



HAL
open science

Données nouvelles sur le Pléistocène récent de la Tunisie méridionale

Jean-Louis Ballais

► **To cite this version:**

Jean-Louis Ballais. Données nouvelles sur le Pléistocène récent de la Tunisie méridionale. Bulletin de la société d'histoire naturelle de l'Afrique du Nord, 1973, tome 64 (fascicule 3 et 4), p. 129-150. hal-01541570

HAL Id: hal-01541570

<https://amu.hal.science/hal-01541570>

Submitted on 19 Jun 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.

DONNEES NOUVELLES SUR LE PLEISTOCENE RECENT DE LA TUNISIE MERIDIONALE

Par J. L. BALLAIS

*U.E.R. des Sciences de la Terre et de l'Aménagement Régional,
Université de Caen*

RESUME :

Dans la dépression de la Sebkhet en Noual, intermédiaire entre les Steppes et la Tunisie présaharienne, le Pléistocène récent se caractérise par trois pulsations humides. La première, génératrice du glacis 3, daté de l'Acheuléen évolué, a permis, en fin de séquence, la formation de l'encroûtement calcaire et de la croûte gypseuse les plus épais et les plus constants de tout le post-Villafranchien. La deuxième (niveau-glacis 2), contemporaine du Moustérien - Atérien - Ibéro-maurusien (Würmien III), a un climat nettement méditerranéen ; l'aridité plus marquée, en fin de séquence n'a permis la formation d'une croûte gypseuse que sur le piémont Nord. La troisième pulsation (glacis-terrasse 1), contemporaine du Capsien - post-Flandrien, n'a pu donner naissance, en fin de séquence, ni à un encroûtement calcaire ni à une croûte gypseuse, en raison d'une forte aridité.

Une étude récente (J.L. BALLAIS, 1972) basée essentiellement sur la dépression de la sebkhet en Noual m'a permis d'apporter quelques précisions et quelques nuances aux caractéristiques du Pléistocène de la Tunisie méridionale étudiées surtout par ROGER COQUE (1962).

La sebkhet en Noual se situe à la limite Sud du Sahel, à une centaine de kilomètres au Sud-Ouest de Sfax, dans l'arrière-pays du port pétrolier de la Skirra. Elle fait partie d'une série de dépressions qui jalonnent, du Sud au Nord, le contact de l'Atlas et du Sahel : dépressions de l'oued Leben - sebkhet Mecheguig, plaine de Kairouan - Djebibina...

Elle occupe, à 43-45 m d'altitude, l'extrémité Sud-Est d'une vaste dépression fermée orienté Est-Ouest et limitée au Nord par la chaîne djebel Orbata - djebel Bou Hedma et au Sud-Ouest par le chaînon dj. Ank - dj. Chemsî - dj. Ben Kreir (fig. 1). Les autres limites sont beaucoup moins nettes, en particulier à l'Ouest où la ligne de partage des eaux avec le Chott el Guettar, perchée à 200 m d'altitude, n'est jalonnée par aucun relief. De même, au Sud-Ouest, le plateau d'Hamilet el Babouch n'est

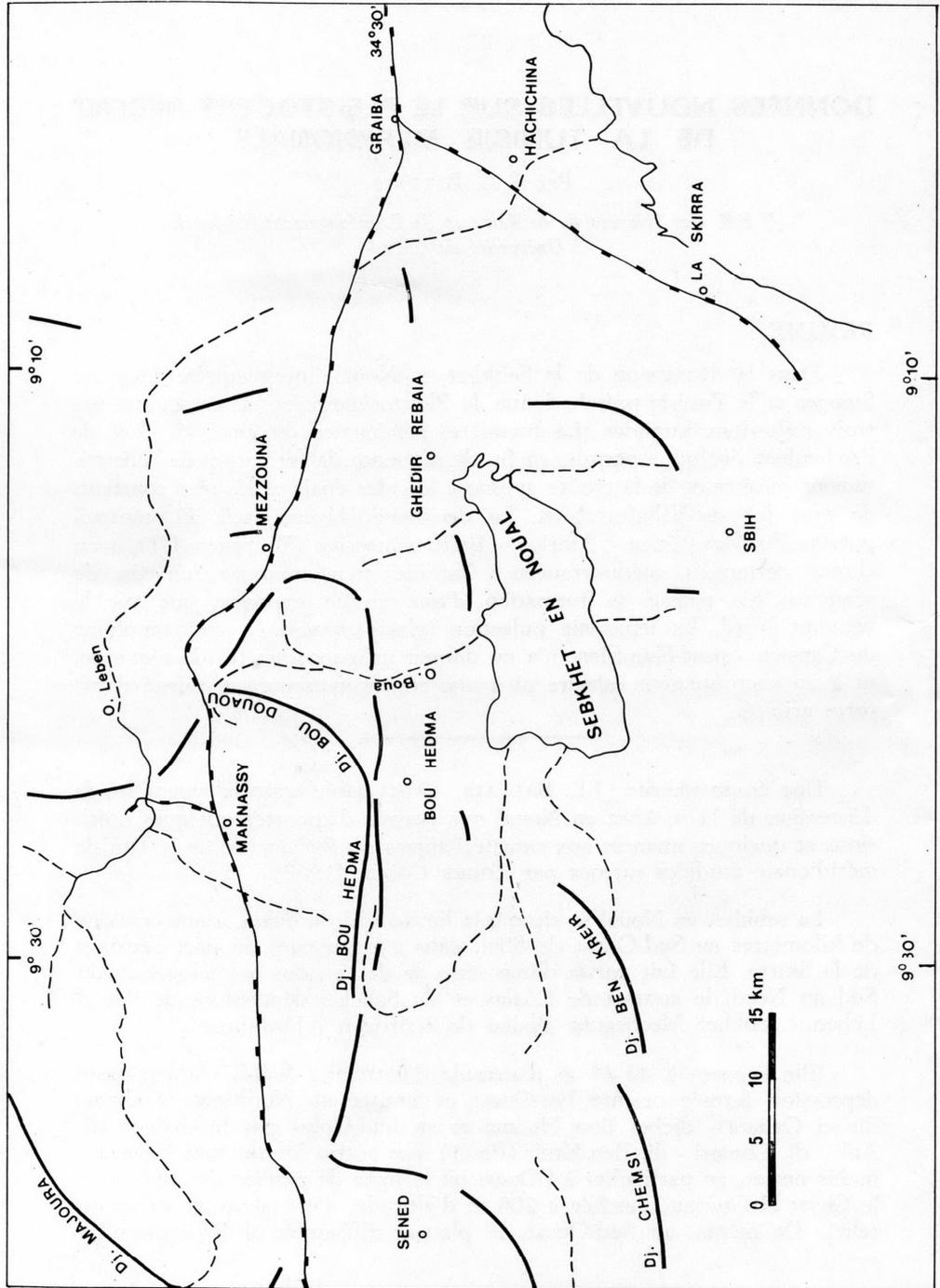


Fig. 1. — Croquis de localisation de la région étudiée

qu'un vaste glacis « tensiftien » (1) séparant la sebkhet en Noual de la sebkhet Sidi Mansour perchée 40 m plus haut. Enfin, à l'Est, s'étend une zone d'altitude 50 à 60 mètres, très plate, qui sépare la dépression du bassin de l'oued Leben.

Le piémont comprend essentiellement des chebkets et des glacis. Les chebkets nous intéresseront assez peu car, en raison de leur faible étendue et de leur absence de liaison avec les djebels, elles apportent peu de données paléoclimatiques et préhistoriques. Je rappellerai simplement que l'originalité essentielle du modelé des chebkets est résumée dans leur nom (chebket = filet) qui évoque l'extraordinaire dissection du relief par une multitude de rainures, de rigoles, de roubines, de petits oueds, qui lui donnent un aspect de « bad-lands » vus du sol et de filet vu d'en haut. Les glacis, au contraire, constituent, avec leur couverture, leurs formations superficielles, les documents essentiels pour l'étude géomorphologique paléoclimatique et chronologique de la région. Cependant, avant le Pléistocène récent, les renseignements sont rares.

Le Pléistocène récent est caractérisé par trois pulsations humides génératrices de glacis mais possédant chacune ses particularités.

I. — LA PREMIERE PULSATION HUMIDE

A. — *L'élaboration du glacis 3 :*

1) *Le dépôt de la couverture alluviale :*

Le glacis 3 est parfois dominé par des buttes, des lanières d'interfluve, témoins de l'existence d'un glacis 4 couvert d'un reg reposant sur 4 à 5 m d'alluvions très grossières dont certaines dépassent 2 m³. Le dépôt de la couverture alluviale du glacis 3 marque le passage d'une érosion linéaire, entaillant le glacis 4, à une érosion aréolaire. La diminution de l'épaisseur de la couverture alluviale (2 m) et du calibre des alluvions (même si le glacis 3 est issu du glacis 4 par substitution) indiquent une moins grande efficacité de la désagrégation mécanique et une baisse de la compétence des écoulements. L'éroulé, plus faible que celui du conglomérat du Villafranchien inférieur ($Ie_1 = 117$ contre 200 à 255) et l'aplatissement plus fort ($Ia = 2,22$ contre 1,80 à 2,18) confirment les conclusions tirées de l'étude du glacis 4 : dépôt en vrac par des écoulements puissants et discontinus, moins puissants que lors de la pulsation précédente.

Le développement aux dépens du glacis 4 suppose une érosion latérale active, par des écoulements moins vigoureux que ceux qui ont déposé la couverture alluviale : les filets d'eau rill-wash et du sheet-wash, parfois le sheet-flood (J. POUQUET, 1950), obligés de contourner les obstacles créés par le pavage alluvial et la végétation, multiplient les chenaux

(1) Les termes de la chronologie quaternaire marocaine ne sont employés qu'à titre de comparaison, jamais dans leur sens absolu, en raison des décalages déjà soulignés par R. Coque (1962).

anastomosés, encore visibles sur les photos aériennes, peu à peu mais érodant surtout latéralement, rongant peu à peu le glacis 4.

2) *L'encroûtement calcaire et la croûte gypseuse :*

Alors que plus au Sud, dans la région des Grands Chotts, seule la croûte gypseuse existe (R. COQUE, 1962) et que, plus au Nord, l'encroûtement calcaire est seul représenté (A. JAUZEIN, 1967), dans la dépression de la sebkhet, les deux formations coexistent.

Après l'élaboration du glacis 3 et le dépôt de sa couverture alluviale, lors du maximum humide, l'encroûtement calcaire et la croûte gypseuse se placent au cours d'une oscillation climatique vers l'aridité. Cependant, les ressources en eau et en calcaire, la vigueur de la végétation, la température, devaient être presque optimales et, de toute façon, plus favorables que lors de l'oscillation précédente qui n'avait formé qu'exceptionnellement croûte et encroûtement. En particulier, les pluies pouvaient être de l'ordre de 450 à 600 mm (J. PIMIENTA, 1950). Au début de l'oscillation, grâce à l'apport de solutions calcaires des djebels, se forme, sur le piémont Nord, comme dans tout le Maghreb septentrional, un encroûtement calcaire riche, ici, en dolomie (9 %) et, sur les chebkets à encroûtement saumon, une cimentation des éléments clastiques par un encroûtement blanc, pulvérulent, moins riche en Ca CO₃ (23 à 59 % contre 85 %) et plus riche en dolomie, la « torba ». La sécheresse croissant, le vent commence à intervenir, la croûte zonée, déposée par de petites pluies et des suintements provoquant dissolutions et recristallisations successives, se forme sur l'encroûtement. Puis la déflation se déclenche sur les Grands Chotts et sur la sebkhet en Noual, saupoudrant de poussières salines les piémonts. Au Nord, ces poussières ne sont pas fixées car la formation de l'encroûtement calcaire et de la croûte zonée, ainsi que l'aridification, ont considérablement diminué la densité de la végétation. Les pluies et les ruissellements postérieurs ont eu tôt de les dissoudre et de les évacuer.

Au Sud, au contraire, comme en bordure des Grands Chotts (R. COQUE, 1962), grâce à une dissection vigoureuse du glacis 4 et de sa croûte gypseuse, une deuxième croûte gypseuse s'épanouit qui recouvre le glacis 3 et coiffe le sommet des chebkets Ouknina, Mhradia et en Nouiguès, débarrassées presque totalement de leur carapace d'encroûtement saumon. La structure et la composition de cette croûte gypseuse (fig. 2 et pl. 1) confirme l'hypothèse du saupoudrage éolien imaginée par R. COQUE (1962). Vers le sommet de la chekset Ouknina, la croûte gypseuse repose sur le conglomérat du Villafranchien inférieur, ce qui suffirait déjà à repousser l'hypothèse pédologique. L'« horizon » supérieur, blanc, dur, patiné, comprend essentiellement du gypse argileux (82,8 %) et très peu de quartz (2,06 %) dont 64,3 % de grains arrondis et 35,7 % de grains aigus. L'« horizon » beige à l'affleurement et blanc au marteau, montre la même pâte gypseuse (69,1 %), pauvre en Ca CO₃ (4,8 %), englobant des grains de quartz nombreux (22,86 %), beaucoup plus éolisés que ceux des encroûtements calcaires (92 % contre 35 à 50 %)

et beaucoup moins usés ou repris par l'eau (8 % contre 28 à 46 %). Le contact avec le conglomérat se fait par un sable plus calcaire (14,2 % de CaCO_3), moins éolisé (75 %) et plus remanié par l'eau (20 %). Les argiles gypseuses pontiennes qui forment le substratum de la plupart des glacis et du conglomérat villafranchien inférieur contiennent des quartz aux caractéristiques morphologiques intermédiaires : plus éolisés que ceux des encroûtements calcaires (51 à 87 %) et plus remaniés par l'eau que ceux des croûtes gypseuses (11 à 32 %).

B. — *Le reg et l'incision du glacis :*

Après cette période de paralysie des transports par les eaux courantes, se dépose un reg sur les formations superficielles précédentes. Il a le même caractère peu roulé que la couverture alluviale sous-jacente.

Mis en place après une période d'assèchement, il suppose un renversement de la tendance climatique, au profit de l'humidification. Au cours du dépôt des croûtes gypseuses et de l'arrêt de la fourniture des débris, le ruissellement, très diminué, se concentre dans les axes de drainage les plus importants, mais les eaux peu chargées, sont capables d'exercer une certaine érosion linéaire qui s'accroît quand l'humidité s'accroît. Quand les pluies deviennent plus fréquentes, plus abondantes, elles permettent des crues de plus en plus nombreuses et efficaces, tandis que la fragmentation reprend lentement, permettant des épandages sur les interfluves, à l'occasion d'écoulements rares et violents.

Ainsi, l'érosion linéaire s'exerce, à la fois, pendant la période d'aridification qui se développe après la formation des croûtes et encroûtements, et pendant la période d'humidification qui précède immédiatement l'élaboration du glacis suivant. L'incision du glacis 3 (3 à 10 m) est nettement plus faible que celle du glacis 4 (5 à 23 m), dans le piémont Nord, à cause de la résistance des glacis encroûtés et de la durée plus courte entre les Pluviaux générateurs des glacis 3 et 2.

Dans le piémont Sud, l'incision n'est guère plus vigoureuse, en valeur relative (2 m), mais elle lacère le glacis 3, recouvert de croûte gypseuse, beaucoup moins résistante que l'encroûtement calcaire. C'est peut-être à ce moment que les chebkets prennent leur modelé caractéristique.

C. — *Chronologie :*

Malgré l'étendue du glacis 3, aucune découverte n'a été faite, capable de permettre une nouvelle datation, relative ou absolue. Force est donc de se contenter de rappeler la datation par un outillage acheuléen évolué, à Redeyeff (R. COQUE, 1962), ce qui en fait un contemporain du « Tensiftien » et du Riss. Cependant, ce glacis est fort loin d'occuper la place prépondérante qui est la sienne dans le Nord de la Tunisie (A. JAUZEIN, 1967) et au Maroc. Il faut y voir probablement le résultat d'une atténuation des processus avec la latitude et la longitude.

II. — LA DEUXIEME PULSATION HUMIDE

L'étude de la couverture alluviale du glacis 2, si elle ne fournit pas de nouveaux éléments concernant la genèse du glacis et du dépôt permet, par contre, des observations intéressantes sur le climat et les industries préhistoriques contemporaines.

A. — *La désagrégation mécanique :*

Le problème de la désagrégation mécanique des roches se pose, avec plus d'acuité encore, pour les alluvions du glacis 2 car, dans un niveau équivalent, à El Guettar, M. GRUET (1955) a observé, dans des ossements moustériens, des fentes remplies de gypse et, sur des bancs calcaires du djebel Orbata, des fentes droites, déterminant des quadrilatères tendant à passer à des hexagones de 20 cm de diamètre, fentes larges de 2 à 3 mm, 1 cm au maximum, elles aussi remplies de gypse. Le gypse n'ayant pu qu'occuper ces fentes, et non les créer, elles seraient dues à l'action du gel, prouvée aussi par des empreintes en forme de cupule ombiliquée et une infinité de petites cupules sur les rognons de silex à cortex poreux, malgré l'existence d'une faune, certes appauvrie, de savane.

Sur le piémont, aucun des galets examinés n'a révélé de trace caractéristique d'action du gel. Sur le dj. Bou Hedma, vers 650 m, au milieu d'un matoral à alfa, romarin, genêt (d'Espagne ?) et genévriers de Phénicie nains (1 m), s'observent des micro-lapiez sur des calcaires dolomitiques débités en plaques de quelques centimètres d'épaisseur. Vers 700 m, dans des argiles, une topographie de haut vallon, à pentes très douces, légèrement convexes, est brutalement tranchée, vers l'aval, par un oued. Si la solifluxion ancienne ne semble pas faire de doute, rien ne prouve qu'elle soit liée au gel (congélifluxion) et aucun moyen de datation n'est possible faute d'emboîtement des formes.

Sur le versant Nord du djebel ed Dekrila (Orbata), on observe, vers 800 m d'altitude, un versant taillé dans les argiles grises du Crétacé moyen, pavé de gros blocs, éboulés des corniches calcaires, fortement fissurés, voire éclatés. Les colluvions ont été entaillées en terrasse par un oued. Elles ne dépassent pas 1 m d'épaisseur. Leur rubéfaction, inconnue sur le glacis 1, et l'absence d'encroûtement calcaire et de croûte zonée, développée sur le glacis 3 jusqu'à des altitudes comparables, permettent de les assimiler au glacis 2. Elles comportent une matrice limoneuse emballant de petits galets anguleux. L'étude de 50 d'entre eux, longs de 5 cm, a permis de déterminer un émoussé de premier ordre égal à 97, un émoussé de second ordre égal à 177 et un aplatissement égal à 2,02. L'indice d'émoussé est le plus faible de toutes les formations quaternaires, comparable uniquement à celui de la couverture alluviale du glacis 1 au dj. Bou Douaou ($I_{e1} = 100$), $I_{e2} = 210$), mais trop fort, cependant, pour être caractéristique d'un géli fract. L'indice d'aplatissement occupe une position moyenne dans les formations quaternaires ($I_a = 1,80$ à $2,27$) ; il est trop faible pour permettre d'affirmer le rôle du gel.

A la réflexion, il est normal de ne pas trouver de preuve indubitable d'action périglaciaire, car les grèzes les plus méridionales, contemporaines du glacis 3, ou plus récentes, ne descendent pas au-dessous de 700 m à Fériana, soit plusieurs dizaines de kilomètres au Nord-Ouest, dans des conditions plus favorables (J. DRESCH, A. RONDEAU et M. EL AOUNI, 1960, et Y. GUILLIEN et A. RONDEAU, 1966). Cependant, les observations sur les djebels Bou Hedma et Orbata, celles de M. GRUET (1955) à El Guettar (température de -4° C, sommet de l'Orbata couvert de neige pendant près de 8 jours), la fréquence du gel actuel à Gafsa (1 fois en novembre, 16 fois en décembre, 48 fois en janvier et 22 fois en février, de 1946 à 1960) presque aussi forte qu'à Souk el Arba, maximum tunisien, son intensité maximum, dépassée seulement par Maktar et Thala (-6° C contre -7° C et -9° C) montrent que le gel a participé à la désagrégation mécanique, lors des Pluviaux générateurs des glacis.

B. — *La croûte gypseuse* :

A l'exception des basses pentes du glacis 2, à l'Ouest de Bou Hamran, couvertes d'un encroûtement calcaire lié à l'impluvium du dj. Orbata (J. L. BALLAIS, 1972), une croûte gypseuse, pour la première et la dernière fois, s'installe franchement sur le piémont Nord et abandonne totalement, ou presque, le piémont Sud. La coupe la plus habituelle, comme celle de la cote 189 de la chebket Sidi Abdallah, révèle des caractéristiques proches de celles de la croûte gypseuse du glacis 3 : forte proportion de gypse (66 à 70 %) et forte éolisation des quartz (72 à 93 %) ; de même, la montmorillonite domine dans les minéraux argileux. Cependant, l'épaisseur est plus faible (80 cm contre 1 m à 1,50 m) et, surtout, les variations de faciès sont importantes.

En effet, les conditions locales : topographie, humidité, végétation, ablations anciennes ou actuelles ont joué un grand rôle. Le type le plus complet, fort semblable à celui de la croûte du glacis 3, n'existe qu'à l'aval du glacis, fossilisé par les dépôts du glacis I et exhumé par l'érosion linéaire des crues de 1969. Un deuxième type, peu fréquent, correspond aux placages de croûte patinée, très peu épaisse, qu'on observe au dj. Bou Douaou ou à la chebket ben Chérta. Enfin, le dernier type est représenté par de simples réseaux polygonaux de croûte gypseuse, blanche, patinée, fréquents dans les chebkets.

Fondamentalement, la genèse de cette croûte est la même que celle de la croûte précédente, les caractéristiques générales étant les mêmes lorsque l'érosion l'a respectée. Cependant, il faut se demander si l'épaisseur, systématiquement plus faible, qui explique, en partie, son ablation, la localisation dans le piémont des djebels, l'existence de simples placages de croûte patinée et de réseaux polygonaux et, surtout, l'absence de croûte gypseuse sur le niveau 2 d'Hamilet el Babouch, là même où s'était le mieux développée la croûte précédente, sont dûs uniquement à des facteurs locaux et non à des facteurs généraux.

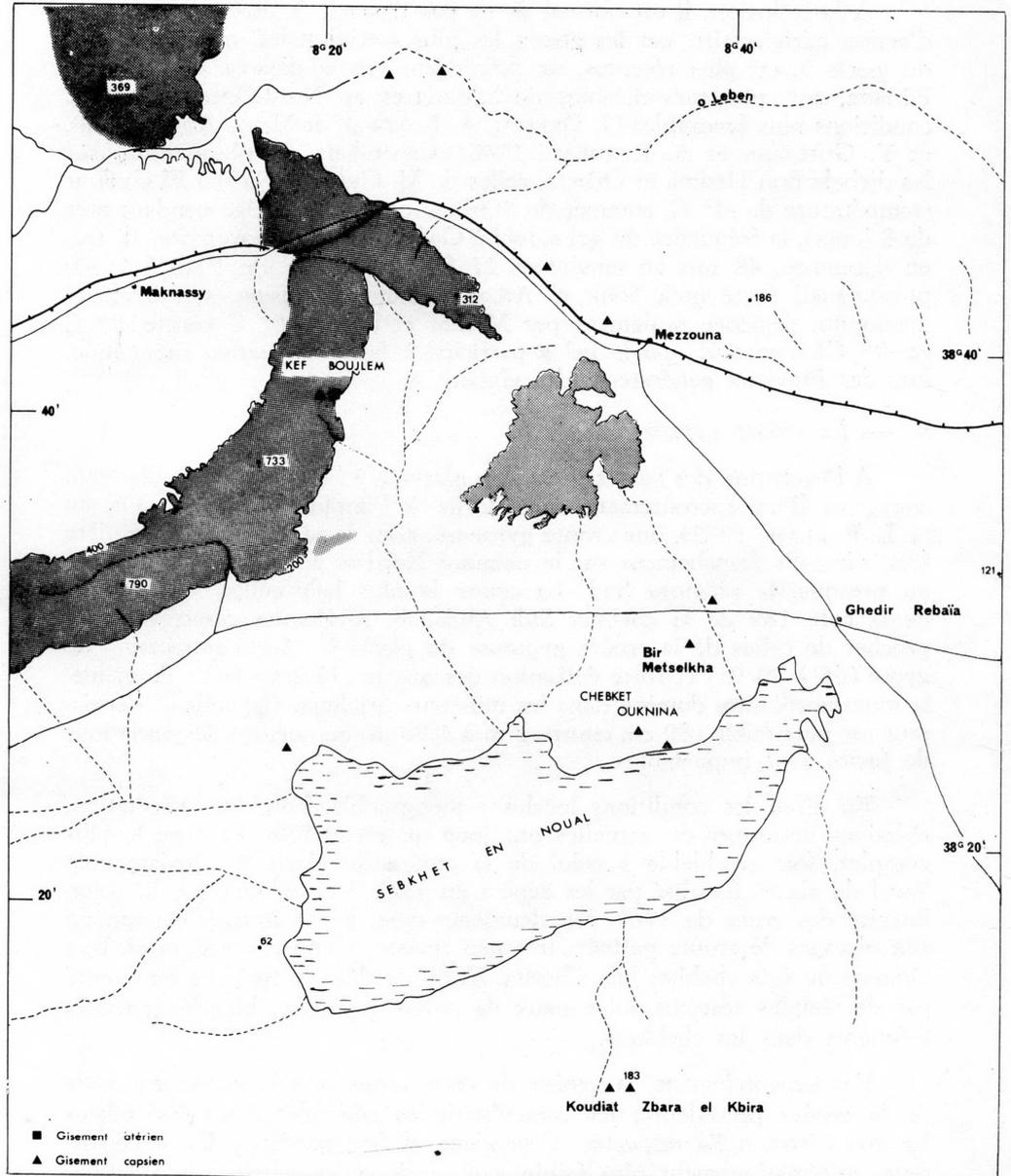


Fig. 3. — Les gisements préhistoriques autour de la Sebket en Noual.

Il semble que la végétation et le climat qui, à vaste échelle, la détermine, aient joué un rôle fondamental. En effet, dans la région d'Hamilet el Babouch, la croûte du glaciaire 3 n'était couverte que par des formations gypsicoles, probablement très proches des associations actuelles à *Anarrhinum brevifolium* et *Zygophyllum album* ssp. *suffructicosa*, *Reseda Alphonssi* et *Diploaxis herna* (H.N. LE HOUEROU, 1959). L'épaisseur faible des dépôts du niveau 2 (1 m de sables limoneux épandus sur le glaciaire 3), au-dessus de cette croûte gypseuse, ne permettait la croissance que d'associations gypsophiles, incapables de fixer les poussières salines. Ainsi, la croûte gypseuse pu se former sur le niveau 2, en partie à cause de l'insuffisance de la végétation. Dans le sens opposé, la végétation du piémont Nord, maintenue plus vigoureuse par les eaux de pluie et de ruissellement, l'apport calcaire des djebels et du glaciaire 3 et l'absence de gypse, facteur limitant, a pu fixer la croûte gypseuse sur le glaciaire 2.

D'autre part, la présence de simples placages et de réseaux polygonaux marque un assèchement du climat : les placages sont dûs au remaniement de la croûte pulvérulente, très mince, par des suintements, des films d'eau, ruisselant le long des fissures de rétraction. Ce climat, plus sec, au moins en fin de période, limita, à son tour, les possibilités d'intervention de la végétation.

C. — *Le reg et l'incision du glaciaire :*

Si le reg a les mêmes caractéristiques que les précédents, l'incision linéaire des oueds est nettement plus vigoureuse que la précédente, aussi bien dans le piémont Nord (6 à 25 m) que dans le piémont Sud, à cause de la faible résistance des glaciaires et de leur croûte gypseuse et de l'aridité plus prononcée de l'interpluvial, malgré sa courte durée.

D. — *Chronologie et paléoclimats :*

A partir du glaciaire 2, les données sur les faunes malacologiques, la palynologie, la préhistoire, la chronologie marine et la chronologie absolue permettent de compléter les indications de la géomorphologie.

1) *Glaciaire 2 et Pluvial :*

Dans la berge d'un petit oued du piémont du Kef Boujlem (fig. 3), au droit de la piste Mezzouna - Ouled Bedour, on observe, rive droite, de minces couches tourbeuses, séparées par des passées d'argile grise, moulant le fond d'une petite cuvette. Au-dessus, un remplissage de gros galets calcaires, anguleux, à matrice fine, rougeâtre, est recouvert de 30 à 40 cm des mêmes alternances argilo-tourbeuses (pl. II). Malgré des recherches minutieuses, aucun fossile n'a été décelé à cet endroit. Par contre, vers l'aval, cet ancien marigot alimentait de petits écoulements qui ont déposé des travertins à mousse et des argiles grises au sein desquelles j'ai recueilli : *Rumina decollata* (LINNE), *Melania tuberculata* (MULLER) forme *sulcata* BOURGUIGNAT, *Bithynia orsinii* (CHARPENTIER) et *Mela-*



Planche I. — Croûte gypseuse du glacis 3. A l'arrière-plan, la Koudiat Zbara el Kbir.



Planche II. — Marigot « atérien » (?) du piémont du Kef Boujlem.

nopsis praemorsa (LINNE) forme *algerica* PALLARY (détermination H. CHEVALIER, Museum National d'Histoire Naturelle). Les trois dernières espèces confirment l'existence d'eau douce, au début du façonnement du glacis 2, soit une période de forte activité des sources, correspondant à un Pluvial. Toutes ces formes, actuelles ou subfossiles, sont encore représentées en Afrique du Nord, preuve que le climat devait être déjà de type méditerranéen.

Un prélèvement a été fait dans chacune des deux zones tourbeuses à fin d'analyse pollinique qui a été effectuée par J. COHEN et dont les résultats sont consignés dans le tableau 1. Le dépôt inférieur, plus riche en arbres (*Pinus*, *Quercus*, Oléacées...) est plus méditerranéen que le dépôt supérieur (0,8 % de montagnardes, 36 % de méditerranéennes et 8,9 % de graminées contre 52,4 % de méditerranéennes et 11,2 % de graminées). De plus, l'abondance des spores de Fougères et de mousses confirme l'existence d'une humidité locale importante, alors qu'il n'y a plus de sources dans le Bled Bedour. Au contraire, l'abondance des Chénopodiacées dans le niveau supérieur, par la présence de sel qu'elle suppose, indique le début de l'assèchement qui coïncide avec la fin de l'élaboration du glacis 2. Cependant, quel que soit le niveau, il indique un climat nettement plus humide que l'actuel : le dj. Bou Douaou, qui domine le gisement, ne porte que de rares genévriers de Phénicie.

La comparaison avec les autres gisements synchroniques du Sud tunisien confirme l'existence d'une zonation climatique très comparable à l'actuelle, mais décalée vers le Sud (tableau 2). Le gisement du Kef Boujlem se distingue, en effet, de celui d'El Guettar, situé plus au Sud-Ouest, par la présence de *Typha* et, surtout, de *Pinus*, qui groupe 24 % des pollens dans le niveau inférieur ; par contre, El Guettar se caractérise essentiellement par l'existence de *Cedrus*, sur le dj. Orbata, et d'une très forte proportion d'*Artemisia*. Ainsi, El Guettar indiquerait une nuance un peu plus sèche. Le contraste avec l'Aïn Brimba et l'oued el Akarit est beaucoup plus net, ces deux stations étant caractérisées par la faiblesse des arbres, d'*Artemisia* et, au contraire, la relative abondance des graminées et, surtout, des Chénopodiacées qui deviennent l'élément dominant, voire écrasant (oued el Akarit), preuve de l'existence d'une steppe halophile.

2) Glacis 2 et industries préhistoriques :

La région de la sebkhet en Noual est mal pourvue en grottes et abris sous roche, si bien que les industries qui subsistent sont représentées par des stations de surface, sauf au Kef Boujlem où les dépôts d'eau douce, interstratifiés à la base de la couverture alluviale du glacis 2 renferment un fragment de pointe de flèche qui pourrait être atérienne (?) ; cependant, il serait trop hasardeux de se baser sur cet unique exemplaire, bien que ROGER COQUE (1962) ait montré, en Tunisie présaharienne, que le début de la formation du glacis 2 date du Moustérien.

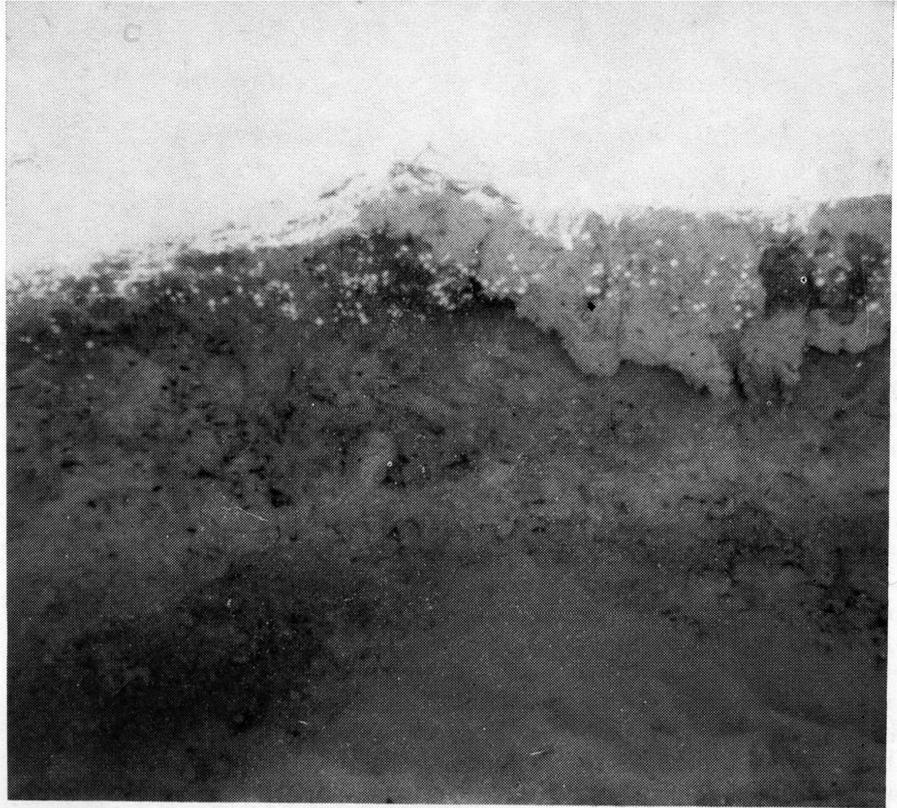


Planche III. — Escargottière capsienne de la chebket Ouknina.



Planche IV. — Littoral de La Skirra. Falaise morte du glacis 2 dominant la plate-forme d'abrasion ancienne couverte de dunes.

Le sommet de la couverture alluviale du glacis 2 est, très souvent, parsemé de cendrières (fig. 3). J'en ai recensé plusieurs dizaines ; certaines ont quelques mètres carrés au maximum, d'autres plusieurs centaines de mètres carrés. Si elles sont, parfois, installées sur le glacis 3, jamais elles ne sont en place sur le glacis 1 qui leur est donc postérieur ou contemporain. C'est pourquoi les seules coquilles d'escargots qui apparaissent sur le plateau d'Hamilet el Babouch se localisent tout à fait à l'Ouest, où les dépôts du niveau 2 émergent peu à peu de ceux du niveau 1. Certaines cendrières sont légèrement encroûtées de gypse (chebket Ouknina, dj. Orbata, Kef Boujlem), mais ce n'est pas le cas général. La plus nette coiffe le glacis 2 qui s'avance en terrasse au bord de la sebkha (chebket Ouknina). Au-dessus d'argiles brunes à structure prismatique, elle juxtapose 50 cm de sable limoneux coloré en gris foncé par les cendres, truffé de coquilles d'*Helix*, de pierres à feu et de silex taillés, en particulier de très belles lames à dos abattu, des raclours, des trapèzes ainsi que de nombreux nuclei très probablement capsien (pl. III).

Cependant, ROGER COQUE (1962) a montré que le sommet du glacis 2 correspond à l'Ibéro-maurusien. Mais l'existence d'un gisement capsien, dans le même site géomorphologique se conçoit parfaitement, le campement s'étant installé à proximité de la sebkha, mais sur le glacis 2, hors de portée des oueds qui édifiaient la terrasse-glacis I.

Les *Helix* récoltés dans cette cendrière et celle du Kef Boujlem qui surmonte le marigot « atérien » (?) sont : *Helix melanostoma* forme *maxima* BOURGUIGNAT, *Leucochroa candidissima* (DRAPARNAUD) et *Eobania vermiculata* (MULLER) (déterminations H. CHEVALIER, Muséum National d'Histoire Naturelle). Ils ne peuvent donner d'indication paléoclimatique précise car, non seulement ils sont encore représentés actuellement en Afrique du Nord, mais le second existe déjà dans l'encroûtement saumon du Villafranchien supérieur. Tout juste peut-on remarquer que le premier est actuellement caractéristique de la région de Tunis, nettement plus humide.

Le glacis 2 a donc commencé à s'élaborer au Moustérien pour s'achever avant le Capsien, soit à l'Ibéro-maurusien.

3) La chronologie marine :

Les recherches ont porté sur la région de la Skirra. Partout, s'observe le même paysage, de l'intérieur au rivage : une falaise morte, une plateforme d'abrasion ancienne partiellement recouverte par des dunes, et la plateforme actuelle (pl. IV).

La falaise morte, formée d'argiles gypseuses du complexe continental terminal, atteint 12 à 15 m de haut. Elle montre encore souvent l'encoche de base, profonde de plusieurs dizaines de centimètres, parfois masquée par de grands pans éboulés.

Au pied de la falaise, dans le prolongement de l'encoche, à la cote +2, se développe, sur 50 à 100 m de large, parfois, moins en pente douce vers la mer, une plateforme d'abrasion ancienne, taillée dans les argiles gypseuses.

Des dunes de sable blanc, peu élevées (2 à 3 m), composées de grains de quartz bien classés (95 % entre 100 et 630 microns), masquent, à l'aval de la plateforme fossile, des placages éoliens sableux, consolidés et entaillés en micro-yardangs orientés SE-NW. Très légèrement consolidées, les dunes sont entaillées en micro-falaises par la mer.

Les corrélations avec les formes continentales sont simples : la falaise, coiffée d'une croûte gypseuse, constitue l'équivalent du glaciaire 2 ; la plateforme d'abrasion ancienne se prolonge, vers l'amont, par la terrasse-glaciaire I, non encroûtée. On peut donc en conclure que le glaciaire 2 s'est élaboré en fonction d'un niveau de base beaucoup plus éloigné que l'actuel, soit pendant une régression marine la transgression marine suivante, qui le façonne en falaise, est contemporaine de sa dissection par les oueds. Une nouvelle régression permet la formation du glaciaire-terrasse I qui devait se prolonger loin vers l'aval, probablement jusqu'à la cote —3 qui indique, au Nord, un ancien rivage, parfaitement régularisé, orienté NNE-SSW, perpendiculairement aux vents dominants, rivage à partir duquel disparaissent les sillons sous-marins (oued ed Dem, oued el Baa, oued Boukhlef) qui, anciens cours submergés de l'oued el Melah-Leben, le prolongent. Enfin, la dernière transgression, inférieure de 2 m à la précédente, coïncide avec la dissection de la terrasse.

Ainsi, à une régression (= Glaciaire) correspondent un Pluvial et une accumulation, et à une transgression (= Interglaciaire) correspondent un Interpluvial et une érosion linéaire, ce qui confirme la coïncidence des Pluviaux et des Glaciaires ou, mieux, des stades glaciaires, et la primauté du climat et du système d'érosion morphoclimatique sur les variations du niveau de base.

Il reste à dater ces formes en fonction de la chronologie marine. Des recherches minutieuses, sur la plateforme d'abrasion ancienne, ont permis la découverte de quelques très rares blocs de conglomérat à ciment calcaire emballant des graviers bleuâtres et une faune de Gastropodes et de Lamellibranches : *Monodonta turbinata* (BORN), *Cerithium vulgatum* Brug., *Columbella rustica* (L.), *Ostrea edulis* var. *lamellosa* Broc., *Arca noae* L., *Venericardia aculeata* (POLI), *Venus verrucosa* L., *Cerastoderma lamarcki* (REEVE), *Chama gryphina* Lmk, *Chama gryphoides* L. (déterminations A. SAURIAT et BREBION, Muséum National d'Histoire Naturelle). Dans cette riche faune, seule *Columbella rustica* (L.) serait caractéristique du Tyrrhénien (= Tyr. II) (G. CASTANY et F. OTTMANN, 1957). *Monodonta turbinata* (BORN) et *O. edulis* var. *lamellosa* Broc. existent dans le Sicilien de Nice, *Cerithium vulgatum* Brug. a été reconnu dans le Calabrien de Menton, le Sicilien de Nice et le Tyrrhénien de Djerba (P. mars, 1967). Au total, toutes ces espèces sont encore vivantes en Méditerranée. Actuellement, seule la présence de *Strombus bubonius* Lmk permet une identification formelle en faveur du Tyrrhénien s.s. En effet, l'ancienne distinction entre un Quaternaire inférieur à faune froide (Cyprine) et un Tyrrhénien à faune chaude (Strombe, *Patella ferrugina*) ne tient pas compte de ce que, au cours de chaque cycle, les dépôts marins des phases glaciaires

sont ceux d'une mer régressive, dont la faune comprend des éléments d'une faune atlantique plus froide que la faune méditerranéenne actuelle, tandis qu'au cours des Interglaciaires, responsables des lignes de rivage, la faune littorale est enrichie d'éléments atlantiques plus chauds (P. mars, 1967).

L'existence d'une petite faune fossile de Gastropodes dans les dunes : *Helicella durieui* [(Moqui-Tandon) PFEIFFER], *Helicella* sp., *Trochoidaea pyramidata* (DRAPARNAUD) (déterminations H. CHEVALIER, Muséum National d'Histoire Naturelle), n'apporte, elle non plus, aucune précision d'ordre chronologique ; par contre, elle semble caractériser beaucoup plus le Nord de l'Algérie et de la Tunisie (La Calle, Tabarka, Bizerte) que le Sud tunisien, encore que le milieu dunaire soit, en partie, azonal.

Comment relier ces observations à celle de Marcel Solignac (1927), précises en ce qui concerne les fossiles mais muettes sur les relations stratigraphiques et géomorphologiques entre les différents dépôts ? Dans le Quaternaire ancien, les marnes gypseuses et le travertin à *Archelix Constantinae* et *Alba candidissima* (= encroûtement saumon à Hélicidés) ne posent pas de problème ; par contre, où placer les poudingues fluviatiles à *Xerophila Mocquerysi* ? Dans le Quaternaire récent, il distingue successivement un poudingue gréso-calcaire à *Maetra Largillieri* et *O. tarentina*, un calcaire gréseux blanc à *Strombus bubonius*, des sables marneux à Hélicidés terrestres et des dunes consolidées à *Xerophila psammatheia*. Les deux dernières formations, sans aucun doute, correspondent à la terrasse-glacis I et aux dunes qui la recouvrent. Le problème essentiel concerne les deux premières formations. Le poudingue, assimilable à celui décrit ci-dessus, serait donc pré-Tyrrhénien, mais on peut se demander quel crédit accorder à une stratigraphie qui assimile le calcaire gréseux blanc (= calcaire oolithique) au Tyrrhénien à Strombes, alors que toutes les études montrent qu'il lui est antérieur (G. CASTANY, 1957). Enfin, assimiler le poudingue à un pré-Strombe (= Tyrrhénien I) rejetterait le façonnement du glacis-terrasse I à l'Acheuléen évolué = glacis 3, alors que tout prouve qu'il est post-Ibéro-maurusien.

C'est, finalement, la géomorphologie qui permet de fixer la chronologie marine (tableau 3).

Un dernier obstacle, cependant, pourrait encore gêner la mise en place d'une telle chronologie : la disproportion entre la vigueur de l'ablation marine flandrienne et la courte durée de la transgression, surtout si l'on tient compte de l'absence quasi totale de matériel d'attaque de la falaise (rares petits graviers du poudingue, quelques galets anguleux d'encroûtement saumon éboulés de la falaise, rares galets de grès et petits quartz bien roulés). Cependant, le rivage fait face aux vents dominants, souvent forts, soulevant des vagues qui ont régularisés très vite le rivage post-flandrien de — 3 m. D'autre part, le gypse, abondant dans les argiles de la falaise, se dissout beaucoup mieux dans l'eau salée que dans l'eau douce (7,3 g/l à 20°C dans de l'eau à 131,6 g/l de NaCl contre 2,1 g/l

entre 35 et 40°C, J.H. DURAND, 1963). Enfin, l'exemple du recul de 6 m de la cendrière de la chebket Ouknina, sous l'action de vagues chargées de quelques pierres à feu et silex taillés, lors de l'ennoyage d'octobre 1969 à mars 1971, montre que l'ablation par les vagues peut être très rapide, surtout quand une structure prismatique facilite l'éboulement des roches meubles.

III. — LA TROISIEME PULSATION HUMIDE

A. — L'élaboration du glacis I :

1) Erosion latérale et couverture alluviale :

L'érosion latérale a été particulièrement vigoureuse à l'aval où, sauf exceptions, le glacis I a enlevé tout témoin du précédent.

Les galets de la couverture alluviale présentent les aplatissements les plus faibles de toutes les formations post-villafranchiennes (1,80 et 1,87), tout à fait comparables, par contre, à ceux du poudingue du Villafranchien inférieur (1,84 à 2,18), signe d'une faiblesse de la désagrégation mécanique. Les émoussés ($I_{e1} = 100$ et 137, $I_{e2} = 210$ et 264) sont, par contre, comparables à ceux des glacis précédents, très inférieurs à ceux du poudingue villafranchien ($I_{e1} = 200$ à 255, $I_{e2} = 324$ à 421), signe de l'intermittence des écoulements. On verrait volontiers dans ces caractéristiques morphométriques l'indice d'une aridification du climat ou, tout au moins, d'un réchauffement excluant une action efficace du gel.

2) L'absence de croûte gypseuse et d'encroûtement calcaire :

Même en dehors des niveaux d'encroûtement (glacis 3) ou de croûte généralisés (glacis 3 et 2), à chaque niveau, jusqu'à présent, se localisait, parfois de façon limitée ou partielle, un encroûtement calcaire (glacis 4) ou une croûte gypseuse (niveau 4 du piémont Sud). Au contraire, le niveau-glacis I ne porte jamais de croûte gypseuse ni d'encroûtement calcaire. Il tranche ainsi vigoureusement par sa teinte gris-brun à rougeâtre et, surtout, une végétation beaucoup plus vigoureuse avec les associations à *Ziziphus lotus* et *Retama raetam*, à *Peganum harmala* et *Hedysarum carnosum* qui, en année pluvieuse, peuvent assurer une couverture du sol à 100 % (H.N. LE HOUEROU, 1959).

En général, on n'observe, à la surface des limons du glacis-niveau I, que des concentrations faibles et localisées de gypse : léger durcissement des limons (dj. Bou Douaou), glacage gypseux, blanchâtre en surface (Faltet es Saïda). Un prélèvement effectué au sommet de la terrasse d'un petit oued de la chebket Ouknina montre un excellent triage et une très forte éolisation (98 %) des quartz.

Par contre, dans la zone préchottouse, on distingue, de haut en bas (profil 33 bis in A. FOURNET) :

— sable fin et grossier encroûté superficiellement de gypse tendre, épaisseur : 10 cm ;

- sable fin et grossier, épaisseur : 10 cm ;
- sable fin et grossier, blanc, très gypseux.

Le tableau 4 indique le résultat des analyses effectuées sur ce profil. A aucune profondeur, il n'est possible de parler de croûte gypseuse : les pourcentages de CaSO_4 , très moyens, ne sont comparables qu'à ceux des encroûtements gypseux. En fait, n'est représenté que le stade dû à l'aspiration climatique provoquant la concentration du gypse vers la surface, par remontée des solutions salines par les pluies, les ruissellements diffus et la nappe phréatique, très peu profonde dans cette zone. Encore faut-il remarquer qu'une active circulation de solutions salines doit être actuellement interrompue, puisqu'on observe une concentration de chlore et de sodium, en surface et vers 80 cm de profondeur, probablement sous forme de chlorure de sodium, beaucoup plus soluble que le sulfate.

L'étude de l'encroûtement en zone préchottouse et des rares glaçages gypseux sur le glacis I montre que le processus de formation de croûte gypseuse a « avorté ». L'élaboration d'un encroûtement ne s'est produite que dans une région favorisée sous les rapports de l'alimentation en eau et en gypse. Ailleurs, comme le gypse ne manque pas en profondeur, c'est donc l'eau qui a fait défaut, par manque de précipitations suffisantes. L'assèchement ainsi mis en évidence est confirmé par l'importance accrue du vent, marquée par la granulométrie et la morphoscopie des dépôts. Cependant, la déflation est insignifiante, dans la sebkha, depuis l'élaboration du glacis I, c'est dire que l'apport de poussières gypseuses reste modeste, tout comme celui des grands Chotts. La végétation, encore dégradée depuis la période précédente par l'installation d'une steppe gypsicole très ouverte sur le glacis 2, au Nord, n'est plus capable de fixer les poussières gypseuses. Au total, l'absence d'encroûtement calcaire et de croûte gypseuse sur le glacis I est due à une aridification du climat.

B. — *Le reg et l'incision du glacis :*

Le reg, très discontinu, n'existe qu'à l'amont. Formé de cailloux anguleux nettement plus petits que ceux des regs précédents, il est en grande partie issu de leur remaniement. Sa faible densité s'explique, à la fois, par la grande aridité atteinte au maximum sec post-würmien et par le caractère fugitif de l'optimum néolithique (J.L. BALLAIS, 1972).

L'incision du glacis-terrasse, qui se poursuit actuellement, reste très modeste : nulle dans la partie médiane, et même à l'amont des petits oueds, elle ne dépasse 2 m qu'exceptionnellement à l'amont des grands oueds (oued ed Dbabrah à Bir el Kraïnia), jamais à l'aval.

C. — *Chronologie :*

Il a été montré (supra p. 13) que le glacis-terrasse I est contemporain de la régression post-flandrienne, soit post-Ibéro-maurusien, donc synchro-

nique du Capsien. Un prélèvement de coquilles d'*Helix* dans la cendrière de la chebket Ouknina, daté au C14 au Centre des Faibles Radioactivités du C.N.R.S., a donné un âge de $6\,750 \pm 130$ ans B.P. qui place donc ce gisement près de 4 000 ans après la fin de l'Ibéro-maurusien (Cl. BRAHIMI, 1971).

Au total, l'abondance et la diversité plus grande des formations superficielles par rapport à la Tunisie présaharienne, caractérisée par des croûtes gypseuses, et par rapport aux Steppes, caractérisées par des encroûtements calcaires, permet de dresser un tableau très nuancé du Pléistocène récent. La première pulsation, plus humide que celle du Pléistocène moyen, a provoqué la destruction presque totale du glacis 4 et permis, en fin de séquence, la formation de l'encroûtement calcaire et de la croûte gypseuse les plus épais et les plus constants de tout le post-Villafranchien.

La deuxième pulsation (niveau-glacis 2), contemporaine du Moustérien - Atérien - Ibéro-maurusien, a climat nettement méditerranéen, a largement « respecté » le glacis 3 rendu plus résistant par l'encroûtement calcaire ou la croûte gypseuse. En fin de séquence, l'aridification plus marquée n'a permis la formation généralisée d'une croûte gypseuse, souvent mal venue, qu'au Nord de la sebkhet en Noual, plus humide et à la végétation moins dégradée.

La troisième pulsation, contemporaine du Capsien, responsable de l'élaboration du glacis-terrasse I, développé surtout à l'aval, a conservé une grande partie des glacis précédents et, preuve de l'aridification croissante, n'a pu donner naissance, en fin de séquence, ni à un encroûtement, ni à une croûte gypseuse.

BIBLIOGRAPHIE

- BALLAIS J.-L. (1972). — La dépression de la Sebkhet en Noual. Etude géomorphologique. *Thèse 3^e cycle*, Paris I, 271 p., 100 fig., 3 fig. h-t.
- BRAHIMI Cl. (1971). — L'Ibéro-maurusien littoral de la région d'Alger. *Mémoires du C.R.A.P.E.*, XIII, Alger, 154 p., 53 fig. et ph
- CASTANY G. (1957). — Notice explicative de la carte géologique de la Tunisie au 1/500 000^e, 2^e édition, 143 p., XVI pl.
- CASTANY G. et OTTMANN F. (1957). — Le Quaternaire marin de la Méditerranée occidentale. *Rev. Géog. Phy. Géol. Dyn.*, 2^e série, vol. I, fasc. I, pp. 46-55.
- COQUE R. (1962). — La Tunisie présaharienne, étude géomorphologique. *Thèse Lettres*, Paris, 476 p., 85 fig., XXX pl. phot., IV cartes h-t.
- DRESCH J., RONDEAU A. et EL AOUBANI M. (1960). — Observations sur les dépôts de versants et les terrasses climatiques en Tunisie. *C.R. Somm. Soc. Géol.*, France, n° 6, p. 137-138.
- DURAND J.H. (1963). — Les croûtes calcaires et gypseuses en Algérie. Formation et âge. *B.S.G.*, France, 7^e série, t. V, p. 959-968.
- FOURNET A. (?). — Périmètre de Henchir Boua - Sebkhet en Noual. *S.S.E.P.H.*, Tunis, ronéot.
- GRUET M. (1955). — Fentes à gypse des confins sahariens. *Rev. de Géom. Dyn.*, p. 60-67.
- GUILLIEN Y. et RONDEAU A. (1966). — Le modelé cryonival de la Tunisie centrale et septentrionale, *An. Géog.*, 409 p. 257-267.
- JAUZEIN A. (1967). — Contribution à l'étude géologique des confins de la dorsale tunisienne (Tunisie septentrionale). *Annales Mines et Géol.*, n° 22, Tunis, 475 p., V pl., h-t.
- LE HOUEROU H.N. (1959). — Recherches écologiques et floristiques sur la végétation de la Tunisie méridionale, *I.R.S.*, Université, Alger, 3 volumes (I - Les milieux naturels, la végétation, 281 p. ; 2 - La flore, 229 p. ; 3 - Photos, cartes, tableaux).
- MARS P. (1967). — Réflexions sur l'étude du Quaternaire méditerranéen ; difficultés, incertitudes et progrès. *Rev. Géog. Phys. Géol. Dyn.*, (2), vol. IX, fasc. 5, p. 385-390.
- PIMIANTA J. (1950). — Les nodules de tuf et la formation actuelle de la croûte calcaire dans les environs de Tunis, *C.-R. Somm. Soc. Géol.*, France, n° 12, p. 211-212.
- POUQUET J. (1950). — Aplatissement des cailloux calcaires fluviaux. *Rev. Géom. Dyn.*, I, p. 123-127.
- SOLIGNAC M. (1927). — Etude géologique de la Tunisie septentrionale, *Thèse Sc.*, Tunis, J. Barlier, 756 p., 231 fig. et ph., 4 pl. h-t.

	Niveau inférieur	Niveau supérieur
Typha	10	2
Cypéracées	1	—
Ulmus	1	—
Pinus	39	6
Quercus	1	—
Olea	9	4
Oleacées	3	14
Ombellifères	1	1
Légumineuses	1	—
Crucifères	3	6
Plantago	6	5
Composées		
Fenestrées	9	27
Echinulées	6	16
Artemisia	38	102
Artemisia très usées	—	5
Graminées	22	28
Ephedra	7	2
Chénopodiacées	5	—
Chénopodiacées - Amaranthacées	—	28
Caryophyllacées	—	4
Spores de fougères	676	451
Spores mousses ?	10	—
Abîmés et abîmés indéterminables	178	216

Tableau 1. — POLLENS RECOLTES A LA BASE DU GLACIS 2 (KEF BOUJLEM)

	KEF BOUJLEM		El Guettar	Aïn Brimba	Oued el Akarit
	Base	Niveau sup.			
Typha	6 %	0,8 %	—	—	—
Cypéracées	0,6 %	—	—	14,9 %	3,5 %
Ulmus	0,6 %	—	0,4 %	—	—
Pinus	24 %	2,4 %	—	1 %	1,1 %
Quercus	0,6 %	—	—	0,6 %	—
Olea	5,5 %	1,6 %	?	2 %	—
Oleacées	1,8 %	5,6 %	0,1 %	1,2 %	0,3 %
Ombellifères	0,6 %	0,4 %	—	0,8 %	0,1 %
Crucifères	1,9 %	2,4 %	?	0,5 %	0,5 %
Plantago	4 %	1,9 %	?	1 %	1,1 %
Artemisia	23,4 %	40,8 %	76,6 %	3,6 %	3,5 %
Graminées	13,5 %	11,2 %	6,4 %	28,7 %	12, %
Ephedra	4,3 %	0,8 %	1,8 %	1,5 %	0,9 %
Chénopodiacées	3,4 %	11,2 %	2,6 %	39,9 %	71,5 %

+ Composées comprises.

Tableau 2. — POLLENS « MOUSTERIENS » DU SUD TUNISIEN

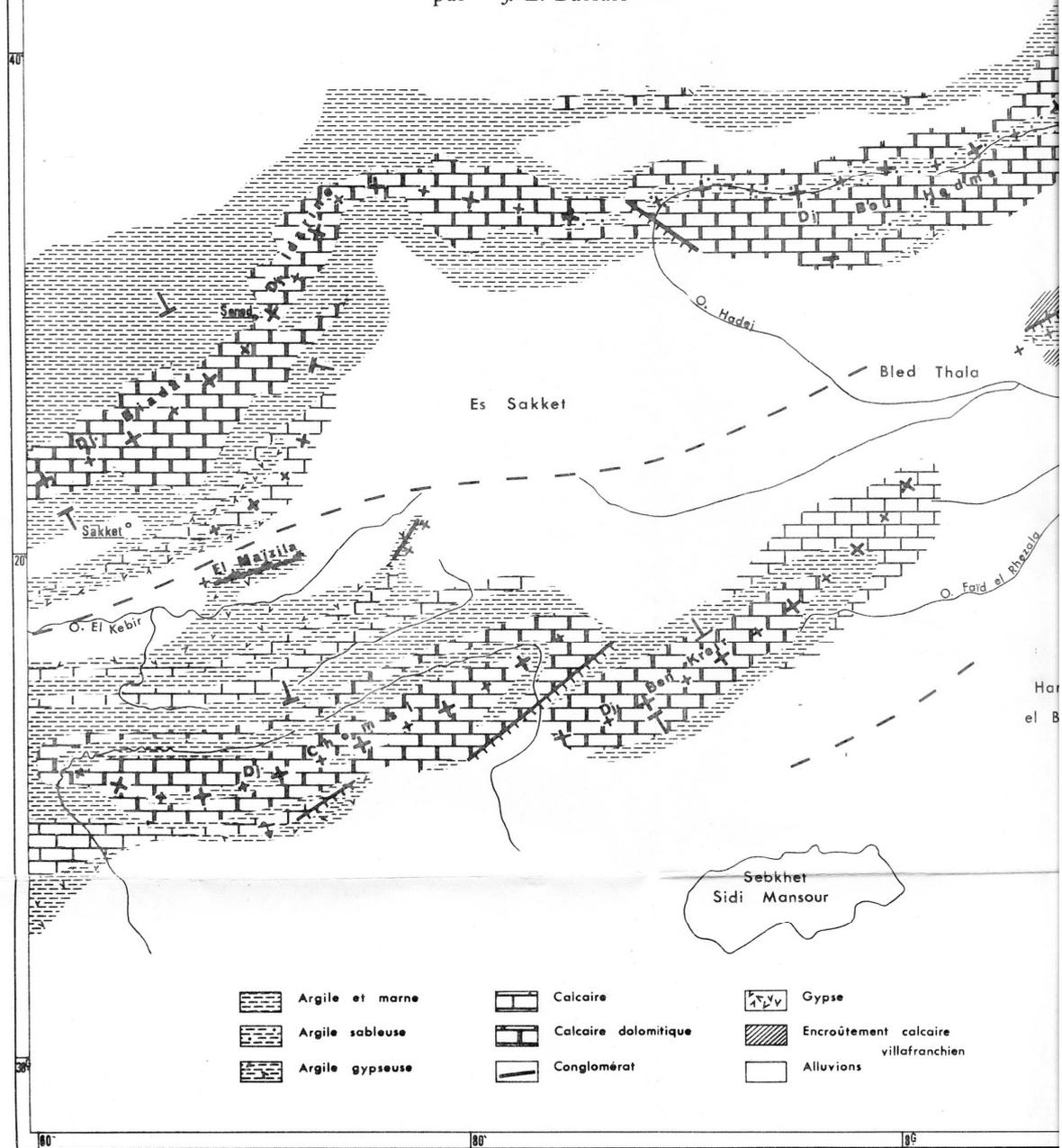
Industries préhistoriques	Modélé continental	Dépôt marin	Mouvements marins	Modélé littoral
Moustérien - Ibéro-maurusien	Glacis 2	Poudingue à O. edulis, Venus...	Régression (Würm III)	Falaise vive, plateforme d'abrasion ancienne. Dunes.
Capsien	Erosion linéaire des oueds		Transgression flandrienne	
Néolithique	Glacis 1		Régression mineure (5 m)	
	Erosion linéaire des oueds		Trangression mineure (3 m)	Dunes et plateforme d'abrasion entaillées en micro-falaise.

Tableau 3. — CHRONOLOGIE DES GLACIS 2 ET 1.

CARTE STRUCTURALE DE LA DEPRESSION

DE LA SEBKHET EN NOUAL

par J.-L. Ballais



dessiné par E. Helluin - Caen, 1972

