îlots. En effet, en 1587, F. Lanfreducci et J.O. Bosio, dans leur *Costa e discorsi di Barbaria*, mentionnent les Friscioli, qui sont les îles Kneiss, comme « deux petites îles avec des bancs ». Il s'agit sans doute d'El Bessila d'une part, et des trois autres îlots, qui formaient un seul, d'autre part. La même idée se retrouve chez d'Avezac (1948) qui avait remarqué que divers portulans catalans du Moyen Âge et de la Renaissance ne cartographiaient sous le nom de Frixols, renvoyant aux Kneiss, que deux îles.

Le troisième exemple appartient à la côte comprise entre la ville de Zarzis et la lagune de Bhiret El Bibène. Il s'agit de l'îlot de Secco di Palo qui se trouvait, il y a encore quatre siècles seulement, en face de la côte de Zarzis, à une dizaine de milles au large du rivage actuel pour correspondre à Rass Zira, et qui servit de point de ralliement à la flotte du Comte de Médina Celi lors de l'expédition qu'il dirigea en 1560 contre l'île de Jerba. A cette époque, des puits y ont été creusés dans une tentative d'obtenir une eau potable (Burolet, 1979, Paskoff, 1993). L'emplacement de cet îlot appartient aujourd'hui à un haut-fond qui peut émerger partiellement par marée basse ; mais par marée haute il gît sous une tranche d'eau de quelques décimètres d'épaisseur. Des images Google récentes (3/12/2014), sans doute prises à des moments de marée basse, suggèrent une tendance vers une nouvelle émergence partielle. Ceci serait en rapport avec des accumulations de sable qu'on devine sur les mêmes images par une couleur claire et un modelé de rides. Une situation qui ne manque pas

figure 15 : Les îlots rocheux de l'archipel des Kneiss (El Hjar, El Laboua et El Gharbia, photo C). Le premier (photo A) permet de reconnaître le grès marin tyrrhénien et porte encore, à son sommet, des ruines antiques en place ; l'estran est encombré de cailloux et blocs qui proviennent du démantèlement de la roche naturelle mais aussi de vestiges archéologiques. Autour d'El Gharbia (photo B), on reconnaît, à marée basse, un estran rocheux étendu ; pourtant l'érosion marine a réussi à mener un travail important. Une partie de cet estran était très vraisemblablement émergée pour donner à l'îlot la dimension logique nécessaire pour accueillir un monastère important au cours de l'Antiquité (cliché : A. Oueslati).

de rappeler le cas de Dhar Ghannouche, évoqué plus haut. Serait-on, encore une fois, en présence d'une arrivée de sédiments depuis le large, libérés suite à une destruction des herbiers sous-marins. La région a en effet, d'après une enquête que nous avons menée auprès des pêcheurs du village de Jeddaria, connu une utilisation parfois intense de chalutage.

Le quatrième exemple, même s'il est moins pertinent, ne manque pas d'intérêt. Il s'agit de l'îlot, « Zizou », cité par Idrissi (XII^e siècle) à l'Est de Jerba. La description indique que cet îlot se trouvait à un mille du continent, qu'il faisait face au palais de Béni Khattab et contenait

palmiers et vignes. On peut alors se demander s'il ne s'agit pas, cette fois aussi comme pour le cas de Rass Zira, d'un îlot englouti. On pourrait penser aussi à une imprécision de localisation et que l'îlot en question ne serait autre que celui de Jlij situé au large de la côte sud de Jerba ou aussi à la partie distale de la presqu'île de Bin El Oudiane appartenant à la même côte et qui, de loin, donne l'impression d'être entourée par la mer. Quoiqu'il en soit la description d'El Idrissi reste importante puisqu'elle suggère au moins un changement dans certains composants du paysage et de l'environnement. L'îlot de Jlij ne contient pas de palmiers, aujourd'hui. De son côté, la presqu'île de Bin El Oudiane est occupée par des sols salés qui ne tolèrent l'existence ni de vignoble ni de palmier. C'est alors la question de la dégradation des sols par salinisation qu'on soulève, l'autre aspect important dans les mutations environnementales et paysagères révélées par l'étude géoarchéologique et auquel seront consacrés les passages suivants.

B- Une salinisation avancée des sols

En plus de la réduction de leur superficie, les espaces insulaires ont vu une partie de leurs sols se dégrader par salinisation. Mais, dans ce cas, les exemples les plus nets et expressifs appartiennent aux îles relativement étendues. Les preuves, assez nombreuses, sont à la fois d'ordre archéologique, géomorphologique et biogéographique.

L'un des indicateurs les plus expressifs réside dans le fait que différentes zones humides à sol très salé et nu (sebkhas) ou portant une végétation halophile (chotts) et qui restent impraticables plusieurs mois par an, renferment les vestiges de constructions antiques parfois très importantes. C'est le cas par exemple, à Sabkhet Ennajat située dans la partie septentrionale de l'île de Cherguia de l'archipel kerkenien. On peut y suivre, parfois sur plusieurs hectomètres, la base d'un grand mur orienté N-S (**figure 16**). Des sondages effectués au contact de ce mur nous ont permis, à chaque fois, de découvrir, sous le sol de la sebkha, le départ d'autres structures (Oueslati, 1995). Ce qui témoigne de l'existence des vestiges d'une importante occupation. Une situation assez comparable existe à Sabkhet Ennakhlâ, dans la même île. A Jerba, le site de Meninx offre une autre illustration intéressante. Plusieurs bases de murs de la cité romaine se suivent dans les sebkhas environnantes et sont parfois surmontées par le sol salé de ces dernières.

En fait, ici aussi, et tout comme pour l'érosion et les phénomènes de submersion, les indicateurs archéologiques peuvent être bien plus récents que l'Antiquité. C'est le cas de certains marabouts qui ponctuent la côte de l'archipel kerkenien. Ceux de Sidi Messaoud, Sidi Amar ou Sidi Saïd par exemple, se trouvent aujourd'hui au milieu de terrains amphibies régulièrement inondés et impraticables plusieurs mois par an. Leurs murs ont déjà encouru une dégradation avancée par le sel et l'humidité du sol. Dans l'île de Jerba, la pointe de la presqu'île de Terbella offre l'une des illustrations les plus significatives. On reconnaît les ruines d'une construction ancienne au milieu d'un schorre parcouru par de nombreux chenaux de marée et occupé par une végétation de salicornes

très dense (**figure 17**). Cette végétation et le sol qu'elle colonise recouvrent aussi une chaussée ancienne qu'on voit se prolonger dans le domaine intertidal. Sur le plan chronologique, les ruines appartiennent à une forteresse dont la construction doit remonter, comme pour les nombreux autres borjs qui ponctuent la côte de l'île, à la période d'insécurité principalement en raison de la rivalité espagnole et turque dans le XVI^e siècle (Monchicourt, 1913).

C- Pourquoi une aussi importante évolution ?

Les données précédentes indiquent que le visage actuel des îles et îlots, a dû être sensiblement différent de celui qu'ont connu les romains. Des modifications indéniables ont été également enregistrées depuis le Moyen Age et au cours de l'époque moderne et contemporaine. La configuration et la superficie des espaces insulaires ont changé. Les sols salés et humides du type sebkhas, chotts et schorres occupaient une place beaucoup moins importante que de nos jours ou étaient moins aventureux à l'intérieur des terres. Leur extension s'est faite aux dépens de terres qui étaient favorables à l'habitat et sans doute aussi à des formes de mise en valeur agricole.

Une telle évolution, en particulier l'efficacité avec laquelle a opéré l'érosion marine, peut paraître en contradiction avec le cadre naturel qui ne favorise pas l'énergie des vagues. Car, d'une part, la géologie des rivages accorde, dans bien des cas, une place importante aux formations géologiques non meubles. D'autre part, ces îles et îlots sont souvent entourés par des hauts-fonds étendus et une bathymétrie parfois remarquablement faible. De plus, les hauts-fonds sont

parfois occupés par des herbiers bien développés ce qui contribue à freiner davantage la houle. Ceux des Kneiss émergent largement par marée basse, surtout par vives eaux, créant parfois une réelle séparation entre le large et la côte du continent. On comprend l'appellation arabe traditionnelle de « SurKneiss » (le rempart des Kneiss) par laquelle sont désignés les îlots et les bancs qui les portent ; ces derniers jouent le rôle d'une digue de protection, une sorte de rempart, contre la houle venant de l'Est.

En réalité, si la mer a réussi à gagner autant d'espaces et à tronçonner l'archipel des Kneiss, c'est à cause de la remontée marine enregistrée au cours des temps historiques, maintenant bien attestée dans

différentes parties du littoral tunisien (Slim et al., 2004 ; Oueslati, 2004) et dont on a donné des preuves, par les vestiges archéologiques submergés, dans les paragraphes précédents. C'est cette élévation marine qui doit aussi expliquer la salinisation responsable de l'extension des sebkhas aux dépens de terres jadis habitables et sans doute cultivables. Mais comparée à d'autres parties des côtes tunisiennes, la situation paraît plus alarmante. Car aux effets de la remontée marine se sont ajoutés ceux d'une subsidence active, notamment dans les îles et îlots du golfe de Gabès et ses abords méridionaux. Cette subsidence a caractérisé le Quaternaire supérieur (Oueslati, 1983). Sa continuation au cours des temps historiques est attestée par le fait que les vestiges archéologiques antiques gisent parfois sous 2 m d'eau alors que la moyenne est de l'ordre d'une quarantaine de centimètres sur le reste du littoral tunisien (Slim et al., 2004). Si bien que, dans ce cas, le poids de la tectonique peut être considéré comme le plus décisif ; en tout cas, plus important,

figure 16 : Mur antique à Sabkhet Ennajet dans l'archipel kerkenien. La photo a été prise en été ; en hiver, le sol devient impraticable ou couvert par une eau salée. Le mur n'est en fait que l'une des structures apparentes ; d'autres gisent sous le sol salé (cliché : A. Oueslati).

figure 19 : Transect dans la partie nord-est de l'extrémité de la presqu'île de Founkhal (Kerkena): zonation morphologique et état de la végétation (palmiers et formations herbacées) témoignent de l'importance de la propagation récente de la salinisation (Oueslati, 2004). 1- croûte calcaire ; 2- sol sablo-limoneux de couleur rose 3- petite plage (sables caillouteux) ; 4- voile éolien ; 5- salicornes ; 6- touffes d'alfa dégradées ; 7- alfa en bon état ; M.B. ; M.H. : niveau marin par marée basse et marée haute et temps calme.

figure 17 : Vestiges d'une forteresse (indiqués par une flèche) dans un schorre typique ! Extrémité de la presqu'île de Terbella (Jerba ; cliché : A. Oueslati).

figure 18 : L'état des palmiers et de la végétation naturelle en fonction de la position par rapport à la mer dans la partie nord-est de l'extrémité de la presqu'île de Founkhal (Kerken) : interprétation, dans la figure 19 (cliché : A. Oueslati).

figure 20 : Palmier mort au milieu d'un marais maritime sur la côte ouest de Jerba ; témoin de la rapidité avec laquelle se fait la mutation paysagère. Une situation qui tend à se multiplier aussi bien à Jerba qu'aux Kerkena (cliché : A. Oueslati).

figure 21 : L'importance des espaces à risque de submersion avec une élévation du niveau marin dans l'archipel des Kerkennah. Carte élaborée dans le cadre de l'atlas sur la vulnérabilité à l'élévation du niveau marin réalisé à la demande du PNUD et de l'APAL (Oueslati et al., 2015). 1 à 4 sont considérés comme particulièrement submersibles. 1- estrans actuellement exploités par la pêche à pied et par des pêcheries fixes ; 2- schorres déjà atteints par la mer actuellement, par marée haute ; 3- terres humides du type sebkhas et chotts souvent inondées au cours de la saison des pluies et des tempêtes marines ; 4- autres terres situées à une altitude inférieure à 1 m et considérées comme potentiellement submersibles ; 5- villes et villages ; 6- zone touristique ; 7- route.

dans l'explication de la valeur de la submersion, que la montée marine proprement dite.

Le même comportement a continué à être actif au cours des temps encore plus récents. Rappelons par exemple, que les résultats de l'analyse des enregistrements marégraphiques des ports de la Goulette, de Sousse, de Sfax et de Gabès a révélé que la remontée marine est bien en cours. On découvre toutefois qu'à Sfax elle s'est faite à une vitesse de l'ordre de 5,7 mm/an (Pirazzoli, 1986), autrement dit un rythme 3 à 4 fois plus rapide que la moyenne mondiale. C'est qu'en fait, on a la somme des effets de la variation, proprement dite, du niveau marin et des effets de l'abaissement du niveau topographique du sol côtier par subsidence.

III- Avec l'élévation du niveau marin annoncée dans le cadre du changement climatique ?

Les passages précédents témoignent donc d'une sensibilité importante d'une grande partie des îles et îlots de la côte orientale de la Tunisie à une variation positive du niveau marin. En fait, différents paysages indiquent que le phénomène continue à être actif. C'est ce que suggère par exemple la zonation des formations végétales naturelles. Aussi bien à Jerba qu'aux Kerkennah par exemple, on note, un peu partout que l'état des palmiers se dégrade à mesure qu'on s'approche des berges des sebkhas et de la mer (figures 18 et 19). Dans certains cas, des palmiers ont fini par se trouver au milieu de schorres typiques ; ce

qui laisse penser à une évolution plutôt rapide (figure 20).

La question de l'élévation du niveau marin et les modifications qui peuvent en résulter n'a d'ailleurs cessé de retenir l'attention, en Tunisie. Mais c'est surtout au cours des dernières années qu'elle a bénéficié des travaux relativement détaillés. Une étude récente couvrant l'ensemble du littoral (APAL-PNUD, 2012) et un atlas, en bonne partie basé sur les résultats de cette étude (Oueslati et al., 2015), ont révélé que les îles et îlots de la côte orientale figurent parmi les espaces les plus vulnérables à l'élévation marine annoncée pour les prochaines décennies. Des mutations paysagères importantes pourraient se produire et bien des secteurs pourraient se trouver face à une accentuation du risque de l'érosion ainsi que celui des inondations ou même de submersion. On prévoit également des problèmes de dégradation des sols par leur salinisation. Tout cela sera évidemment accompagné de

conséquences, souvent sous la forme de dégâts, au niveau des activités et des aménagements de bord de mer.

De telles conséquences rappellent celles déjà évoquées plus haut en rapport avec l'évolution déroulée postérieurement à l'Antiquité. C'est qu'il s'agit, en réalité, de la continuation de la même évolution, mais accélérée. Dans le présent travail, nous nous limiterons aux aspects en rapport avec la configuration des rivages et les mutations qui pourraient se produire au niveau du paysage géomorphologique d'ensemble et qui apparaissent le mieux, du moins au niveau cartographique, à travers le paramètre de la submersion qui implique, en même temps, un retrait des rivages.

La quantification et la cartographie réalisées dans le cadre de l'étude de 2012 et de l'atlas précités, ont été faites en considérant comme potentiellement submersibles, les terres situées à une altitude inférieure ou égale à 1 m. Un tel choix a été imposé, en partie, par l'absence, pour la quasi-totalité du littoral tunisien, de cartes ou de relevés topographiques à une échelle adaptée aux valeurs données par les scénarios avancés pour l'élévation du niveau marin à l'horizon de la fin de ce siècle (GIEC, 2007).

Les chiffres obtenus peuvent, au premier abord, paraître faibles. En fait, il faut, pour mieux en mesurer l'importance, les comparer à la superficie, déjà limitée, des îles et îlots concernés. Les valeurs les plus élevées reviennent d'ailleurs aux deux principaux archipels, à savoir ceux de Jerba et des Kerkennah dont les plus

grandes îles totalisent presque 90% des superficies jugées comme submersibles pour l'ensemble des espaces insulaires de la Tunisie. A Jerba, la superficie des terres potentiellement submersibles est évaluée à quelque 5 538 ha représentant 11% de la superficie de l'île. L'archipel kerkenien est de loin plus vulnérable ainsi que le révèle la cartographie (figure 21). Environ 58% de ces deux îles principales sont considérées comme submersibles. Le taux s'élève à 100% pour de nombreux îlots de ce même archipel et dont certains, comme les îlots Haj Hmida, sont, on l'a vu, déjà très minuscules et le siège d'une érosion active.

En dehors de Jerba et des Kerkena, la situation pourrait s'avérer catastrophique dans la plupart des îlots. L'archipel des Kuriates serait réduit à un seul îlot minuscule correspondant au petit dos de terrain à ossature de grès pliocène et quaternaire qui porte le phare. L'archipel des Kneiss apparaît aussi comme des plus menacés dans son existence, par érosion des îlots rocheux, déjà amputés d'une bonne partie de leur corps comme évoqué plus haut, et par érosion et submersion à El Bessila où rien, ou presque, ne contrarie l'avancée marine. D'une part, le rivage de cet îlot est partout fait de matériaux tendres. D'autre part, une grande place est occupée par des terres humides du type schorre, chott et sebkha. Ces terres sont, déjà avec le niveau marin actuel, largement inondées par marée haute de vives eaux et surtout à l'occasion des tempêtes. Un relevé topographique détaillé, réalisé dans le cadre d'un projet de recherche (MECO, IC18-CT98-0270; 1998-2001) auquel nous avons pris part permet d'apprécier l'extrême vulnérabilité de cet îlot même avec une variation marine de quelques décimètres seulement (figure 22).

Conclusion

Les îles et les îlots de la côte orientale de la Tunisie offrent une richesse indéniable de modelés dans des milieux assez variés. Ils apportent aussi une illustration significative quant à la faiblesse actuelle des littoraux qui se manifeste à travers, notamment, une érosion presque généralisée des rivages et une dégradation de la qualité des sols de bord de mer. Les causes se trouvent dans certaines caractéristiques du cadre naturel mais aussi, parfois essentiellement pour l'érosion, dans différentes interventions humaines imprévoyantes.

Il apparaît aussi que ces îles et îlots constituent un terrain propice aux études visant une compréhension des tendances récentes de l'évolution des paysages côtiers par une approche géoarchéologique. Même des îlots minuscules peuvent être riches en enseignements et ne doivent donc pas être négligés. Aujourd'hui, seules les îles les plus étendues des deux principaux archipels de Jerba et des Kerkena sont habitées. Mais presque partout on trouve des traces d'une présence humaine appartenant, dans certains cas, à différentes époques. Ce qui offre des repères,

figure 22 : L'importance des espaces à risque de submersion avec une élévation du niveau marin dans l'îlot principal (El Bessila) de l'archipel des Kneiss. Presque les trois quarts de l'îlot (localisation figure 13) sont situés à une altitude inférieure ou égale à 1 m et sont classés dans les terres potentiellement submersibles. Presque les deux tiers de l'îlot seront submergés par la seule variation marine positive de 50 cm annoncée pour la fin du XXI^e siècle.

parfois très précieux, pour la reconstitution des paléopaysages et milieux. Des preuves de mutations indéniables et parfois très importantes ont pu être identifiées. Elles témoignent, en particulier, d'une réduction de la superficie des espaces insulaires ainsi que d'une extension des terres salées et humides.

Les résultats dont on dispose jusqu'ici indiquent qu'une part importante des mutations paysagères, survenues au cours des temps historiques, revient à l'élévation marine enregistrée depuis l'Antiquité classique mais dont les preuves sont attestées aussi par des indicateurs beaucoup plus récents. Nous pensons toutefois que les effets d'une telle élévation n'auraient pas été aussi sensibles sans le comportement tectonique de la région. Ce dernier paraît même avoir été parfois le plus décisif.

Enfin, ces résultats doivent, par leurs enseignements, aider à une meilleure définition des risques ainsi qu'à des approches prospectives significatives et partant de cela, une meilleure définition des aptitudes à l'aménagement. Les essais de quantification des terrains qui seraient concernés par l'éventuelle continuation de la montée de la mer au cours des prochaines décennies, en rapport avec le changement climatique, s'inscrivent dans cet esprit. Ils ne font en fait, que confirmer la grande vulnérabilité, déjà lue sur le terrain, de la plupart de ces espaces insulaires avec la continuité, et sans doute une accélération, des mêmes processus et phénomènes de dégradation.

Références bibliographiques

- APAL, PNUD, IHE, (2012).** *Etude de la carte de la vulnérabilité du littoral tunisien à l'élévation du niveau de la mer due aux changements climatiques*. Étude financée par le PNUD sous le contrôle de l'APAL et réalisée par IHE, Rapports Phase 1 et phase 2.
- Avezac J. d', (1948).** *Les îles de l'Afrique*. Firmin Didot Frères Editeurs, Imprimeurs de l'Institut de France, Paris, 180 p.
- Bekri (El), (1913).** *Description de l'Afrique septentrionale*, traduction de Slane, Paris, 1913, 405 p.
- Burollet P.F., (1979).** La mer Pélagienne, les apports de l'Archéologie. *Géol. Médit.*, t. VI, N° 1, p. 309-313.
- Camps G., (1977).** La question des navigations préhistoriques dans le bassin occidental de la Méditerranée. Congr. Préhist. de France, Provence, 1974, p. 53-62.
- Camps G., (1981).** Le peuplement préhistorique des îles de la Méditerranée occidentale. *Maison Médit. Cahier*, N°4, p. 1-7.
- Cheikha J., (1994).** Archipel de Kerkennah et l'île de Djerba d'après les relations de voyage, *Tunis*, (100 p. en arabe et 25 p en français).
- Chelbi F., (1995).** L'archéologie sous-marine. *Doss. Archéol.*, 200, p. 128-133.
- Dalongeville R., (1979).** Morphologie littorale des roches carbonatées à Jerba (Tunisie). *Rev. Tun. Géogr.*, n° 3, p. 21-33.
- Dalongeville R., Paskoff R., Sanlaville P., Thommeret J. et Thommeret Y., (1980).** Témoins d'un niveau marin holocène supérieur à l'actuel en Tunisie méridionale. *C.R.Acad. Sc.*, Paris, T. 290, Sér. D, p. 303-316.
- Miossec J.M. et Paskoff R., (1979).** L'érosion des plages dans le Sud tunisien : exemples à Jerba et à Zarzis. *Rev. Tun. Géogr.*, 2, p. 137-155.
- Miossec J.M. et Paskoff R., (1979).** Evolution des plages et aménagements touristiques à Jerba : le cas du littoral nord-est de l'île. *Médit.*, 1-2, p. 99-106.
- Monchicourt Ch., (1913).** *L'expédition espagnole de 1560 contre l'île de Djerba*. Paris, Ernest Leroux édit., 277 p.
- Observatoire Tunisien de Environnement et du Développement Durable (OTEDD), (2015).** *Etude sur la gestion durable des systèmes insulaires en Tunisie*. Etude réalisée par IHE, Rapport définitif de la phase 1, 308 p.
- Oueslati A., Paskoff R. et Sanlaville P., (1982).** Le Tyrrhénien de Tunisie: proposition d'une chronologie. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 7, XXIV, 2, p. 173-178.
- Oueslati A., (1983).** Morphologie et stratigraphie post-villafranchiennes dans les îles Kerkna et Jerba. *Notes Serv. Géol.*, 47, p. 95-105.
- Oueslati A., (1986).** Jerba et Kerkna (îles de la côte orientale de la Tunisie) : leur évolution géomorphologique au cours du Quaternaire. publ. Univ. Tunis, 210 p.
- Oueslati A., Paskoff R., Slim H. et Troussset P., (1987).** Déplacements de la ligne de rivage en Tunisie d'après les données de l'Archéologie à l'époque historique. Coll. C.N.R.S. Déplacements des lignes de rivage en Méditerranée, p. 67-85.
- Oueslati A., (1992).** Salt marshes in the Gulf of Gabès (Southern Tunisia): Their morphology and recent dynamics. *Journ. Coast. Research*, 8, 3, p. 727-733.
- Oueslati A., (1993).** Les côtes de la Tunisie; Géomorphologie et Environnement et Aptitudes à l'Aménagement. Publ. Fac. Sc. Hum & Soc., Tunis, 387 p.
- Oueslati A., (1995).** Les îles de la Tunisie. Publ. CERES, 368 p.
- Oueslati A., (1995).** The evolution of low tunisian coasts in historical times : from progradation to erosion and salinization ; *Quaternary International*, 29/30, p. 41-47.
- Oueslati A., (2005).** Sur la genèse de l'île de Dhar Ghannouche et la progradation des plages des segments côtiers voisins (littoral de Jerba-Zarzis ; Sud-est de la Tunisie). Actes des JERN. Publications CGMED, Tunis, 9 p.
- Oueslati A., (2010).** Plages et urbanisation en Tunisie : des avatars de l'expérience du XX^e siècle aux incertitudes de l'avenir. *Rev. Méditerranée*, 115, p. 103-116.
- Oueslati A., Labidi O. et Elamri Th., (2015).** Le littoral tunisien : Atlas de la vulnérabilité à l'élévation du niveau marin. PNUD-APAL, 76 p.
- Paskoff R. et Sanlaville P., (1983).** Les côtes de la Tunisie, variations du niveau marin depuis le Tyrrhénien. Coll. Maison Orient Médit., 192 p.
- Paskoff R. et Oueslati A., (1991).** Modifications of coastal conditions in the gulf of Gabès (Southern Tunisia) since Classical Antiquity. *Zeitschrift für Geomorph.*, suppl., Bd. 81.
- Pirazzoli P.A., (1986).** Secular trends of relative sea level change indicated by tide-gauge records. *Journ. Coast. Research*, Sp. Issue, n° 1.
- Sayadi M.S., (1979).** Monastir - Essai d'histoire sociale du XIX^e siècle, 528 p.
- Troussset P., Slim H., Paskoff R. et Oueslati A., (1992).** Les îles Kneiss et le Monastère de Fulgence de Ruspe. *Antiqu. Afric.*, t.28, p. 223-247.

Société Géologique de France
Des géologues au service de la société

LILLE 2018

22-26 OCTOBRE

26^e Réunion des Sciences de la Terre | 26th Earth Sciences Meeting

Conférences Grand Public | Sessions spécialisées

Forum Enseigner les géosciences | Forum Métiers

Excursions | Visites géologiques

Espace professionnel

www.rst-sgf.fr

Ribeira de Fontainhas
près de Ponta do Sol et
ses cultures en terrasses,
sur le chemin côtier de
l'île de Santo Antão dans
l'archipel du Cap-Vert
(cliché : Marguerite De-
glane, 2017).