HAL
open science

Paysage désertique et géoarchéologie d'un géosystème littoral (VIIIème siècles avant J.-C. _ XVIIIème siècles, Atlas atlantique, Maroc)

Yves Claude Simone, Jean-Louis Ballais

To cite this version:

Yves Claude Simone, Jean-Louis Ballais. Paysage désertique et géoarchéologie d'un géosystème littoral (VIIIème siècles avant J.-C. _ XVIIIème siècles, Atlas atlantique, Maroc). Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 2011, 193, pp.39–52. hal-01571317

HAL Id: hal-01571317

https://amu.hal.science/hal-01571317

Submitted on 2 Aug 2017

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Revue Française de Photogrammétrie et de Télédétection, 193, 2011

PAYSAGE DESERTIQUE ET GOARCHEOLOGIE D'UN GEOSYSTEME LITTORAL (VIIIEME AVANT J.-C. – XVIIIEME SIECLES, ATLAS ATLANTIQUE, MAROC)

Y. Simone*, J.-L. Ballais**

*BABEL EA 2649, Université du Sud Toulon-Var, Avenue de l'Université - BP20132, 83957 LA GARDE CEDEX, France, Yves.simone@univ-tln.fr

**CEGA, UMR « ESPACE » 6012 du CNRS et de l'Université de Provence, 29 av. R. Schuman, 13 621 AIX-EN-PROVENCE, France, Jean-louis.ballais@wanadoo.fr

Résumé

Trois concepts mettent en relief les interactions paysagères dans la région d'Essaouira (fig. 1) : le géosystème, la désertification et les modes d'anthropisation (fig. 4). Effectuée sur stéréoscope Bosch et Lomb au CEREGE, la cartographie des dunes est réalisée à partir de clichés aériens IGN au 50 000e, mission n° 17 du 10 août 1953 dans le domaine du visible pour la première ; et de clichés IFN au 20 000e, mission n° 852 de décembre 1984 dans le domaine de l'infrarouge pour la seconde. Elle indique une partition ternaire de la dynamique spatiale du massif dunaire, morphologie générale, types de formes dunaires et répartition des dunes. A cette partition ternaire, s'ajoute l'expansion urbaine qui entraine une évolution du contact avec la ville (fig. 2).

D'après Jodin (1966), la paléogéographie du site correspond à un double archipel formé des îles de Mogador actuelles et d'un autre groupe d'îles qui auraient été rattachées au continent et sur lequel la ville actuelle est bâtie (fig. 7). Les kjokkenmödings identifiés par Jodin (1957) contiennent des restes pré-romains et situent la fin de l'occupation du site entre 2800 et 2500 BP. Ces vestiges confirment la présence de la civilisation phénico-punique sur les îles d'Amogdoul, nom phénicien de Mogador. Vers 2100 BP, fin de l'épisode dunaire, que Jodin (1957 et 1967) situe une nouvelle présence humaine permanente cette fois, par la découverte de fragments d'amphores, de clous et d'hameçons de cuivre romains. Présence confirmée ici par les restes d'une " villa relativement luxueuse avec bains et mosaïque ". Desjacques et Koeberlé (1955), reconnaissent les mêmes procédés d'usage courants au IIème siècle de notre ère, employés à Volubilis et à Banasa.

Excepté les graffitis phéniciens de « Mogador », les premières sources écrites remontent à Pline l'Ancien (Ier siècle, trad. J. Desanges, 1980). Le naturaliste évoque le règne de Juba II, et les teintureries sur les îles Purpuraires. Et Lopez Pardo (1987) évoque la notion d'" établissement industriel " à propos de l'exploitation de la pourpre. La présence d'espaces beaucoup plus boisés qu'aujourd'hui est également attestée. Le Géographe grec, Strabon (1er siècle av. ou ap.), note que la Maurétanie est « un pays riche, sauf un désert peu important... elle est bien pourvue en fleuves et en lacs. Elle est extrêmement riche en forêts hautes et denses ». Au XIème siècle, le géographe arabe Al-Bakri (in Caillé, 1852) décrit le site d'Amogdul comme un mouillage très sûr. C'est donc au moins à partir du XIème siècle, qu'un seuil démographique est franchi par les voies maritimes. Ibn Albaytar (1219, in El Maana, 1994), médecin égyptien, un des plus anciens observateurs connus de l'arganier, évoque son exploitation par les populations berbères. Selon Monnier (1965), l'espèce aurait nettement régressé sous l'effet des coupes abusives. D'après Peltier (1982), les activités anthropiques sont à l'origine de la régression de l'aire primitive de l'arganier. Durant le XVème siècle, la région Haha connaît un développement urbain sans précédent (Rafik, 1989). Léon l'Africain (vers 1524, trad. Epaulard, 1981), un érudit et géographe arabo-andalou, repère un grand nombre de concentrations de population qui forment un mitage, à travers le paysage forestier. Berthier (1966), met en relief la construction au XVIème siècle de sucreries, très gourmandes en eau et en bois.

Les processus menant à la désertification apparaissent dès le début du XIXème siècle (P.E. Bache, 1961). Ils sont intégrés aux relations géosystémiques entre trois interfaces : l'articulation entre phases climatiques et phases anthropiques, les relations homme-milieu et les mutations spatiales biotiques et abiotiques (fig. 8). Le sens des flèches indique l'absence de conception cyclique ainsi que deux « effets-butoirs » au niveau des deux premières interfaces. La troisième indique une circulation fluide des mutations spatiales. Nature et culture sont toutes deux contenues dans les trois notions de départ et s'inscrivent au centre du géosystème (fig. 9).

Trois points sont à retenir : la désertification du littoral souiri a contraint le milieu « naturel » à un état irréversible. Les trois principales espèces arborescentes sont touchées, si bien que les forêts environnantes ont cédé la place à un « petit Sahara ». Cependant, il est intéressant d'observer, d'une part le rôle de l'homme en tant qu'acteur, et d'autre part le retournement des vicissitudes du géosystème en la valorisation d'un patrimoine culturel mondial. Enfin, le développement de la désertification comme champ de recherche de l'interface nature/culture, est fécond, en géoarchéologie comme en archéologie.

Mots-clés : anthropisation, désertification, géoarchéologie, géosystème, paysage.

Abstract

The diachronic analysis of aerial photographs concerning the coastal geosystem of Essaouira (fig. 1), points out a quick morphological evolution such as in around thirty years, except the states of surface, general form, that of

the dunes as well as their distribution were changed in a consistent manner (fig. 2). In spite of the preponderance of morpho-climatic conditions, this transformation would not know to translate a « natural » dynamics, where anthropic activities would have no effects [Y Simone, 2007b]. In that case of study, the notion of coastal dunes must therefore join that of anthropic dunes [Y. Simone, 2007a]. The question of the signification of the environmental trajection operated here, settles then. It is about a fundamental question focused on the archaeology of the landscape to study relationships man / environment around the notion of desertification. A simple space technology allows to explore interface nature / culture in the Atlantic Atlas, term created by A. Weisrock [1993]. Some elements of answer can be brought by the geoarchaeology and modes of anthropisation. It is necessary to stop then on this last expression which contains the notion of way, lane, but also aesthetics and/or arts. For a geoarchaeological approach of desertification, the scientific position adopted here, is constructivism and possibilism but not catastrophism. Three notions underline environmental correlations: the geosystem, the desertification and the modes of anthropisation (fig. 4). Here on stereoscope Bosch and Lomb in CEREGE, the mapping is carried out from aerial photographs IGN in 50 000th, mission n°17 of August 10th 1953, in the field of the visible, for the first one; and from aerial photographs IFN in 20 000th, mission n° 852 of December 1984, in the field of infrared, for the second. It points out a ternary partition of the space dynamics of the dunes-massif: general morphology, types and spatial distribution of sand dunes forms. In this ternary partition, it is added the urban expansion which leads to an evolution of contact with the city (fig. 2).

According to Jodin [1966], the paleogeography of the site corresponds in a double archipelago formed by the actual islands of Mogador, and of another group of islands, which would have been attached to the continent and on that the actual city is built (fig. 4). Kjokkenmödings identified by Jodin [1957] contains pre-Roman rests and locate the end of the occupation of the site between 2800 and 2500 BP. These vestiges confirm the presence of phoenico-Punic culture on the islands of Amogdoul, Phoenician name of Mogador. By 2100 BP, at the end of a dune episode, Jodin [1957 and 1967] locates a new human permanent presence this time, by the discovery of fragments of amphorae, nails and of Roman hooks of copper. Presence confirmed there by the remains of a « comparatively luxurious villa with baths and mosaic ». Desjacques and Koeberlé, [1955], acknowledge the common same techniques of usage in the IIth century after, used in Volubilis and in Banasa.

Except the Phoenician graffiti of « Mogador », the first written sources take back up from Pline the Ancient [Ier century, trad. Desanges, 1980]. The naturalist recalls the reign of Juba II, and dyeings on Purpuraires islands. And Lopez Pardo [1987], recalls the notion of « industrial establishment » regarding the working of the purple. The presence of much more afforested areas than today is also certified. The Greek Geographer Strabon [1st century before or after], notes that Maurétanie is « a rich country, except a not very important desert … it is endowed well in rivers and in lakes. It is very rich in high and thick forests ». In XIth century, the Arab geographer Al-Bakri [in Caillé, 1852] represented the site of Amogdul as a very sure anchoring. It is therefore at least from the XIth century, when a demographic threshold is crossed by the maritime ways. Ibn Albaytar [1219, in El Maana, 1994], Egyptian doctor, one of the most ancient known watchers about the arganier, mentions its working by the berber populations. According to Monnier [1965], species would have distinctly regressed under the effect of the excessive cuttings down. According to Peltier [1982], anthropic activities are at the origin of the decline of the primitive area of the arganier. During XVth century, the region Haha knows an unsurpassed urban development [Rafik, 1989]. Leon the African [by 1524, trad. Epaulard, 1981], an erudite person and arabo-Andalusian geographer, spots a big number of concentrations of population which form a « mitage », across the forested landscape. Berthier [1966], underlines building in the XVIth century, of sugar refineries, which use a lot of water and wood.

Processes leading to desertification appear from the beginning of the XIXth century (P.E. Bache, 1961). They are inserted into geosystemic relations between three interfaces: link between climatic stages and anthropic stages, relations man-environment, and biotic and abiotic space mutations (fig. 8). The sense of arrows points out the absence of cyclical conception, as well as two « stop-effects » at the level of the first two interfaces. The third points out a fluid circulation of space mutations. Nature and culture both are contained in the three notions of starting, and register in the centre of the geosystem (fig. 4 and 9).

Three points have to be remembered: the desertification of the souiri coastal region compelled the natural environment to an irreversible state. The three main arborescent species are affected, so the ambient forests gave up the place in a « small Sahara ». However, it is interesting to take notice of, on one hand, the role the man as an actor, and on the other hand, the reversal of the misadventures of the natural environment in the promotion of a worldwide cultural heritage. Finally, the development of desertification as research field of interface nature / culture, is fecund, in geoarchaeology as in archaeology.

Key words: *anthropisation, desertification, geoarchaeology, geosystem, landscape.*

1. INTRODUCTION

L'analyse diachronique de photographies aériennes portant sur le géosystème littoral d'Essaouira, indique une évolution morphologique rapide telle qu'en une trentaine d'années les états de surface, la forme générale, celle des dunes et leur répartition sont modifiés de façon conséquente [Y. Simone, 2007b]. Malgré la prépondérance des conditions morpho-climatiques, cette métamorphose ne saurait traduire une dynamique « naturelle », où les activités anthropiques seraient absentes. Dans ce cas d'étude, la notion de dunes littorales doit donc s'associer à celle de dunes anthropiques [Y. Simone, 2007a].

Se pose alors la question de la signification de la trajection paysagère [A. Berque, 2000] opérée ici. Il s'agit d'une question centrale fondée sur l'archéologie du paysage pour étudier les rapports hommes/milieu autour du phénomène de désertification. Une technologie spatiale simple permet d'étudier l'interface nature/culture dans l'Atlas atlantique, [A. Weisrock ,1993].

Quelques éléments de réponse peuvent être apportés par la géoarchéologie et les modes d'anthropisation. Il est alors nécessaire de s'arrêter sur cette dernière expression qui contient la notion de chemin, de piste, de route mais aussi d'esthétique et/ou d'arts. Rappelons l'utilisation trop généraliste du terme anthropisation auquel il serait préférable d'adjoindre le mot « mode ». Il conviendrait alors de mieux le définir, dans l'évolution des processus en cours au sein du triptyque hominisation, anthropisation, humanisation.

Les recherches liant géoarchéologie et paysage sont récentes [G. Chouquer, 1983 ; 2001 ; 2007 ; J.-F. Berger *et al.*, 1995 ; 1997 ; J.-L. Ballais, 1996]. Pour une approche géoarchéologique de la désertification, la posture scientifique adoptée ici, est constructiviste, possibiliste et non-catastrophiste.

L'histoire du site et de la région d'Essaouira est ancienne [Y. Simone, 1996] et il est intéressant d'observer que la trame des temporalités correspond à celle définie par H. Ben Driss Ottmani [1997], sans pour autant que les auteurs aient partagé leurs recherches, quasiment simultanées.

Après une présentation du géosystème littoral d'Essaouira, on étudie les rapports entre modes d'anthropisation et trajection paysagère.

2. Le géosystème littoral d'Essaouira et l'apport des photographies aériennes.

Il convient de considérer ici le géosystème au sens spatial du terme, inscrit dans une région littorale partagée entre pays Haha et Chiadma, et traversée par l'oued Ksob (fig. 1 et 7).

Sa situation a l'intérêt d'être à la transition entre côtes sableuses au sud, et côtes accores au nord, le long d'un trait de côte allant du Sénégal au cap Spartel.

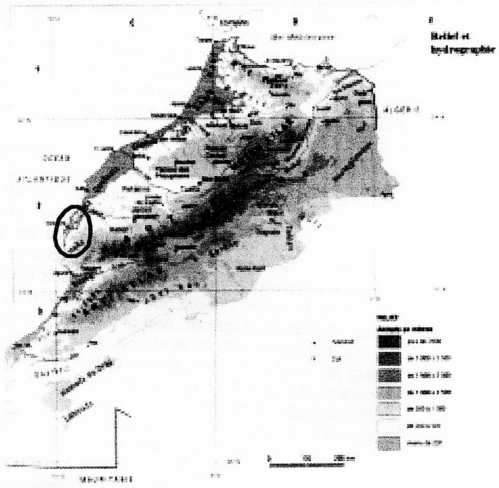


Figure 1 : localisation du terrain d'étude.

Le centre urbain et en particulier la médina d'Essaouira furent classés patrimoine mondial par l'UNESCO en 2001. Des formations dunaires quaternaires, fossilisées, encroûtées et vives recouvrent des terrasses marines et le bedrock. Ces formations sont conditionnées par une dynamique marine et une dynamique éolienne combinées, dont l'agent morphogénique majeur est l'alizé, vent dominant qui souffle toute l'année, du NNE de mars à octobre avec l'intensité maximale, et du NE pour les quatre mois restants avec une intensité inférieure. Ces dunes sont littorales au sens géomorphologique du terme mais elles ont aussi une origine anthropique. Elles sont arrosées par 279 mm de précipitations/an, moyenne établie sur trois normales climatiques. On est à la lisière entre l'aride et le semi-aride avec une spécificité macaronésienne, c'est qu'il y règne un hiver doux mais un été frais, donc une amplitude thermique annuelle très basse, de l'ordre de 5° C. L'hygrométrie étant toujours supérieure à 75 %, les caractéristiques littorales sont celles d'un désert brumeux. Parmi toutes les stations du littoral atlantique marocain, c'est Essaouira qui enregistre les taux les plus élevés et les plus constants d'humidité relative dont les deux origines sont les brumes côtières périodiques qui s'installent la nuit, et l'alizé qui se charge en vapeur d'eau océanique. Ce dernier balaie les brumes dans la journée mais il maintient un taux d'humidité relative élevé.

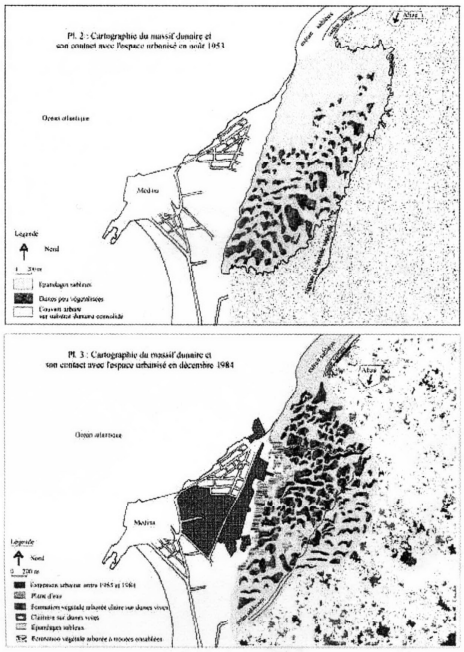
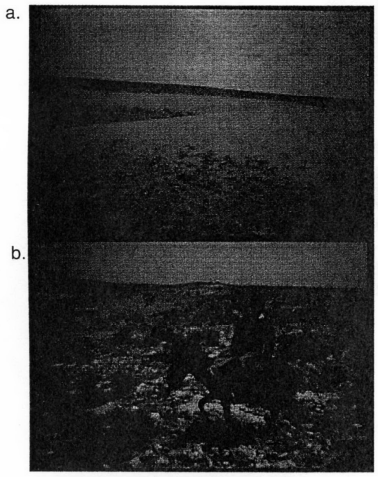
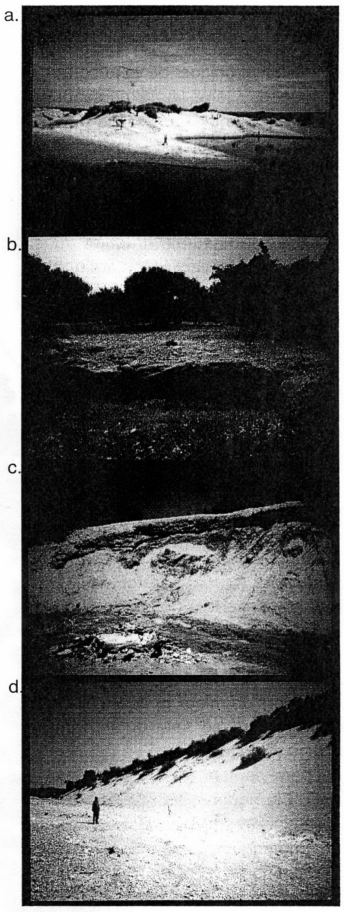


Figure 2 : une mutation paysagère rapide [Y. Simone, 2007b].



Photographie 1 : Paysages désertiques entre l'oued Ksob et le cap Sim. (En b., l'étendue pierreuse est parsemée de touffes de graminées et de petits buissons). Clichés : Y. Simone [1996-1998].



Photographie 2 : dunes vives et dunes encroûtées. Clichés : Y. Simone [1996-1998]. a. [Y. Simone, 2007b].

Le couvert végétal se répartit historiquement autour de trois espèces arborescentes (fig. 3) : *Juniperus phoenicea*, majoritairement au sud d'Essaouira et jusqu'au sud de l'oued Tidzi ; *Tetraclinis articulata* au nord et dans l'hinterland sur le plateau d'Essaouira, et jusqu'aux monts Hadid et Kourati ; et *Argania spinoza* à l'est et au sud de l'oued Tidzi sur les plateaux intérieurs [D. Jacques-Meunié, 1982, t. 1, p. 107]. Les espaces des trois espèces correspondent à trois géofaciès anthropisés et anthropiques [Y. Simone, 1994].

Effectuée sur stéréoscope Bosch et Lomb au CEREGE, la cartographie illustre les formations dunaires les plus superficielles. Elle est réalisée à partir de clichés aériens

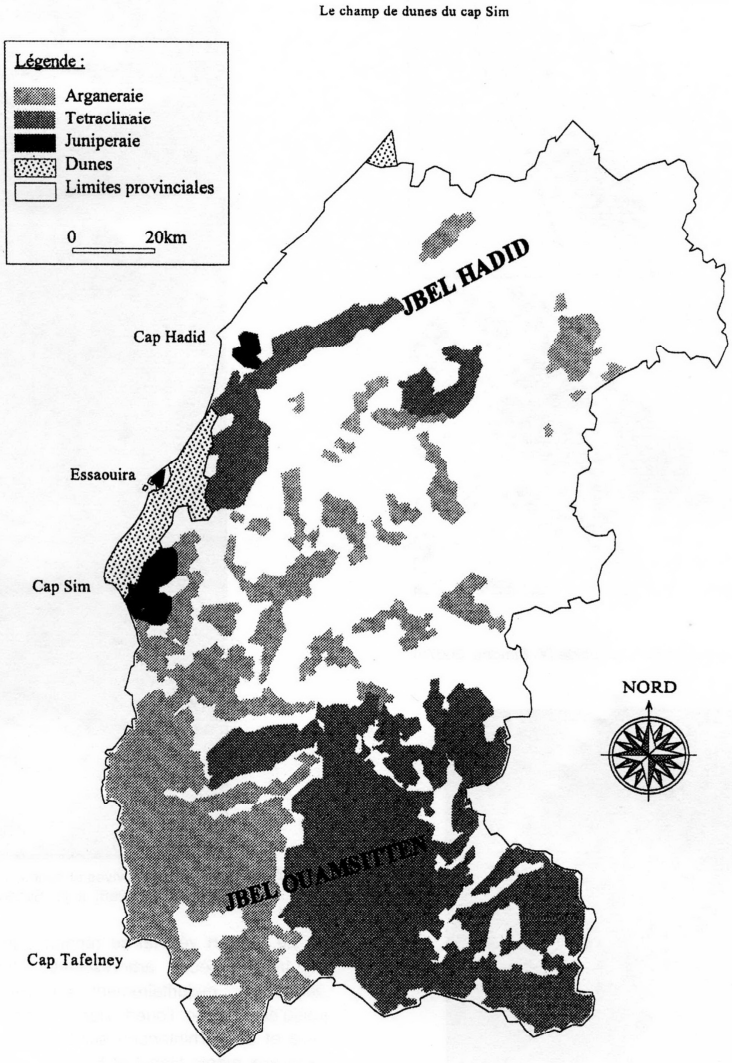


Fig. 3 : carte forestière de la province d'Essaouira, d'après W. Gentille (1997)

IGN au 50 000e, mission n° 17 du 10 août 1953 dans le domaine du visible pour la première ; et de clichés IFN au 20 000e, mission n° 852 de décembre 1984 dans le domaine de l'infrarouge pour la seconde (fig. 2). Elle indique une partition ternaire de la dynamique spatiale qui, au delà des états de surface, modifie la morphologie

générale du massif dunaire, les types de formes dunaires et la répartition des dunes. A cette partition ternaire, s'ajoute l'expansion urbaine qui entraîne une évolution du contact avec la ville.

Trois concepts génèrent ici, des interactions paysagères : le géosystème, la désertification et les modes d'anthropisation (fig. 4). Le tout contribuant à former, dessiner, sculpter et/ou modeler le paysage.

Les photographies 2a, 2b, 2c et 2d illustrent des résultantes d'interactions paysagères :

a. Les dépressions dunaires sont marquées par des mares intercalées parmi les barkhanes.

b. La croûte calcaire sous arganeraie, est excavée par les sociétés locales pour alimenter les fours à chaux.

c. Le rôle fixateur de la végétation, indiqué par un encroûtement superficiel et un début de pédogénèse, est annihilé par l'entame des dunes qui favorise les réactivations éoliennes locales, mettant à nu les sables vifs offerts à l'alizé et remis en mouvement.

d. Les travaux de terrassement consécutifs à l'expansion urbaine, pénètrent le massif dunaire vers l'Est. Ils découpent et découvrent le flanc du massif en exposant les sables au vent.

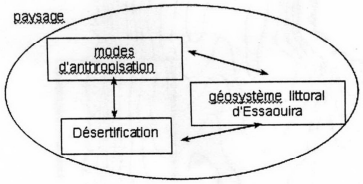


Figure 4 : interactions paysagères.

Le mode d'anthropisation actuel des dunes favorise leur dynamique par la pénétration de l'espace urbain dans l'aire du massif dunaire, déstabilisant les dunes (fig. 2 et photo. 2). Si bien que l'on pourrait évoquer le processus « d'éolisation anthropique des sables » [J. Riser, ss. Presse] et/ou le domaine de l'anthropogéomorphologie tel qu'il a été développé par la géographie physique britannique. Ainsi, les problèmes posés par ces réactivations éoliennes ne concernent pas seulement l'accumulation des dépôts. Se sont produits :

- un appauvrissement des sols cultivés ;
- des ophtalmies liées aux particules de sables éoliens ;
- un comblement des puits et seguias ;
- des occlusions dunaires à l'entrée des édifices ;
- des barrages dunaires sur les voies de communication comme les routes de Marrakech et d'Agadir (RP10 et 8) ;
- une érosion des remparts et des façades de la médina (site classé UNESCO).

De plus, les fondations des nouveaux édifices relatifs à la croissance urbaine, sont implantées dans le substrat dunaire avec des risques d'haloclastie liée aux remontées du biseau salé [Y. Simone, 2007a].

Si la mobilité des paysages est partout accélérée par les activités et les modes d'anthropisation, la géoarchéologie est un angle d'approche permettant de mieux comprendre les processus et les enjeux caractéristiques du géosystème littoral d'Essaouira.

3. Géoarchéologie : modes d'anthropisation et trajection paysagère

3.1 Durant la Protohistoire et l'Antiquité.

La paléogéographie du site correspond à un double archipel formé des îles de Mogador actuelles et d'un autre groupe d'îles qui auraient été rattachées au continent et sur lequel la ville actuelle est bâtie (fig. 7).

Les fouilles archéologiques des campagnes 1956-1957 ont permis de répertorier les objets trouvés et les strates dans lesquelles ils étaient scellés (fig. 5 et 6). Une épaisse couche (couche III) de « sable stérile » pouvant varier de 0,05 m à 0,90 m et indiquant une lacune archéologique illustre l'abandon du site. Sur les quatre coupes décrites, une seule mentionne dans cette couche III des ossements d'éléphants. La couche précédente (couche IV), la plus ancienne ayant enregistré une présence humaine, contient à sa base des foyers (poches de cendre noire) témoignant d'une occupation épisodique de pêcheurs néolithiques [A. Jodin, 1957].

Les kjokkenmödings identifiés par A. Jodin [1957] contiennent des restes pré-romains, et les datations de charbons de bois et de tessons situent la fin de l'occupation du site entre le VIIIème et le Vème siècle av. J.C. Les vestiges confirment la présence d'un comptoir phénico-punique sur les îles d'Amogdoul, nom phénicien d'Essaouira. Ainsi, les fouilles de ce qui deviendra Mogador, ont montré que les commerçants phéniciens auraient aménagé leurs escales sur la côte au moins dès le VIIème siècle av. J.C.

Dans les niveaux sédimentaires les plus anciens, des fouilles et une étude de la céramique mettent à jour trois catégories d'amphores : ioniennes, attiques et phéniciennes. Puis, une céramique polychrome correspond à des vases chypriotes datés de la première moitié du VIIème siècle av. J.C. à Chypre. L'identification des vases ioniens, attiques et chypriotes permet de relever un alphabet phénicien correspondant à des graffitis sur vases. Antérieurement aux fouilles, la langue phénico-punique n'était guère connue au Maroc que par les inscriptions de Lixus et de Volubilis procurant ainsi « les plus anciens textes de l'histoire du Maroc » [A. Jodin, 1988]. Quant à la place de « Mogador » parmi les établissements phéniciens de l'ouest, l'auteur évoque aussi « une Phénicie de la mer d'Alboran ».

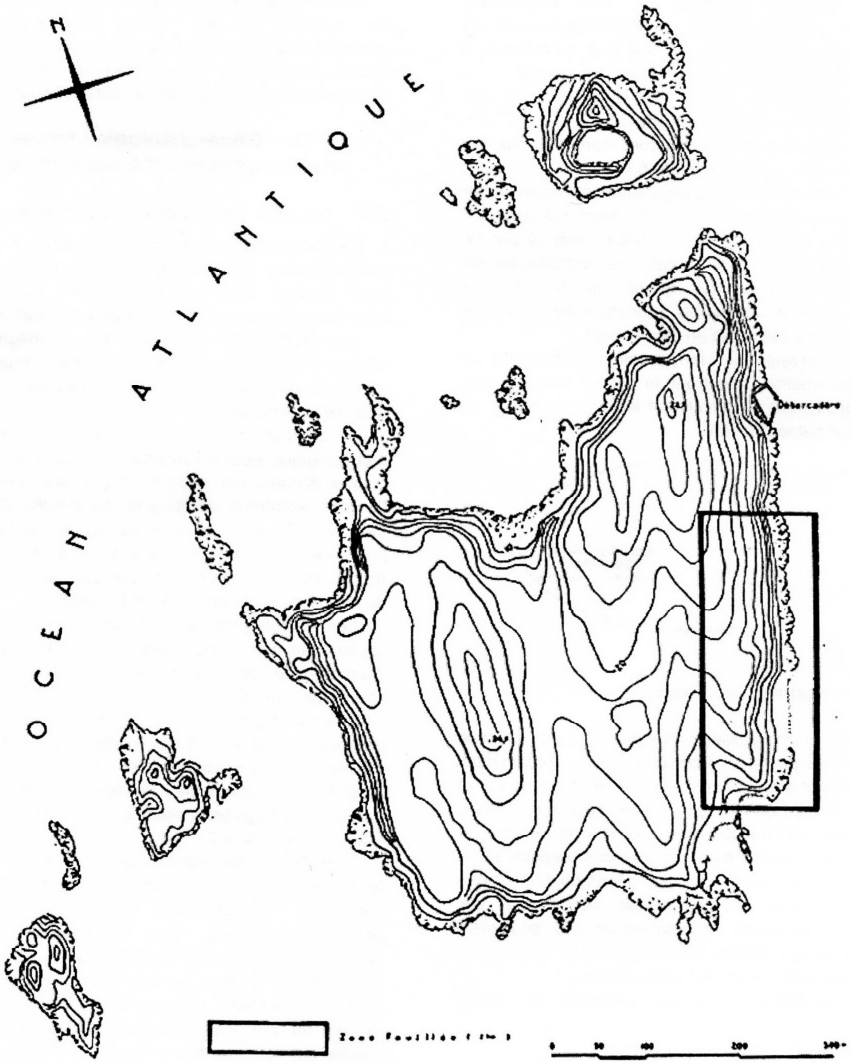


Fig. 5 : topographie de l'île de Mogador, d'après Jodin (1967)

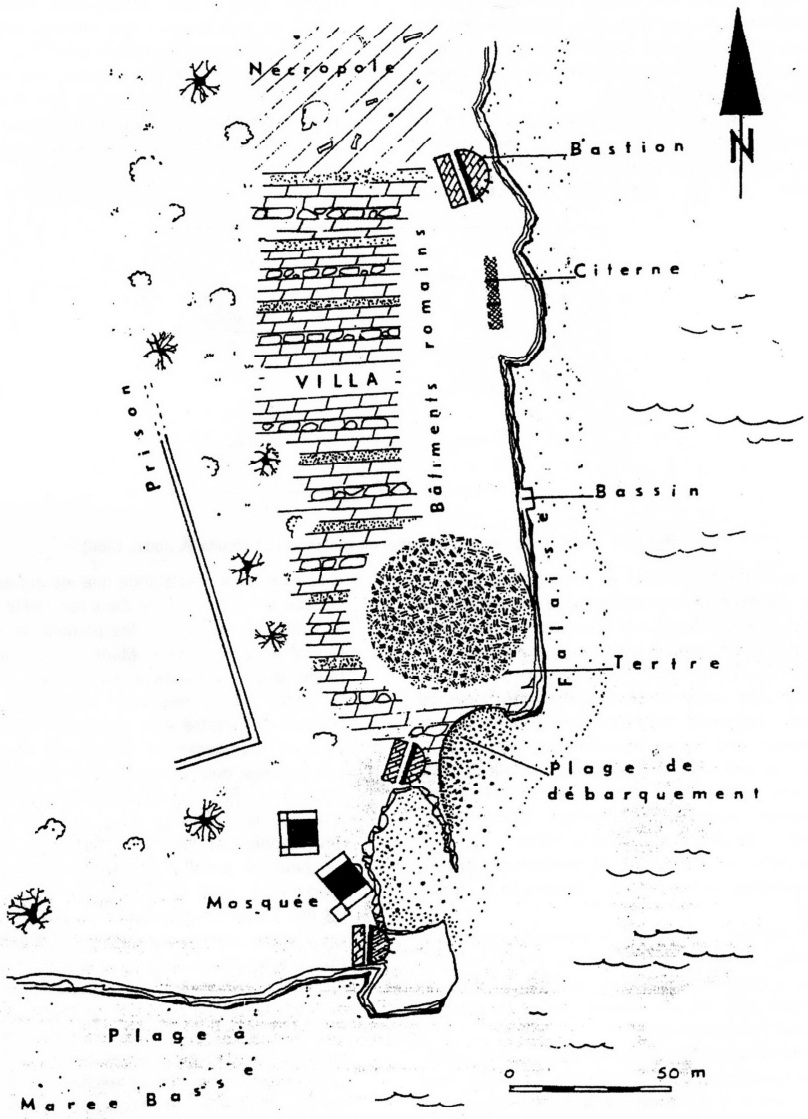


Fig. 6 : le secteur archéologique de l'île de Mogador, d'après Jodin (1967)

Il est important de signaler ici, que le fort dit « portugais », reconstruit au XVe siècle, situé au fond de la rade, juste en face de l'île actuelle, recèle une base antique dont le pisé très caractéristique, est semblable au pisé retrouvé à Carthage et à Tyr. Le fort dit « portugais » serait donc un monument d'origine phénico-punique, rénové par les Portugais [H. Ben Driss Ottmani, 1997].

C'est vers le Ier siècle av. J.C., fin de l'épisode dunaire (couche III), qu'une nouvelle présence humaine, permanente cette fois, est repérée par la découverte de fragments d'amphores, de clous et d'hameçons de cuivre romains [A. Jodin, 1957 et 1967]. Cette présence est confirmée par la découverte au nord de l'île de restes d'une « villa relativement luxueuse avec bains et mosaïque ». Les mêmes procédés de construction d'usage courant au IIème s., également employés à Volubilis et à Banasa, sont reconnus [J. Desjacques, 1955]. D'après H. Ben Driss Ottmani [1997], il s'agirait de vestiges postérieurs à 40 ap. J.C., date à partir de laquelle les Romains occupent le site.

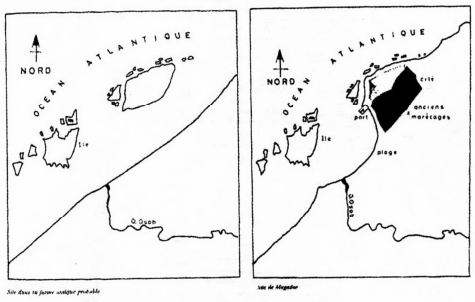


Figure 7 : évolution paléogéographique du site depuis l'Antiquité [A. Jodin, 1966].

Pour cette découverte, A. Jodin [1988] note qu' « une grande villa d'époque romaine occupe plus de 1 000 m^2, avec toutes ses dépendances (citernes, installations artisanales, péristyle à mosaïque). »

Sur le même site, à proximité des ruines laissées par Juba II, sont découverts « pierres taillées, éléments de colonnes et même de chapiteaux, une citerne alimentée par des rigoles et surtout en mai 1957 fut découvert, lors de fouilles, un patio orné d'une magnifique mosaïque de conception romaine représentant deux paons affrontés » [H. Ben Driss Ottmani, 1997].

En 1958, R. Chevallier et M. Ponsich découvrent une nécropole romaine du Bas Empire [in A. Jodin, 1988].

En somme, concernant la présence romaine à Mogador, H. Ben Driss Ottmani [1997] précise qu'elle a duré depuis 40 ap. J.C., à la mort de Ptolémée (fils du roi Maure Juba II), jusqu'à l'invasion vandale de 429.

Il est remarquable d'observer aussi que le même auteur questionne la désignation de Tamusiga, nom qui a permis à un autre Ptolémée (le géographe grec) d'identifier le site. Pour H. Ben Driss Ottmani, aucune source tangible ne le prouve pour le moment. Il s'agit donc là d'une découverte qui reste à faire.

Excepté les graffitis phéniciens de « Mogador », les premières sources écrites remontent à Pline l'Ancien [Ier siècle, trad. J. Desanges, 1980]. Dans son *Histoire naturelle*, il évoque le Citrus ou bois de citre avec plus d'insistance que les autres espèces végétales : « On cherche dans ces forêts l'ébène et le Citrus, et dans tous les rochers de Gétulie le Murex et le Purpura ». Même si l'on sait qu'une faune tropicale existe alors à cette latitude [P. Biberson, 1961], on peut s'interroger quant à l'ébène qui semble être une erreur de traduction. *Purpura haemastoma* et *Murex* sont deux espèces très proches dont on extrayait le colorant pourpre, selon Pline, d'où le surnom d'îles Purpuraires donné aux îles de Mogador à la suite des activités développées par Juba II. Le naturaliste note que le roi avait fait installer des teintureries sur les îles Purpuraires, point de départ des navigateurs vers les îles Fortunées (les Canaries). C'est P. Vidal de la Blache [1902] qui propose d'identifier *les Purpurariae du roi Juba* avec les îles de Mogador. A. Jodin [1967] insiste sur l'occupation permanente du site par le roi Juba II « à l'aube de l'empire romain », et sur l'exploitation des ressources marines dont la « pourpre gétule ». Ces teintureries sont liées à l'existence de pêcheries signalées sur l'île de « Mogador » [J. Desjacques, 1955]. En effet, des bassins d'extraction y sont encore très bien conservés sur la côte est de l'île. De même, F. Lopez Pardo [1987] parle d'« établissement industriel » à propos de l'exploitation de la pourpre. H. Ben Driss Ottmani [1997], s'inscrit dans la même idée, notamment en ce qui concerne la matière première d'où est extrait le colorant.

Mais il est intéressant de mettre ici en exergue l'existence d'une autre hypothèse qui subsiste quant à la substance d'origine. La « pourpre gétule » pourrait, en effet, provenir de lichens marins très abondants sur le littoral d'Essaouira : *Rocella phycopsis* Ach. Et *Rocella tinctoria* D.C. ou orseille de mer. On sait, d'après J. Gattefossé [1957, in D. Jacques-Meunié, 1982], qu'à l'époque de la Renaissance italienne, ces lichens sont exportés abondamment et durant plus de cinq siècles, jusque vers 1850. Aussi, D. Jacques-Meunié [1982] note que les écrivains de l'Antiquité, et notamment les poètes latins du siècle d'Auguste, distinguent la pourpre gétule de la pourpre phénicienne classique ou pourpre de Tyr, à la teinte différente. Celle-ci est effectivement tirée de *Murex* et de *Purpura*. Au IIIème siècle, la pourpre gétule prend le nom de pourpre maure. Il est donc probable que Pline ait fait une erreur consistant en une assimilation. Là encore, une découverte reste à faire pour connaître la véritable origine de la pourpre gétule.

Concernant les forêts in situ, « Le bois ne manquait pas autrefois. Les nombreuses racines de thuya et de genévrier le prouvent » [J. Desjacques, 1955]. Les racines évoquées par les auteurs, sont fossilisées et encore en place aujourd'hui, abondamment dans le très maigre sol d'une surface caillouteuse qui est aussi jonchée de leurs fragments. Elles peuvent atteindre quelques décimètres de long et cinq à dix centimètres de diamètre. La partie interne est remplie de grains de quartz cimentés, de couleur beige, alors que la périphérie plus homogène est constituée d'un ciment calcaire blanc à l'intérieur et grisâtre en surface.

Elles marquent l'ancienne présence de bois sur le « désert » actuel que forme le reg recouvert de barkhanes (photo. 2), où déflation et vannage opèrent fréquemment.

Pour le géographe grec, Strabon [63 av. J.C. - vers 25 ap.], « La Mauritanie est un pays riche, sauf un désert peu important... elle est bien pourvue en fleuves et en lacs. Elle est extrêmement riche en forêts hautes et denses ». Le terme « Mauritanie » tel qu'il a été traduit par R. Roget [1924] signifie non pas le pays actuel situé au Sud du Maroc, mais la région gouvernée par des royaumes berbères dont celui de Juba II qui y imprime son grand règne, avant la présence romaine. Il n'a donc absolument rien à voir avec la Mauritanie actuelle, si ce n'est la racine maure.

À notre connaissance, les sources relatives à l'histoire du géosystème dans les derniers siècles de l'Antiquité sont rares et n'apportent rien de précis en terme de désertification.

3.2 A partir des conquêtes arabes.

Il en est presque de même jusqu'à la fin du Moyen-Age. Il semblerait qu'au IXème siècle, les Idrissides chiites qui contrôlent le nord du Maroc, s'installent dans la région [Atlas historique de l'Afrique, 1988].

Pour le géographe arabe Al-Bakri qui écrit au XIème siècle une *Description de l'Afrique septentrionale* [in J. Caillé, 1952], le site d'Amogdoul serait un mouillage très sûr. Son texte préciserait que le site présente une baie servant d'avant-port à toute la région et où des navires de tous les pays y accostent [in N. Aït Messaoud, 1995].

Ce serait donc au moins à partir du XIème siècle, qu'un seuil démographique aurait été franchi grâce à l'arrivée de populations par voies maritimes. Le site et sa périphérie auraient été régulièrement fréquentés et exploités, même si aucun vestige d'habitat solide ne témoigne d'une occupation résidentielle [A. Rafik, 1989].

Puis la transcription portugaise de Sidi Mogdoul devient Mogador (formé sur Mogadouro) figurant sur nombre de portulans des XIVème et XVème siècles.

La période du Moyen-Age livre peu d'informations précises sur l'ex-Mogador et sa région. Un médecin égyptien, des plus anciens observateurs connus de l'arganier, qu'il décrit dans un *Traité des simples*, évoque son exploitation par les populations berbères qui en tirent une huile de noix destinée aux besoins alimentaires familiaux [Ibn Albaytar, 1219, in B . El Maana, 1994].

S'agissant de la région de l'arganier, l'espèce aurait nettement régressé sous l'effet des coupes abusives. Elle aurait recouvert une aire d'environ 1 400 000 ha il y a 2000 ans contre 828 300 ha aujourd'hui, soit une réduction de plus de 40 % [Y. Monnier, 1965], en raison des activités anthropiques [J.-P. Peltier, 1982].

La région Haha connaît un phénomène essentiel durant le XVème siècle, c'est le développement urbain expliqué par des raisons à la fois défensives et d'organisation sociale [A. Rafik, 1989]. L'auteur écrit : «...on s'efforce de sauvegarder farouchement ses frontières contre les convoitises étrangères ».

A. Rafik poursuit : « Le phénomène urbain est de ce fait le résultat d'une situation de guerre et de conflit quasi-permanente ; non pas l'aboutissement d'un quelconque processus de développement comme on serait porté à le croire ».

Un érudit et géographe arabo-andalou repère un grand nombre de concentrations de population d'importance variée mais assurément plutôt modestes qui forment, à travers le paysage, un mitage marquant des clairières en pleine forêt [Léon l'Africain, vers 1524, trad. A. Epaulard, 1981]. L'auteur note l'importance de l'arganier dans la

région du « Hea » et confirme qu'à cette époque, l'arrière pays de l'actuelle Essaouira est pleinement cultivé : « Les habitants sont tous agriculteurs. Leurs terres sont bonnes pour l'orge,...ils possèdent un très grand nombre de chèvres ».

Des recherches soulignent la construction d'une sucrerie sur les rives de l'oued Ksob au XVIème siècle [P. Berthier, 1966]. Il s'agit de la sucrerie de Souïra El Qedima. Soutenues par la politique des chérifs, ces infrastructures sont très gourmandes en eau et en bois local. Les raffineries ont exigé des ressources en bois considérables pour la cuisson des jus mais aussi pour la confection des broyeurs et des presses. L'arganier, bois régional très dense, a constitué un combustible très énergétique. Trois autres infrastructures de ce type ont été édifiées dont la plus proche d'Essaouira était celle de l'actuelle cuvette aride de Chichaoua. Aussi, au delà des espaces déboisés pour implanter et cultiver la canne à sucre, culture tropicale par excellence, l'oued Ksob a alimenté les champs en eau d'irrigation.

C'est l'arganier qui a le plus souffert de ces activités agro-industrielles inadaptées [Er-Rafia, 1975, in Aouad, 1989].

L'agro-industrie du sucre, dévoreuse d'énergie, a demandé de grands moyens dont les Saadiens ont voulu se doter et qu'ils se sont obstinés à maintenir plus tard. Ces derniers ont manifesté beaucoup de ténacité [Diego De Torres, Marmol, El Oufrani, in Berthier, 1966] afin d'atteindre leur objectif pour deux raisons principales : la première étant économique ; le sucre symbolisait une denrée de luxe et, en tant que produit d'exportation, il devait être source de richesses inestimables, surtout depuis l'essor du marché, postérieur à la découverte du Nouveau Monde où la canne à sucre fut introduite à Hispaniola. La seconde étant la fonction médicale ; le sucre était un produit très utilisé dans la pharmacopée de la médecine arabe, souvent imitée par la médecine européenne du Moyen-Age.

Mais dès le début du XVIIème siècle, la production du sucre marocain disparaît brusquement. Plusieurs raisons que l'on peut classer en deux catégories sont invoquées : un déséquilibre socio-économique et un déséquilibre du milieu. La littérature aborde parfois ces deux ensembles de causes d'une manière commune et unique, rappelant une approche systémique. F. Braudel [1949, in P. Berthier, 1966] s'exprime ainsi à propos de la culture de canne à sucre : « La calamité avec la canne c'est que là où elle occupe le sol, elle interdit toute culture intercalaire et restreint donc automatiquement l'espace des cultures vivrières normales...Dévastatrice des équilibres anciens, cette nouvelle venue est d'autant plus dangereuse qu'elle est soutenue par un capitalisme puissant, venu au XVIème siècle de tous les horizons, d'Italie comme de Lisbonne ou d'Anvers ».

De même, les bouleversements entraînés par l'implantation de la canne à sucre et son exploitation à Essaouira sont décrits de la façon suivante : « ...les incidences que l'innovation peut comporter : rupture d'équilibre agricole et gaspillage humain. Il est à peine besoin de dire que ni le sucre n'était encore au Maroc de consommation courante, ni la canne une culture vivrière. Qu'on imagine combien pouvaient être contraignantes, défigurantes, dépeuplantes, ces plantations royales usurpant en irrigué la place de l'orge » [J. Berque, 1953, in P. Berthier, 1966]. Enfin, pour M. Sorre [1951, in P. Berthier, 1966] « les troubles politiques ont toujours eu pour conséquence le retour d'une partie du sol au désert ». L'auteur, précurseur de la « pensée complexe », aurait-il voulu souligner ici la force du lien entre l'humain et le physique à travers les fondements biologiques qui les unissent ? Ce qui signifierait alors que les fondements biologiques relèvent aussi du physique et, plus justement, en découlent. Plus directement, les troubles politiques de la dernière période de la dynastie saadienne (1603-1665) installent une profonde anarchie qui génère une insécurité sociale, à tel point qu'elle désorganise le réseau de travail et de production du sucre. Mais ces troubles politiques et sociaux ne suffisent à expliquer à eux seuls la disparition de la canne à sucre car des crises analogues ont marqué la fin de chaque grande dynastie au Maroc lors des siècles précédents. Ce qui n'avait pas fait obstacle à un redémarrage de l'activité, et nous suggère de penser à une dynamique biophysique bouleversée.

Ainsi, la question de la disparition de la canne à sucre est aussi étroitement liée à la dégradation de conditions naturelles : « Et la canne à sucre démontra une fois de plus qu'elle pouvait produire de gros bénéfices mais qu'en compensation, elle exigeait de nombreux sacrifices. Elle réduisait en esclavage non seulement l'homme mais encore la terre...satisfaire l'appétit insatiable de la plante : celle-ci dévore tout ce qui l'entoure ; elle exige des terres bien préparées et drainées qu'elle engloutit, ensuite, l'une après l'autre ; elle dissout l'humus du sol, elle annihile les petites cultures sans défense, ainsi que le capital humain qu'elle saigne lentement. » [J. de Castro, in P. Berthier, 1966].

Et P. Berthier [1966], de conclure : « Pourtant la situation devant laquelle nos recherches nous ont placé est bien nette. Dans les deux grands secteurs étudiés du Haouz et du Souss nous sommes en présence de témoignages irrécusables d'un équilibre hydraulique nettement meilleur que celui que nous observons de nos jours. Il semble bien que les régimes de l'oued Ksob, de l'oued Chichaoua, de l'oued Souss se soient déréglés,

leurs débits appauvris…Il s'est donc produit quelque chose…il faut encore ici en revenir à l'action humaine et invoquer le déboisement, la dégradation des sols, le dérèglement des régimes en ayant été la conséquence. L'importance de ce déboisement a même pu être chiffrée en partant de données écologiques et techniques. C'est ainsi que M. P. Boudy l'évalue à 6 millions d'ha pour l'ensemble du Maroc dont 800 000 pour la région de l'arganier…(1948) ». L'auteur souligne également que le Service des Eaux et Forêts du Maroc a constaté la disparition du thuya ou sa dégénérescence dans le périmètre de la sucrerie. Cependant, les conditions de l'évolution des fluctuations climatiques doivent aussi être évoquées. Et dans ce sens, P. Berthier [1966] se distingue de F. Braudel [1949] et de S. Gsell [1913-1929] qui émettent des conclusions assez réservées concernant l'incidence des fluctuations climatiques sur le paysage végétal. L'auteur s'accorde pourtant avec C. Bois [1944] pour qui la fin du XVIème et le début du XVIIème siècles sont marqués par des sècheresses exceptionnelles. Il serait intéressant de prendre alors en compte le Petit Age Glaciaire (PAG) et d'étudier de façon plus précise l'étendue de sa portée et sa relation avec les phases arides observées. En effet, les premières observations du phénomène dunaire apparaissent postérieurement à la fondation de la ville à la fin du XVIIIème siècle « …à l'Est de la ville que s'étend la mer de sable, dont les vagues, menaçantes et sans cesse agitées, s'amoncellent incessamment autour des remparts » [P.-E. Bache, 1861].

On aboutit aujourd'hui à un phénomène de désertification au sein duquel les relations géo-systémiques connaissent deux effets-butoirs : le premier au niveau des articulations phases climatiques/phases anthropiques ; et le second à hauteur des relations hommes/milieu (fig. 8). En revanche, la fluidité des relations reste constante au niveau des mutations spatiales biotiques et abiotiques. On remarque aussi que le sens des flèches indique l'absence de conception cyclique.

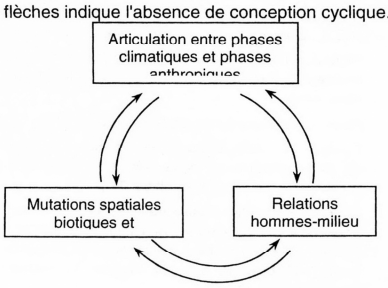


Figure 8 : le phénomène de désertification et ses relations géosystémiques.

4. CONCLUSION

Il serait donc intéressant et fructueux d'étudier alors les interactions entre les deux effets-butoirs. Et de connaître dans quelle mesure l'un agit sur l'autre, les contraintes posées par l'un et/ou par l'autre, et les ressources trouvées par l'un et/ou par l'autre.

Aussi, afin d'assurer un suivi régulier du milieu « naturel », la présente étude permet de jeter les bases de l'analyse multi-temporelle par veille satellitaire et traitement d'images, dans l'objectif d'une gestion conservatoire de la biodiversité et/ou d'aménagement adapté d'un site extra-européen classé UNESCO.

De plus, dans les enjeux et les processus qui mènent à la désertification, le couvert végétal tient une place prépondérante [J.-L. Ballais *et al.* 1979 ; J.-L. Ballais, 1994 ; Benazzouz, 2000 ; J.-L. Ballais *et al.*, 2003 ; J. Riser, ss. presse], et on observe dans cet article, que nature et culture sont toutes deux contenues dans les trois concepts de départ, inscrits au centre du paysage (fig. 4 et fig. 9).

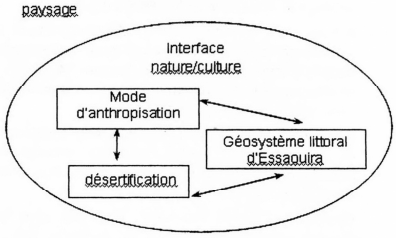


Figure 9 : l'interface nature/culture au centre du paysage.

En somme, les recherches effectuées à Essaouira, ouvrent sur trois points :

- la désertification du littoral souiri et de son arrière-pays a contraint le milieu naturel à une trajection paysagère et à un état irréversible ; les trois principales espèces arborescentes sont touchées, si bien que les forêts environnantes ont cédé la place à un « petit Sahara » ;
- cependant, en excluant toute posture catastrophiste, il est intéressant d'observer, d'une part le rôle des hommes en tant qu'acteurs dans les divers modes d'anthropisation, et d'autre part, le retournement des vicissitudes du milieu naturel en une valorisation d'un patrimoine culturel mondial ;
- enfin, le développement de la désertification comme champ de recherche de l'interface nature/culture est féconde en géoarchéologie comme en archéologie.

D'autres hypothèses mériteraient d'être discutées au sujet du Petit Age Glaciaire et de ses enregistrements morpho-climatiques, d'une part, et de la signification de la désertification en tant

qu'enjeux, processus et phénomène, à l'échelle du globe, d'autre part.

Références

Aït Messaoud N., 1995. Recherches sur la ville d'Essaouira : histoire et archéologie monumentale. Th. Doc., Paris I/Panthéon-Sorbonne, 487 p.

Aouad M., 1989. L'arganier dans les systèmes agraires du Sud-Ouest marocain : situation actuelle et perspectives de valorisation. mém. 3ème cycle, Inst. Agron. et Vétérin. Hassan II, Rabat, 139 p.

Atlas historique de l'Afrique, 1988. La Colonisation arabe et l'islamisation avant 1200. pp. 58-59.

Bache P.-E., 1861. Souvenirs d'un voyage à Mogador. Revue Maritime et Coloniale, janvier-février, Paris, 19 p.

Ballais J.-L., Marre A., Rognon P., 1979. Périodes arides du Quaternaire récent et déplacement du sable éolien dans les Zibans (Algérie). Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique n°21, 2, pp. 97-108.

Ballais J.-L., 1994. Désertification et barrage vert en Algérie : le cas des Zibans. Revue de Géomorphologie Dynamique n°XLIII, 1, pp. 1-8.

Ballais J.-L., Meffre J.-C., éds. 1996. Le Plan de Dieu (Nord-Vaucluse), géoarchéologie et histoire d'un paysage anthropisé. Etudes Vauclusiennes n°LV, 97 p.

Ballais J.-L., Benazzouz M.T., Benmohammadi A., 2003. Environmental dynamics and land occupation in the Saharan margins of the Holocene Maghreb. In The Mediterranean World. Environment and History. Éd. E. Fouache, Elsevier, pp. 341-351.

Benazzouz M.T., 2000. Morphogénèse éolienne holocène et actuelle dans l'Atlas saharien oriental (Algérie) : conséquences sur la désertification. Th. Doc. d'État, Univ. Constantine, 326 p.

Ben Driss Ottmani H., 1997. Une cité sous les alizés Mogador des origines à 1939. Éd. La Porte, 356 p.

Berger J.-F., Odiot T., Beeching A., Brochier J.-L., Chouquer G., Magnin F., Thiébault S., 1995. La géo-archéologie à l'interface des études en paléo-environnements et en archéologie spatiale : présentation d'un exemple drômois (le bassin valdainais). In DARA/CNRS éd. Act. des jour. de géoarch. en Rh.-Alp., Lyon, 17 p.

Berger J.-F., Magnin F., Thiébault S., Argant J., 1997. Essai de paléoécologie d'un paysage : le bassin valdainais (Drôme, France) à l'Holocène. Ecologia Mediterranea n° XXIII, 3/4, 24 p.

Berque A., 2000. Ecoumène. Introduction à l'étude des milieux humains. Belin, Paris, 271 p.

Berthier P., 1966. Les anciennes sucreries du Maroc et leurs réseaux hydrauliques. Th. de Doctorat, 2 vol., 349 p.

Biberson P., 1961 Le cadre paléogéographique de la préhistoire du Maroc atlantique. Publ. Serv. Antiq. Maroc, fasc. 16, Thèse de Doctorat, 235 p.

Bois C., 1944. Revue pour l'étude des calamités. n° 22

Braudel F., 1949. La Méditerranée et le monde méditerranéen à l'époque de Philippe II. A. Colin, Paris, 1160 p.

Caillé J., 1952. Les Français à Mogador en 1844. Syndicat d'initiative et de tourisme, Mogador, 26 p.

Chouquer G., 1983. Localisation et extension géographique des cadastres affichés à Orange. In M. Clavel-Lévêque (éd.) Cadastres et espace rural, Actes de la table ronde de Besançon, Paris, pp. 275-295.

Chouquer G., 2007. Quels scénarios pour l'histoire du paysage ? Orientations de recherche pour l'archéogéographie. Coimbra-Porto, 408 p.

Chouquer G., Favory F., 2001. L'arpentage romain. Histoire des textes, Droit, Techniques. Errance, Paris, 494.

Desjacques J., Koeberlé P., 1955. Mogador et les îles Purpuraires. Hesperis n°42, pp. 193-202.

El Maana B., 1994. Contribution à l'étude et à la cartographie des types de peuplements et des groupements végétaux de la forêt d'Aïn Tamalokt dans un but d'aménagement (Haut-Atlas occidental, Maroc). Mém. de 3ème cycle, Ecole Nat. For. d'Ingén. de Salé, 147 p.

Gentile W., 1997 Caractérisation et suivi d'un champ dunaire par analyses sédimentologiques et télédétection : Essaouira – cap Sim (Maroc atlantique), Thèse de Doctorat, Université de Provence (Aix-Marseille I), 322 p. + annexes, Aix en Provence.

Gsell S., 1913-1929. Histoire ancienne de l'Afrique du Nord. Tome I. Les conditions du développement historique – ch. III. Le climat de l'Afrique du Nord dans l'Antiquité, pp. 40-99.

Jacques-Meunié D., 1982. Le Maroc saharien des origines à 1670. Éd. Klincksieck, Paris, 2 vol., 990 p.

Jodin A., 1957. Note préliminaire sur l'établissement pré-romain de Mogador. Bull. Arch. Maroc., t. II, pp. 10-40.

Jodin A., 1966. Mogador comptoir phénicien du Maroc atlantique, éd. Maroc. et Internat., Tanger, 211 p.

Jodin A., 1967. Les établissements du roi Juba II aux îles purpuraires (Mogador). Éd. Mar. et Intern., Tanger, 282 p.

Jodin A., 1988. Les Phéniciens à Mogador. Dossiers d'Histoire et d'Archéologie n°132, pp. 88-91.

Léon l'Africain, vers 1524. Description de l'Afrique. t. I, 2ème partie, Royaume de Marrocos, Hea, région occidentale, trad. de l'Ital. par A. Epaulard, 1981, Pub. Inst. Haut. Ét. Maroc. n°LXI, Libr. d'Amér. et d'Orient.

Lopez Pardo F., 1987. Mauritania tingitania : del mercado colonial punico a provincia periferica romana. Tesis Doctoral, 684 p.

Monnier Y., 1965. Les problèmes actuels de l'arganeraie marocaine. Rev. Forest. Fr. n°11, pp. 750-767.

Peltier J.P., 1982. La végétation du bassin versant de l'oued Souss (Maroc). Th. Doc., Univ. Grenoble, 201 p.

Pline l'Ancien, Ier siècle. Histoire naturelle. livre V, 1ère part., trad./comm. par J. Desanges, Paris, 1980, pp. 1-46.

Rafik A., 1989. Problématique du développement de l'espace socio-économique Essaouira-Haha. Mémoire de D.E.S., Univ. Hassan II, Casablanca, 201 p.

Riser J., 1987. Paléoformes et paléoclimats au Sahara occidental. Inst. Sup. Sc. Nouakchott-Univ. Avignon-Univ. Nice, 41 p.

Riser J., ss presse. Les espaces du vent. Quae Editions.

Simone Y., 1994. Dynamique actuelle des géosystèmes en pays chiadma et haha (région d'Essaouira, Maroc). Mém. DEA, Univ. Aix-Marseille I, 36 p.

Simone Y., 1996. Essaouira : naissance d'une ville et impact de ses activités sur le milieu. In Impact de l'homme sur les milieux naturels, Perceptions et Mesures. éd. P. Baudot, D. Bley, B. Brun, H. Pagezy, N. Vernazza-Licht. De Bergier, pp.115-125.

Simone Y., 2007a. Le géosystème dunaire anthropisé d'Essaouira-est (Maroc atlantique) : dynamique et

paléoenvironnements. Th. Doc., Univ. Aix-Marseille I, disponible par le lien http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00171576/fr/, 205 p.

Simone Y., Ballais J.-L., 2007b. Interactions et relations entre dynamiques éolienne et anthropique : l'évolution récente du géosystème dunaire d'Essaouira (Maroc atlantique), Photo-Interprétation n° spé. hommage Jean Chorowicz, pp. 135-152 et 278-281.

Simone Y., Ballais J.-L., Fontugne M., Guendon J.-L., Riser J., soumis. Signification géomorphologique d'une séquence de limons sahariens depuis l'Holocène moyen (Essaouira, Atlas atlantique). Quaternaire.

Strabon, Ier siècle. Livre XVIII, 3, 4, in Le Maroc chez les auteurs anciens. Tr. R. Roget, Les Belles Lettres, Paris, 1924, 51p.

Vidal de La Blache P., 1902. Les Purpuraires du roi Juba. In Mélanges Perrot, Paris, pp. 325-329.

Weisrock A., 1993. Géomorphologie et paléo-environnements de l'Atlas atlantique (Maroc). Notes et Mém. du Serv. Géolog. du Maroc n° 332, Rabat, 487 p.