



DUNES LITTORALES ET DUNES CONTINENTALES AU MAROC ATLANTIQUE SEMI-ARIDE (29°-30° N) DU PLEISTOCENE SUPERIEUR A L'ACTUEL

Dunas litorales y dunas continentales en el Marruecos atlántico semiarido (29°-30° N) del Pleistoceno superior al presente.

A. Weisrock, B. Adele, A. Charif, S. Tannouch-Bennani.

*Université de Nancy2, C.E.R.P.A, Département de Géographie, B.P. 33-97, F - 54015 Nancy Cedex.
e-mail: weisrock@univ-nancy2.fr*

Résumé: L'exemple de la Plaine du Souss montre pour les sables des systèmes dunaires actuels une double origine, littorale (apports marins) et continentale (apports des oueds). Il s'y ajoute une troisième origine, celle des sables hérités des systèmes dunaires fossiles, parfois fort anciens (Moghrebien = Plio-Pléistocène). Depuis le Pléistocène terminal (=«Soltanien supérieur»), l'existence de 3 systèmes fossiles successifs démontre la stabilité du phénomène, liée aux apports marins continus de la dernière transgression d'une part et aux apports fluviaux plus ponctuels du Pléistocène supérieur et de l'Holocène moyen d'autre part. Ces derniers sont donc suivis de périodes d'éolisation plus sèches, au «Tardi-Soltanien» et à l'Holocène supérieur.

Mots clés: Dunes littorales. Dunes continentales. Sédimentologie. Morphogénèse. Pléistocène supérieur. Holocène. Actuel. Maroc. Oued Souss.

Resumen: El ejemplo de la Llanura del ued Souss señala para las arenas de los sistemas dunares actuales un doble origen, litoral (alimentación marina) y continental (alimentación de los uedes). A eso se añade un tercer origen, aquel de las arenas heredadas de los sistemas dunares fósiles, a veces muy antiguos (Moghrebiense, o sea Plio-Pleistoceno). Desde el Pleistoceno terminal (= Soltaniense superior), la existencia de tres sistemas fósiles sucesivos demuestra la estabilidad del fenómeno, en relación con la alimentación marina continua de la última transgresión de una parte, y con la alimentación fluvial, más intermitente, del Pleistoceno superior y del Holoceno medio, de otra parte. Esta última ha sido seguida, pues, por periodos de eolización más secos, en el «Tardi-Soltaniense» y en el Holoceno superior.

Palabras clave: Dunas litorales. Dunas continentales. Sedimentología. Morfogénesis. Pleistoceno superior. Holoceno. Epoca actual. Marruecos. Ued Souss.

Abstract: Present day dune systems of the Plain of Souss contain sands from two sources, littoral (marine) and continental (derived from wadis). In addition there is a third source, some sands being inherited from fossil dune systems, sometimes of considerable antiquity (Moghrebian = Plio-Pleistocene). Since the end of the Pleistocene («Upper Soltanian»), the existence of three successive fossil systems demonstrates the stability of the phenomenon, linked, on the one hand, to marine sources continuing from the last transgression, and, on the other, to fluvial sources active during the Upper Pleistocene and the Middle Holocene. These fluvial deposits are followed by drier aeolian periods in the «Late Soltanian» and the Upper Holocene.

Key words: Coastal dunes. Continental dunes. Sedimentology. Morphogenesis. Upper Pleistocene. Holocene. Present. Morocco. Souss wadi.



Weisrock, A., Adele, B., Charif, A., Tannouch-Bennani, S. (2002). Dunes littorales et dunes continentales au Maroc Atlantique semi-aride (29°-30° n) du Pleistocene superior a l'actuel. *Rev. C. & G.*, 16 (1-4), 43-56.

1. Introduction

Les accumulations dunaires sableuses du Maroc atlantique semi-aride (29°-30° N) se répartissent en deux ensembles majeurs: des systèmes dunaires littoraux et des systèmes continentaux proches des oueds. Cet article étudie le système dunaire du Souss occidental et central (30° de latitude N), en milieu semi-aride fortement humanisé (Fig. 1). Les objectifs principaux sont d'expliquer la localisation et l'extension des sables et surtout de comprendre leur origine, les liens éventuels entre les différents systèmes, ainsi que les mécanismes de leur mise en place. Pour cela, on partira de la situation actuelle avant d'examiner les héritages sableux du Pléistocène supérieur et de l'Holocène.

2. Le modèle actuel dans la Plaine du Souss: dunes littorales et dunes continentales.

Les accumulations sableuses (Figure 1) s'étendent sur 60 km N-S entre l'oued Souss et l'oued

Massa et sur 120 km W-E au maximum entre l'Océan et Taroudannt, le plus souvent sur 50 km entre l'Océan et l'Anti-Atlas. Les sables forment un manteau plus ou moins continu qui s'épaissit en deux secteurs correspondant respectivement au littoral et au piémont anti-atlasique.

2.1. Le secteur dunaire littoral (Chtoukas-Ouest)

Le secteur dunaire littoral (Chtoukas-Ouest) comporte dans le détail 3 systèmes dunaires «linguiformes» (Battistini, 1964):

- (1) En rive gauche de l'oued Souss se trouve le plus étendu, en forme de triangle dont la pointe s'avance sur 11 km vers le SE. Il est formé surtout de longues dunes linéaires transverses et d'amas barkhaniques, pour la plupart fixés par des boisements de conifères.
- (2) Le système de Tifnit n'est fixé que sur sa partie distale; en bordure de l'Océan, il est formé également de grandes dunes transverses découpées par des couloirs de déflation N140° prolongés par des essaims de barkhanes.

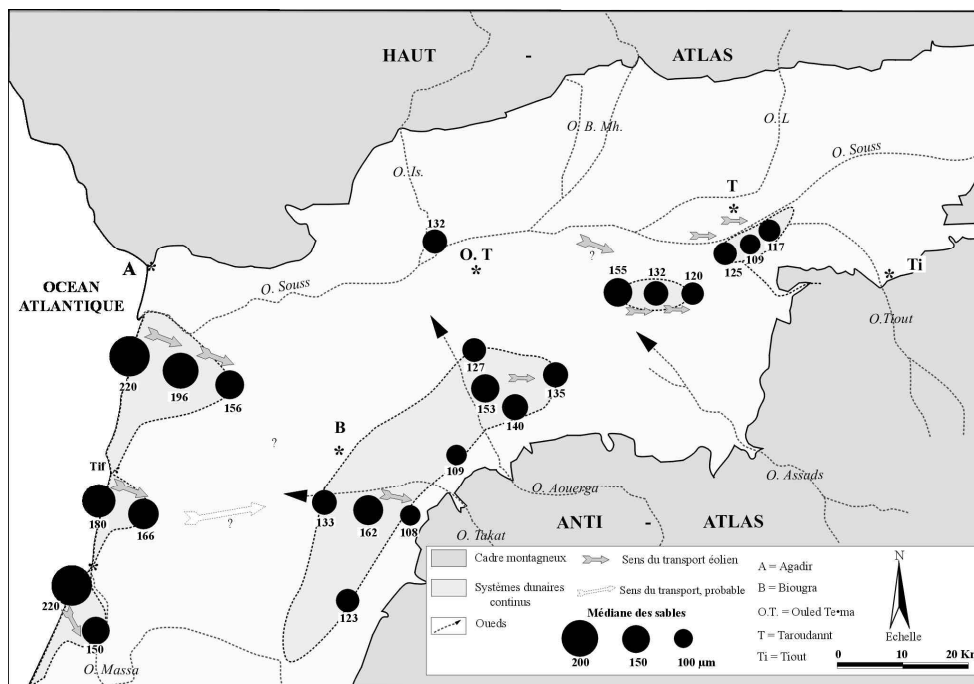


Figure 1. Plaine du Souss: granulométrie moyenne des sables vifs.
 Figura 1. Planicie de Souss: granulometría media de arenas vivas.

(3) En rive gauche de l'oued Massa, les amas vifs sont très épais et continus à l'embouchure, escaladant le bas plateau littoral; le vent canalisé par la vallée exporte des bar-khanes vers la SE. Des travaux de fixation sont aujourd'hui entrepris à partir de la côte.

Les sables de ces systèmes littoraux sont à l'origine assez grossiers (médianes à 220 microns) et carbonatés (jusqu'à 55% de CaCO_3) puisqu'ils sont issus directement des plages incorporant beaucoup de débris de coquilles marines. Leur continentalisation est toutefois rapide, puisque, si l'on compare ces sables à leur entrée et à leur sortie du système (Figures 1, 2, 3), les médianes diminuent rapidement (de 220 à 150 microns: la diminution de la taille des grains est de l'ordre de 6 à 10 microns par km), les carbonates se raréfient ou même disparaissent car les fragments de coquilles subissent une comminution qui les transforme en poussières (Coudé-Gaussen et al., 1982); ces sables s'enrichissent donc en quartz, lesquels acquièrent forme et aspect de surface éoliens: à la dimension de 125 microns, plus de 90% des grains de quartz sortant du système sont éolisés: ils sont devenus des grains ronds-mats ou émoussés-mats.

Cette transformation rapide du matériel est due sans aucun doute à l'efficacité et à la régularité de l'alizé, vent dominant sur le littoral, dévié ici en vent d'WNW par le Haut-Atlas, mais qui retrouve peu à peu sa force et sa direction initiales en se déplaçant vers le Sud.

2.2. Le secteur dunaire continental

Le secteur dunaire continental (Figure 1) débute donc en réalité déjà aux marges orientales du secteur littoral. Mais il se présente ensuite sur des superficies très vastes comme un manteau plus ou moins épais fixé presque complètement par les cultures, la forêt d'Arganiers et l'urbanisation galopante du «Grand Agadir» vers Massa, Biougra et Ouled Teïma. Si bien que les formes vives sont réduites aux zones marginales du piémont anti-atlasique, couvrant la surface des grands cônes encroûtés selon deux systèmes majeurs:

- (1) *Le système des Chtoukas-Est*, ou de Biougra, étendu au Sud et à l'Est de cette ville en un vaste arc de cercle adossé à l'Anti-Atlas, sur 20 km de large et 50 km de

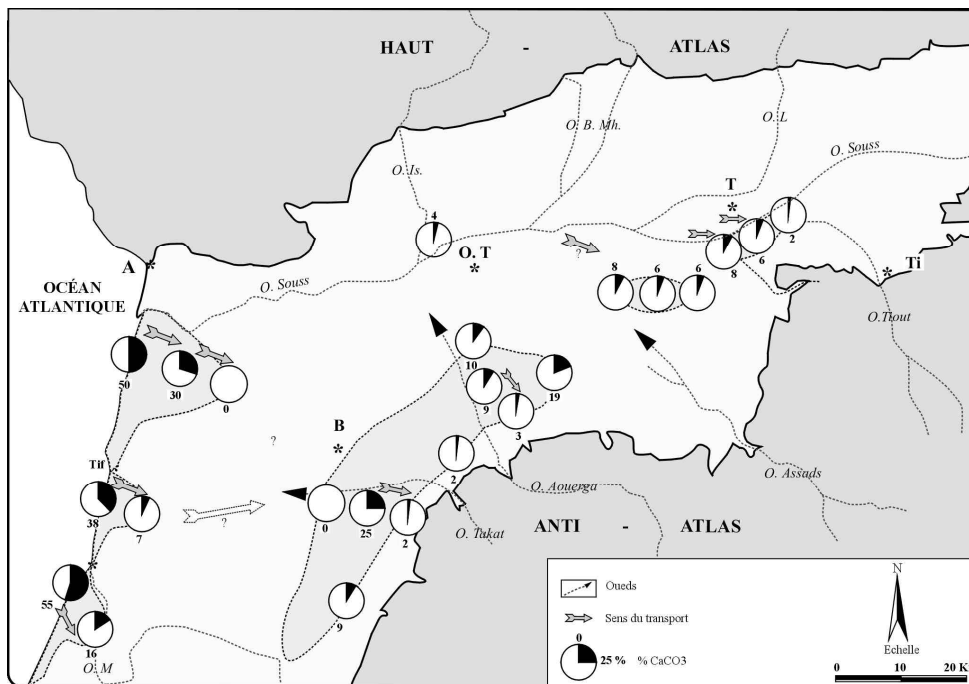


Figure 2. Plaine de Souss : teneur des sables vifs en carbonate de calcium (CaCO_3).
 Figura 2. Planicie de Souss : tendencia de las arenas en carbonato cálcico (CaCO_3).

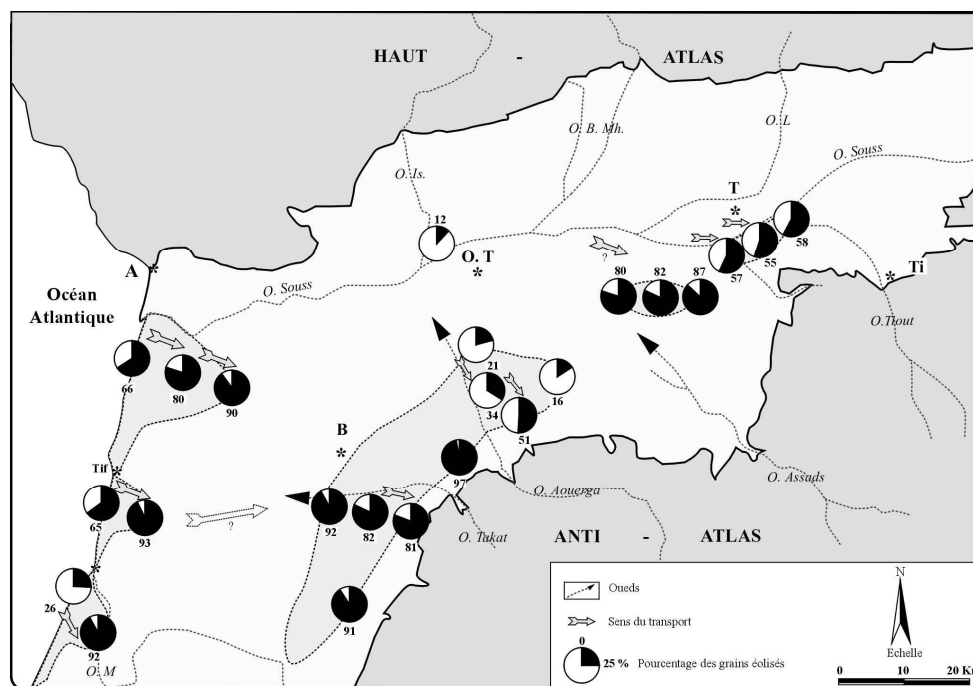


Figure 3. Plaine du Sous: éolisation des grains de quartz à 125 mm dans les sables vifs.
 Figura 3. Planicie de Sous: eolización de los granos de cuarzo de 125 mm en las arenas activas.

long environ. Il s'agit toujours plus d'un manteau éolien que d'un erg véritable; c'est au SE de Biougra que les accumulations sont les mieux développées, en dunes linéaires de directions variées, séparées par des couloirs de déflation où migrent des barkhanes; contre les premiers contreforts de l'Anti-Atlas se forment des dunes d'escalade (Figure 4) ou «climbing dunes», (Tinley, 1985).

(2) *Le système du Souss central*, au Sud de Taroudannt, composé en réalité de plusieurs zones d'accumulations vives distinctes; les deux plus importantes sont celle du Bled Nebak, à la partie distale du cône de l'oued Assads, et celle des Ouled Terna, en rive gauche du Souss à sa confluence avec l'oued Tiout. La première montre surtout des nebkas coalescentes, la seconde un manteau continu suivi de dunes transverses ou mégarides. Mais ces formes sont semi-fixées par des buissons de *Launea nudicaulis*, *Zyzyphus lotus*, *Nicotiana glauca*; et les formes véritablement actives sont réduites.

Les deux systèmes ont en commun des sables de dimensions plus réduites que sur le littoral (les médianes varient peu entre 108 et 162 microns), des sables peu carbonatés (entre 0 et 25% de CaCO_3) et des grains de quartz à 125 microns bien éolisés (jusqu'à 97%, mais avec des exceptions notables). Mais le gradient général d'amenuisement, de décarbonatation et d'éolisation W-E n'est pas respecté (Figures 1, 2, 3), ce qui prouve que les systèmes sont distincts les uns des autres:

- Dans le système de Biougra, les plus fortes médianes se situent au centre et non à l'W. Elles sont accompagnées d'un taux de carbonates (25%) qui s'élève brusquement, suite à la présence de bioclastes marins en quantité notable (35% de bioclastes dans les sables à 200 microns, Adele, 1998): autant d'indices de l'apparition d'une source nouvelle de sables, qui proviennent du remaniement sur place des dunes littorales moghrébiennes (= plio-quatérnaires): on sait qu'à cette époque, l'océan s'est avancé de 20 à 40 km vers l'Est par rapport à sa position actuelle (Ambroggi, 1963). Les sables



Figure 4. Système dunaire de Biougra à Oued Takat: dunes vives escaladant le versant occidental de l'Anti-Atlas.
 Figura 4. Sistema dunar de Biougra en el Oued Takat: dunas activas sobre la vertiente occidental del Anti-Atlas.

moghrébiens, lorsqu'ils affleurent, sont typiquement littoraux: médianes à 170 microns, 40 à 50 % de bioclastes marins, taux de carbonates élevés; seule l'éolisation des grains de quartz, bien plus forte que dans les dunes actuelles, diffère. Le gradient général reprend ensuite vers l'E et vers le NE, jusqu'à une nouvelle coupure introduite cette fois par l'oued Aouerga: sur la rive droite de cet oued, les médianes se relèvent à 153 microns, le pourcentage des grains éolisés diminue sévèrement (jusqu'à 16%): les sables dunaires sont alors en grande partie issus des apports de l'oued.

- Le même phénomène se reproduit encore deux fois vers l'Est, avec les apports de l'oued Assads d'abord, dont les dépôts distaux sont remaniés dans le Bled Nebak, puis surtout avec ceux des oueds Souss et Tiout (zone d'accumulations sableuses d'Ouled Terna). Bien qu'assez proches, ces deux zones ne semblent pas en solution de continuité: les sables de Bled Nebak, bien que plus grossiers au départ, sont nettement plus éolisés que ceux d'Ouled Terna, alors qu'on devrait observer le contraire.

2.3. Les dunes vives de la Plaine du Souss

Les dunes vives de la Plaine du Souss occidentale et centrale appartiennent donc à *trois systèmes morpho-sédimentaires* distincts d'W en E (Figure 5):

- (1) Le *système littoral (Chtoukas-Ouest)* qui s'avance jusqu'à Biougra; l'évolution des grains de sable issus des plages y est nette, selon un gradient assez fort d'ame-nuement, décarbonatation et éolisation croissants, qui traduit la perte progressive de puissance de l'alizé de la côte vers l'intérieur et transforme le matériel littoral à gros bioclastes en un matériel fin et quartzeux.
- (2) Le *système de Biougra (Chtoukas-Est)* qui reproduit le même schéma, mais à partir de sables hérités de la dune bioclastique moghrébiennne et des apports des petits oueds locaux. L'évolution des grains s'effectue sur une distance W-E plus courte, et en plus selon une direction secondaire parallèle à la bordure anti-atlasique. Le vent qui a repris vigueur sur les grands

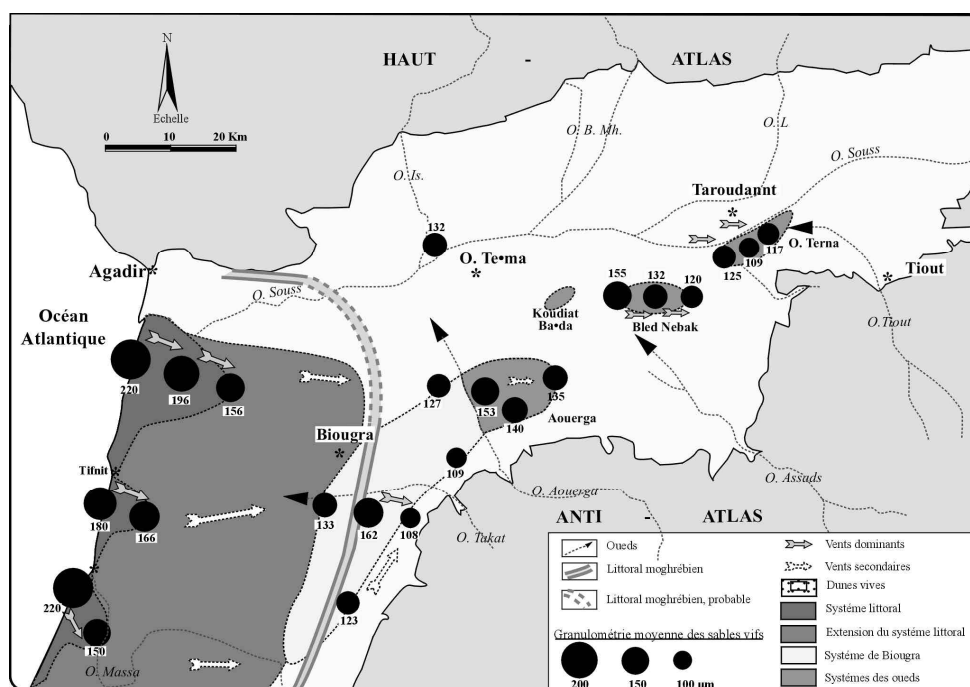


Figure 5. Plaine du Souss : les systèmes fonctionnels actuels.
 Figura 5. Planicie de Souss: los sistemas funcionales actuales.

espaces cultivés est à la fois freiné et dévié par le relief: les accumulations sont épaisses et escaladent les versants. On a donc affaire ici à un système mixte (marin hérité et continental).

- (3) On peut regrouper dans un *système du Souss central* les trois sous-systèmes des oueds Aouerga, Assads et Souss-Tiout, qui sont tous trois de nature entièrement détritique continentale et situés à la partie distale des cônes de ces oueds où parviennent majoritairement des limons sableux. Ces sous-systèmes sont tous sous le vent d'W dominant, mais le gradient d'évolution y est nettement plus faible que dans les deux premiers, à la fois parce que l'alizé a perdu en puissance et parce que le matériel est dès l'origine plus quartzeux. Dans le détail toutefois, on remarque que ceci n'est pas tout à fait exact pour le Bled Nebak (oued Assads), où l'éolisation est forte: c'est sans doute la preuve d'un façonnement plus long, donc d'une possibilité d'héritage.

3. Les héritages du Pléistocène supérieur et de l'Holocène.

L'histoire des accumulations sableuses au Pléistocène supérieur et à l'Holocène est fort complexe: sur le littoral, depuis l'Ouljien (stade isotopique 5, Weisrock et al., 1999), on trouve les dépôts de 7 générations successives de sables dunaires (Figure 6). Pour examiner les relations entre ces dunes fossiles et les systèmes actuels, l'article se limite aux trois derniers héritages majeurs: la dune tardi-soltanienne (environ 14000 - 10000 BP), la dune mellahienne (autour de 5000 BP) et la dune «ocre» (autour de 3 000 BP), retrouvés également dans l'arrière-pays (Figures 7, 8, 9 et 10).

3.1. La dune tardi-soltanienne (Tableau 1, Figures 6, 7 et 8).

Cette dune a été longtemps confondue avec les limons rose clair du Soltanien supérieur abondamment décrits dans la littérature scientifique marocaine, parce qu'elle occupe la même situation mor-

phostratigraphique, au sommet d'accumulations épaisses de matériaux fins qui constituent des glaciais d'accumulation tronqués et encroûtés en surface. D'où la couleur rose pâle ou gris-blanchâtre de ses sables, riches en concrétions calcaires et amas carbonatés, souvent d'origine racinaire.

Elle est présente dans le substratum des trois systèmes actuels, littoral, Biougra et Souss central. Les sables de cette dune sont uniformément fins (médianes souvent autour de 110 microns), et constituent un manteau éolien d'épaisseur très variable, y compris sur le littoral, où ils corres-

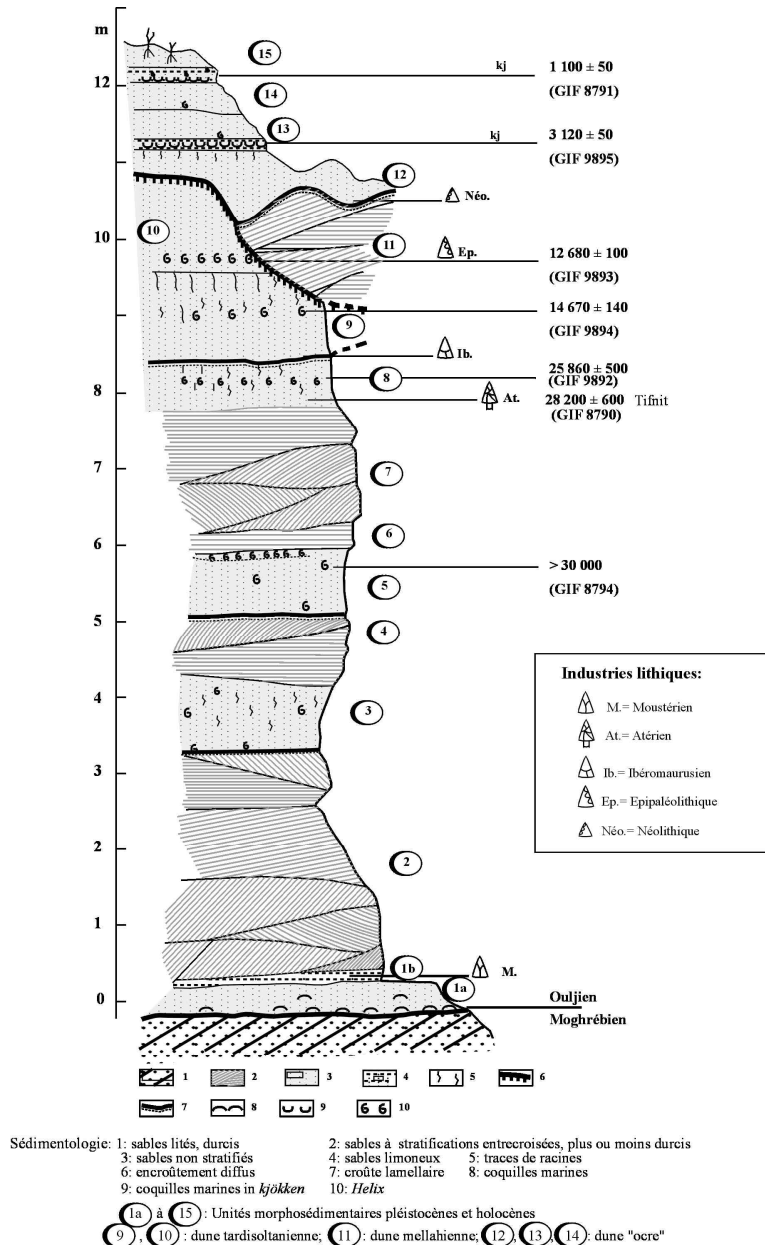


Figure 6. Coupe synthétique des accumulations dunaires du littoral des Chtoukas-Ouest.
 Figura 6. Columna sintética de las acumalaciones del litoral de Chtoukas-Ouest.

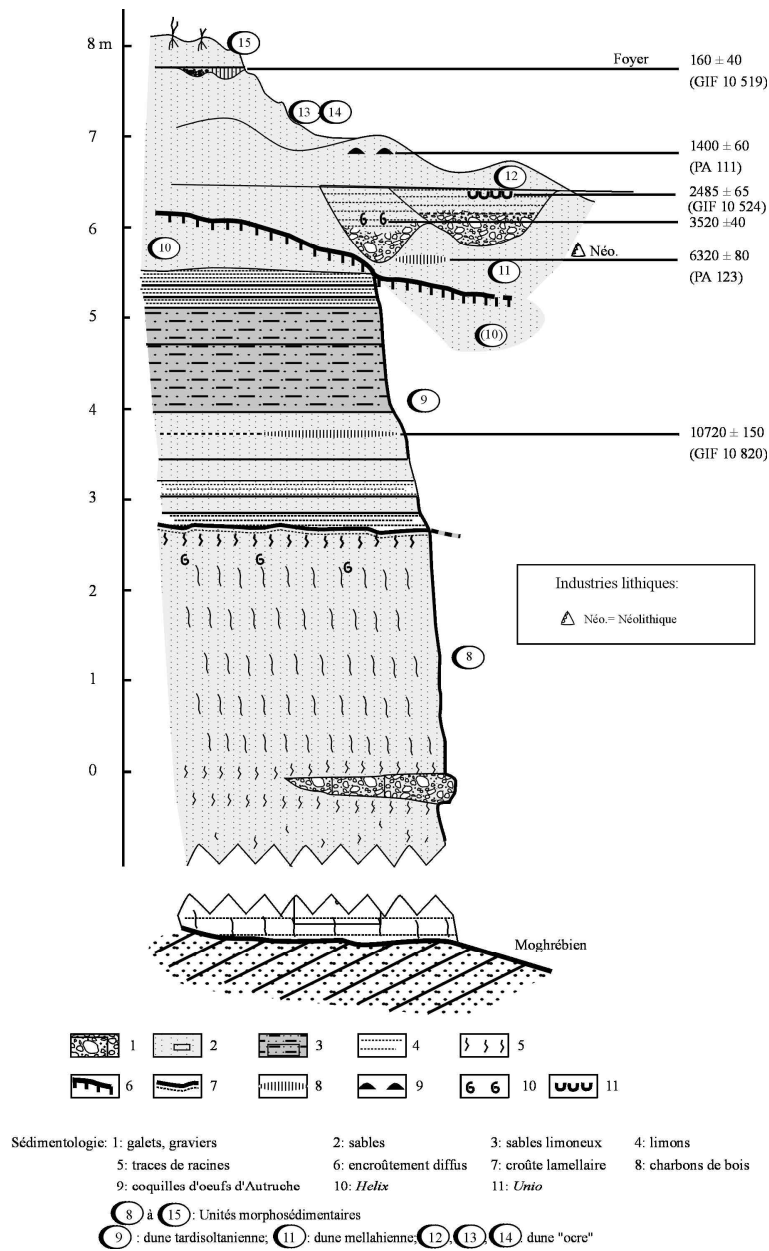


Figure 7. Coupe synthétique des accumulations fluviales et dunaires continentales dans les Chtoukas-Est et la partie centrale de la plaine des Souss.
 Figura 7. Planicie de Souss: Columna sintética de las acumulaciones fluviales y de dunas continentales en Chtoukas-Est y la parte central de la planicie de Souss.

pondent à une période où ce dernier était encore relativement bas et éloigné d'au moins 5-6 km du trait de côte actuel. Le fait qu'on les retrouve également loin vers l'intérieur, avec cette fois de fines

stratifications, indique un environnement à périodes sèches marquées. Toutefois, l'éolisation n'est vraiment accentuée qu'à Biougra et Aït Abouad, où les médianes sont aussi les plus faibles;

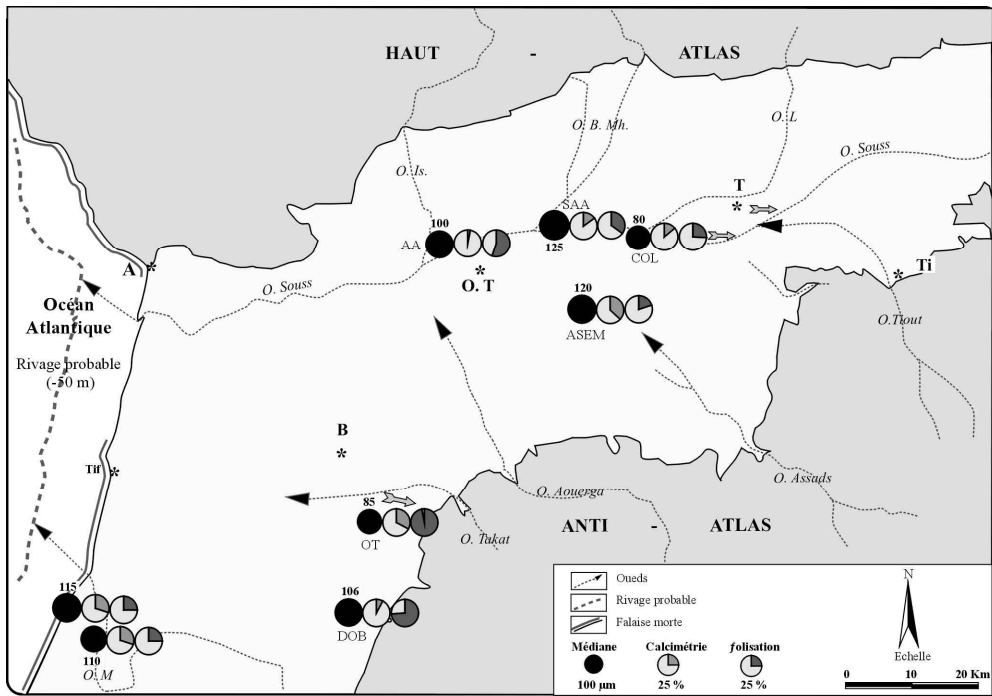


Figure 8. Plaine du Souss : la dune tardi-soltanienne, une ‘continentalisation’ du système (Abréviations: cf. tableau 1).
 Figura 8. Planicie de Souss: la duna tardi-soltaniense, una ‘continentalización’ del sistema (Leyenda en tabla 1).

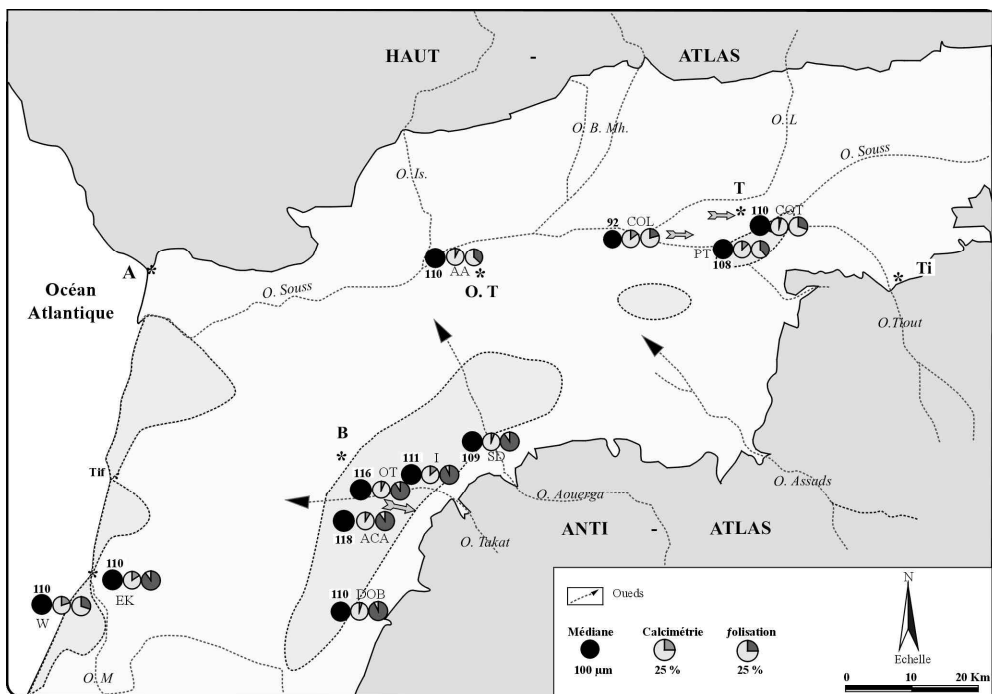


Figure 9. Plaine du Souss : la dune ocre protohistorique, extension et granulométrie (Abréviations : cf. tableau 3).
 Figura 9. Planicie de Souss: la duna ocre protohistórica, extensión y granulometría (Leyenda en tabla 3).

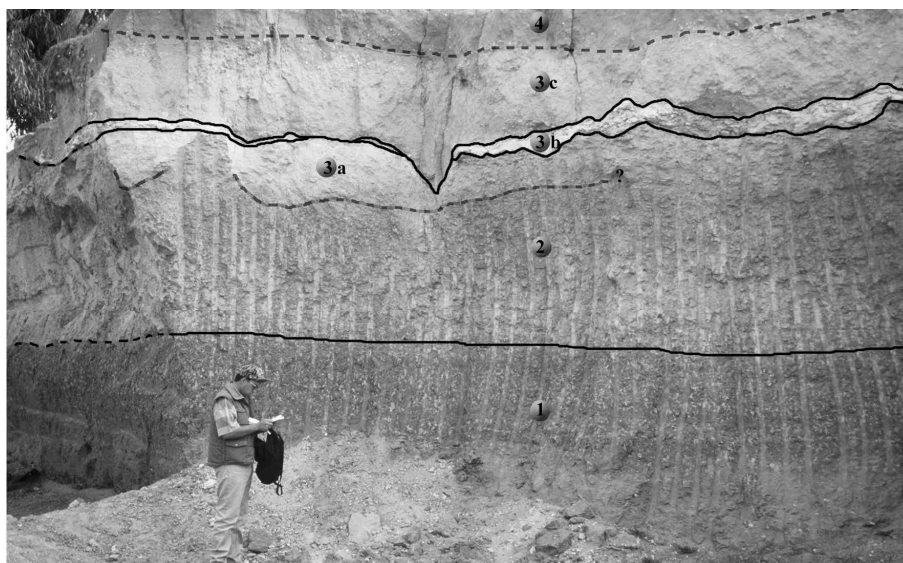


Figure 10. Système dunaire de Biougra à El Koudiat. 1: limons brun-rouge à concrétions carbonatées, Soltanien supérieur; 2: dunes sableuse 'tardisoltanienne' à concrétions carbonatées; 3 : dune sableuse blanche 'mellahienne'; 3a : sables éoliens inférieurs; 3b : ravinement à blocs (Holocène moyen). 3c : sables éoliens supérieurs. 4 : dune 'ocre' protohistorique.

Figura 10. Sistema dunar de Biougra en el El Koudiat. 1: limos marrones rojizos con concreciones carbonatadas, Soltaniense superior; 2: dunas arenosas 'tardisoltaniense' con concreciones carbonatadas; 3: duna arenosa blanca 'mellahiense'; 3a: arenas eólicas inferiores; 3b: regueros (Holoceno medio); 3c: arenas eólicas superiores; 4: duna 'ocre' protohistórica.

Tableau 1. Le dune tardi-soltanienne dans le Souss

Tabla 1. La duna tardi-soltaniense en Souss

| Système | Localisation N° échantillon Référence | Datation ¹⁴ C et Préhistoire | Couleur Munsell | Epaisseur (cm) Structure | Médiane (µm) | CaCO3 (%) | Grains à 125 µm éolisés % | Nature des grains à 200 µm | |
|---|--|---|---|---|-----------------|----------------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | | Quartz (%) | Bioclastes marins (%) |
| Littoral O. Massa | Witidirene W.5-1 (Barrada, 1996) | 14670 ± 140 Helix (GIF 9894) | Gris blanchâtre | 35 En manteau | 115 | 30 +concrétions | 25 | 60 | 30 |
| Littoral O. Massa | Witidirene W.5-2 (Barrada, 1996) | 12680 ± 100 Helix (GIF 9893) | Rose pâle | 50 à 120 En manteau | 110 | 30 +concrétions | 25 | 45 | 45 |
| Biougra | Adouar ou Bihi T.4B (Adèle, 1998) | Antérieur à 5931 ± 65 Charbon (PA 124) | 7,5 YR 7/4 Gris à la base Blanchâtre au sommet | 85 En manteau | 106 | 8 +concrétions racinaires | 74 | 56 | 9 |
| Biougra | Oued Takat T.4 (Adèle, 1998) | Antérieur à 6320 ± 80 Charbon (PA 123) | 7,5 YR 7/4 Gris blanchâtre | 35 En manteau | 85 | 33 +concrétions racinaires | 97 | 68 | 11 |
| Souss central Ouled Teïma O. Souss | Aït Abouad S3d (Tannouch B.,00) | 10720 ± 150 Charbon (GIF 10 820) | 7,5 YR 5/5 Marron | 30 à 50 Fines stratifications horizontales | 100 | 3.3 | 55 | - | 0 |
| Souss central Ouled Teïma O. Souss | Sidi Ali ben Ali S2a (Tannouch B.,94) | - | 7,5 YR 6/3 Brun rouge clair | 170 à 400 Fines stratifications | 125 | 15 +nodules calcaires | 35 | - | 0 |
| Souss central O. Assads/ Bled Nebak | Aït Saïd El Mhadi AS7 (Charif & Tannouch B.,00) | Ibéromaurusien à la base | 7,5 YR 7/1 Gris-rosâtre Blanchâtre à la base | 35 à 100 En manteau | 120 | 37 | 20 | - | 0 |
| Souss central O. Souss/ O. Louar | Confluence COL2 (Charif, inédit) | Antérieur à 8430 ± 130 Helix (Weisrock et al, 1991) | 10 YR 6/2 Gris-brun clair | 80 Fines stratifications | 110 | 14 | 26 | - | 0 |

ceci pourrait indiquer qu'il n'y ait eu alors que deux systèmes: l'un littoral, plus étendu que l'actuel, l'autre continental, toujours alimenté par les oueds. Cette hypothèse s'appuie sur l'existence d'un alizé plus puissant que l'actuel à cette période (Weisrock, 1980).

Sur les mêmes sites, les sables actuels sont toujours plus grossiers, ce qui signifie qu'ils ne sont pas issus d'une remobilisation directe de la dune tardi-soltanienne. Lorsque celle-ci affleure en surface, elle est protégée par l'encroûtement lamellaire et les amas carbonatés qui assurent sa cohésion. En revanche, la glaciplanation tardi-soltanienne a été suivie dans tout le Maroc méridional par une profonde incision des oueds (Weisrock *et al.*, 1985) qui a alors permis le remaniement du matériel de cette dune.

3.2. La dune mellahienne (Tableau 2, Fig. 6 et 7).

Cette dune est caractéristique du littoral puisqu'elle correspond à la dernière remontée océanique (= Mellahien au Maroc). Elle est bien caractérisée, à la fois par sa situation et son aspect morphologique comme par les datations ^{14}C et l'industrie néolithique qui lui est associée. Sur la côte, la dune mellahienne est emboîtée dans le matériel

plus ancien qui a été incisé par les ravins; elle se présente sous la forme de dunes littorales de haut de plage, en feuillets entrecroisés aux stratifications très nettes, soulignées souvent par une mince croûte lamellaire blanche. Le long de la côte, ces dunes battues par les embruns ont subi une recristallisation des carbonates qui provoque un début de grésification. Leurs caractéristiques sédimentologiques liées à leur origine littorale sont très nettes: relative grossièreté des sables (médianes à plus de 240 microns), fortes teneurs en bioclastes marins, faible éolisation des grains de quartz. Il s'agit donc bien d'un apport marin nouveau, lié à la transgression.

Il a en revanche été très difficile d'identifier le matériel sableux de cette période vers l'intérieur car bien entendu tous ces caractères littoraux disparaissent. Sans datations précises, sur charbons de bois, concordantes autour de 6000 ans BP, on aurait confondu de nouveaux manteaux éoliens de sables fins (médianes autour de 110 microns), gris ou gris rosâtres, contenant aussi des amas carbonatés friables, avec ceux du Tardi-Soltanien. Ils n'ont d'ailleurs été datés que dans le système de Biougra, où ils sont encore quelque peu bioclastiques (environ 20% des grains à 200 microns; comme ceux-ci sont nettement au-dessus des médianes, on peut

Tableau 2. La dune mellahienne dans le Souss.

Tabla 2. La duna mellahiense en Souss.

| Système | Localisation N° échantillon Référence | Datation ^{14}C | Couleur Munsell | Epaisseur (cm) Structure | Médiane (μm) | CaCO ₃ (%) | Grains à 125 μm éolisés % | Nature des grains à 200 μm | |
|----------|---|--|--|---|------------------------------|--------------------------------|--|---------------------------------------|--------------------------|
| | | | | | | | | Quartz (%) | Bioclastes marins (%) |
| Littoral | Witidirene W.6 (Barrada, 1996) | Néolithique | - | 0 à 120 En feuillets entrecroisés | 240 | 55 | 15 | 40 | 50 |
| Littoral | Sidi R'bat W.6 (Barrada, 1996) | Néolithique | - | 50 En feuillets entrecroisés | 240 | 60 | 15 | - | 0 |
| Littoral | Albatros W.6-2 (Barrada, 1996) | Néolithique | Jaune foncé | 0 à 400 En feuillets entrecroisés | 250 à 305 | 65 | 15 | - | 0 |
| Biougra | El Koudiat T.5 (Adèle, 1998) | - | 7,5 YR 7/2 Gris rosâtre à gris 7/3 | 80 En manteau | 115 | 32 +Amas friables | 93 | 40 | 24 |
| Biougra | Adouar ou Bihi T.5 (Adèle, 1998) | 5930 ± 65 Charbon (PA 124) | 7,5 YR 7/2 Gris rosâtre | 35 En manteau | 113 | 23 +Amas friables | 90 | 50 | 20 |
| Biougra | Oued Takat T.5 (Adèle, 1998) | 6320 ± 80 Charbon (PA 123) | 7,5 YR 7/3 Gris | 85 En manteau | 112 | 21 +Poussière carbonatée | 90 | 50 | 20 |
| Biougra | Iatrane T.5 (Adèle, 1998) | Antérieur à 1400 ± 60 (PA111) Néolithique | 7,5 YR 7/3 Gris | 110 En manteau | 110 | 23 +Amas friables | 90 | 50 | 18 |

estimer qu'ils sont remaniés du Moghrébien). Ce remaniement a été préparé par la profonde incision qui sépare le Tardi-Soltanien du Mellahien. Faute de datations, on ne peut pour l'instant rattacher à cette période une dune bien développée en rive gauche de l'oued Souss, dans une situation morphostratigraphique toutefois identique.

La situation au maximum océanique Mellahien ne semble donc pas très différente de l'actuelle.

3.3. La dune «ocre» proto-historique (Tableau 3, Fig. 6, 7 et 9).

C'est la dune la plus visible dans le paysage du Souss, à la fois par sa couleur, son extension à tous les secteurs et ses relations évidentes avec les dunes vives. Il s'agit d'un manteau éolien peu épais (dépassant rarement 1 m d'épaisseur), peu carbonaté (sauf quand il contient des bioclastes comme sur le littoral, ou des thanatocoenoses d'Hélicidés), donc aux grains libres, très «propres» à la loupe binoculaire, prêts à être remobilisés. Ces grains sont fins (médianes ne dépassant pas 120 microns et se tenant presque toujours autour de 110 microns), très bien triés et relativement bien éolisés, surtout dans le système de Biougra. Cette dune est donc surtout quartzeuse, y compris sur le littoral, ce qui implique une activité éolienne marquée sur tout l'ensemble de la région.

D'un point de vue chronologique, cette dune recouvre un outillage néolithique à patine éolienne visible dans les aires de déflation. Elle recouvre aussi des *kjökkenmödding* de coquilles marines associés à des foyers sur la côte, des fragments de coquilles d'oeufs d'Austruche dans l'arrière-pays, dont les dates ^{14}C s'échelonnent entre 3120 +/-120 et 1100 +/- 50 ans BP.

Sur la côte, on voit aisément que cette dune ressemble beaucoup plus à celle du Tardi-Soltanien qu'à la dune mellahienne; la première a pu être remobilisée après son incision et son remaniement fluviaux à l'Holocène inférieur et moyen. Cette observation n'est plus valable dans le système de Biougra, où les dunes mellahienne et proto-historique ont pratiquement les mêmes caractéristiques, à l'exception de la teneur en bioclastes marins: ceux-ci encore nombreux dans la dune mellahienne (de l'ordre de 20%), disparaissent dans la dune

ocre (environ 2%), preuve supplémentaire d'une forte activité éolienne. Le remaniement de dunes plus anciennes et leur tri éolien accentué peut-il expliquer le brusque et spectaculaire changement de couleur des sables? Glennie (1970) indique que la rubéfaction des grains de quartz due au polissage ne respectant que les fissures à remplissages d'oxyde de fer est un indice d'aridification prononcée. Coudé-Gaussen et Rognon (1993) ont émis au contraire l'hypothèse d'un «apport saharien de limons bruns piégés dans le Souss en contexte humide à l'Holocène». Or les sables ocres du Souss succèdent chronologiquement et morphologiquement aux dépôts de basses terrasses des oueds (Rohdenburg, 1977; Weisrock, 1980): leur extension généralisée à la plaine montre qu'ils résultent au moins partiellement d'apports de sables nouveaux, qui ne peuvent être, en rive gauche du Souss, que d'origine anti-atlasique. Lorsqu'on connaît l'importance du stock d'altérites et de sols fersiallitiques encore disponible dans ce massif (Oliva, 1972), on peut estimer que ces grains de sable rubéfiés sont en grande partie hérités.

4. Conclusion

Dans le Souss, les systèmes dunaires actuels et passés sont d'abord essentiellement des systèmes littoraux plus que continentaux, parce que l'Océan est le premier fournisseur de sable et que le vent dominant est l'alizé dévié par le relief en vent de secteur W. Vers l'intérieur, l'alimentation sableuse par les oueds est plus ponctuelle dans l'espace et le temps, de moindre volume, et la puissance du vent dominant diminue.

Cette situation est acquise depuis fort longtemps et les héritages jouent un grand rôle dans cette stabilité, puisque l'influence des grandes dunes du Moghrébien est encore sensible dans le dispositif actuel du système de Biougra, à 30 km de la côte. Dans la tranche chronologique considérée ici, un nouvel apport de sables marins s'effectue tout au long de la transgression mellahienne et la situation actuelle s'installe.

La situation était différente en période régressive, permettant aux apports continentaux de prendre un peu plus d'importance: au Tardi-Soltanien, le

matériel se «continentalise», y compris à l'emplacement de la côte actuelle. Mais cette explication n'est pas recevable pour la dune ocre qui apparaît en période encore globalement transgressive. Dans les deux cas (Tardi-Soltanien et Holocène supérieur), le développement de dunes continentales

succède à deux périodes de forte activité des oueds (Soltanien supérieur et Holocène moyen): les systèmes les plus étendus correspondent donc à la constitution de stocks sédimentaires disponibles lorsque l'apparition ou le renforcement de la sécheresse autorise la remobilisation éolienne.

Tableau 3. La dune "ocre" proto-historique dans le Souss.

Tabla 3. La duna "ocre" proto-histórica en Souss.

| Système | Localisation N° échantillon Référence | Datation ¹⁴ C | Couleur Munsell | Epaisseur (cm) Structure | Médiane (µm) | CaCO ₃ (%) | Grains à 125 µm éolisés % | Nature des grains à 200 µm | | |
|------------------|---|---|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|--------------------------|---------------------------------|----------------------------|--------------------------|-------|
| | | | | | | | | Quartz (%) | Bioclastes marins (%) | Helix |
| Littoral | Witidirene W.7 (Barrada, 1996) | Antérieur à 3120 ± 120 Néolithique | Ocre | 25 En manteau | 110 | 20 | 30 | 60 | 25 | 0 |
| Littoral | Witidirene W.8 (Barrada, 1996) | 3120 ± 120 Charbon (GIF 9895) | Rose clair | 30 En manteau | 120 | 26 | 25 | 40 | 35 | 0 |
| Littoral | Witidirene W.9 (Barrada, 1996) | Entre 3120 ± 120 et 1100 ± 50 Mytilus (GIF 8791) | Gris | 35 En manteau | 110 | 24 | 25 | 45 | 30 | 0 |
| Biougra | El Koudiat T.7 (Adèle, 1998) | - | 10 YR 5/3 Ocre | 30 En manteau | 110 | 16 | 90 | 55 | 2 | 12 |
| Biougra | Adouar ou Bihi T.7 (Adèle, 1998) | Postérieur à 5930 ± 65 Charbon (PA 124) | 10 YR 5/4 Ocre | 110 En manteau | 110 | 5 | 93 | 50 | 2 | 10 |
| Biougra | Aït Caïd Ali T.7 (Adèle, 1998) | Néolithique | 7,5 YR 4/4 Brun roux | 70 En manteau | 118 | 9 | 90 | 50 | 2 | 12 |
| Biougra | Oued Takat T.7 (Adèle, 1998) | Postérieur à 6320 ± 80 Charbon (PA 123) | 10 YR 5/3 Brun ocre | 15 à 90 En manteau | 116 | 7 | 91 | 50 | 1 | 10 |
| Biougra | Iatrane T.7 (Adèle, 1998) | Base à 1400 ± 60 œufs d'Autruche (PA111) Néolithique | 7,5 YR 4/4 Roux | 40 | 111 | 14 | 93 | 53 | 2 | 13 |
| Biougra | O. Aouerga Sidi Daoud T.7 (Adèle, 1998) | - | 7,5 YR 5/4 Brun ocre | 25 à 90 | 109 | 6 | 90 | 56 | 0 | 10 |
| Souss Central | Aït Abouad S5a Tannouch B..02 | - | 10 YR 6/4 Brun-clair jaunnâtre | 90 Stratifications obliques | 110 | 7.5 | 37 | - | - | - |
| Souss Central | Confluence O.Souss/O.Louar COL4 (Charif, inédit) | - | 10 YR 6/4 Brun-jaune clair | 120 | 92 | 15 | 21 | - | - | - |
| Souss Central | Pont de Taroudannt PT2b (Charif, 01 Tannouch B..02) | - | 5 YR 6/4 Brun-rouge clair | 110 En manteau | 108 | 13 | 39 | - | - | - |
| Souss Central | Confluence O.Souss/O.Tiout COT5 (Charif, 2001) | - | 5 YR 5/6 Jaune rougeâtre | 20 à 30 | 110 | 4 | 30 | - | - | - |
| Souss Central | Ouled Terna, O.Tiout BT1 (Charif, 2001) | 2485 ± 65 Unio (GIF 10524) | 5 YR 5/6 Ocre | Sables remaniés | 48 | 11 | 36 | - | - | - |

Références bibliographiques

- Adele, B. (1998). *Genèse du système dunaire des Chtoukas de l'Est, Maroc*. Thèse, Univ. Nancy2, 226 pp.
- Ambroggi, R. (1963). *Etude géologique du versant méridional du Haut-Atlas occidental et de la Plaine du Souss*. Notes et Mémoires Serv. Géol. Maroc n°157, Rabat, 321 p.
- Barrada, M. (1996). *Evolution morphologique du littoral des Chtoukas-Ouest (Maroc) depuis l'Ouljien*. Thèse, Univ. Nancy2, 231 pp.
- Battistini, R. (1964). *Etude géomorphologique de l'Extrême Sud de Madagascar*. Edit. Cujas, Paris, 635 pp.
- Charif, A. (1993). *Le système dunaire vif en rive gauche de l'oued Souss, Maroc*. Mémoire de DEA, Université Nancy2, 51 pp.
- Charif, A. (2001). *Les cônes plio-quadernaires du piémont nord de l'Anti-Atlas occidental (Maroc) et leur évolution récente*. Thèse, Univ. Nancy2, 350 pp.
- Coudé-Gaussen, G. et Rognon, P. (1993). Sédimentation éolienne et changements climatiques au Maroc atlantique entre les oueds Tensift et Massa depuis 20 000 ans. *C.R. Académie des Sciences*, Paris, t. 316, 1469-1475.
- Coudé-Gaussen, G., Rognon, P. et Weisrock, A. (1982). Evolution du matériel sableux au cours de son déplacement dans un système dunaire. les barkhanes du Cap Sim, Maroc. *C.R. Académie des Sciences*, Paris, 295, 621-624.
- Glennie, K.W. (1970). *Desert sedimentary environments*. Developments in Sedimentology, 14, Elsevier edit., 222 pp.
- Oliva, P. (1972). Aspects et problèmes géomorphologiques de l'Anti-Atlas occidental. *Revue de Géographie du Maroc*, 21, 43-78.
- Rohdenburg, H. (1977). Neue 14C Daten aus Marokko und Spanien und ihre Aussagen für die Relief und Bodenentwicklung im Holozän und Jungpleistozän. *Catena*, 4, 215-228.
- Tannouch-Bennani, S. (1994). *Etude morpho-sédimentaire de la coupe de Sidi Ali ben Ali, rive gauche de l'oued Souss, Maroc*. Mémoire de DEA, Université Nancy2, 68 pp.
- Tannouch-Bennani, S. (2002). *Paléo-playas plio-quadernaires du Souss central (Maroc), et leurs recouvrements récents*. Thèse, Univ. Nancy2, 360 pp.
- Tinley, K.L. (1985). *Coastal dunes of South Africa*. CSIR, Pretoria, 300 p.
- Weisrock, A. (1980). *Géomorphologie et paléo-environnements de l'Atlas atlantique, Maroc*, Thèse, Paris, 931 p, et Notes et Mémoires Serv. Géol. Maroc, n°332, Rabat, 1993, 487 pp.
- Weisrock, A., Delibrias, G., Rognon, P. et Coudé-Gaussen, G. (1985). Variations climatiques et morphogénèse au Maroc atlantique (30-33°N) à la limite Pléistocène-Holocène. *Bull. Soc. Géologique de France*, 8, 565-569.
- Weisrock, A., Occhietti, S., Hoang, C.T., Lauriat-Rage, A., Brébion, Ph., Pichet, P. (1999). Les séquences littorales pléistocènes de l'Atlas atlantique entre le Cap Rhir et Agadir, Maroc. *Quaternaire*, 10, 227-244.

Recibido 30 de julio de 2001

Aceptado 26 de enero de 2002