



## Quaternaire

Revue de l'Association française pour l'étude du Quaternaire

vol.23/2 | 2012  
Volume 23 Numéro 2

---

# Proposition d'un schéma chronostratigraphique des héritages quaternaires continentaux de la Jeffara septentrionale et de la partie nord-orientale du plateau de Dahar-Matmata (sud-est tunisien)

*Proposal of a chronostratigraphic scheme of continental quaternary inheritances of northern Jeffara and of the north-oriental part of Dahar-Matmata plateau (south-east Tunisia)*

Tarek Ben Fraj



### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/6242>

DOI : 10.4000/quaternaire.6242

ISSN : 1965-0795

### Éditeur

Association française pour l'étude du quaternaire

### Édition imprimée

Date de publication : 1 juin 2012

Pagination : 187-204

ISSN : 1142-2904

### Référence électronique

Tarek Ben Fraj, « Proposition d'un schéma chronostratigraphique des héritages quaternaires continentaux de la Jeffara septentrionale et de la partie nord-orientale du plateau de Dahar-Matmata (sud-est tunisien) », *Quaternaire* [En ligne], vol.23/2 | 2012, mis en ligne le 01 juin 2015, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/quaternaire/6242> ; DOI : 10.4000/quaternaire.6242

# PROPOSITION D'UN SCHEMA CHRONOSTRATIGRAPHIQUE DES HERITAGES QUATERNAIRES CONTINENTAUX DE LA JEFFARA SEPTENTRIONALE ET DE LA PARTIE NORD-ORIENTALE DU PLATEAU DE DAHAR-MATMATA (SUD-EST TUNISIEN)



Tarek BEN FRAJ<sup>1</sup>

---

## RÉSUMÉ

Entre quatre et cinq terrasses, une série de cônes de déjection coalescents, deux glacis d'érosion et un glacis de substitution constituent la gamme des formes quaternaires dans la Jeffara septentrionale et la partie nord-orientale du plateau du Dahar-Matmata. Compte tenu des données géomorphologiques, préhistoriques et chronologiques, tous les dépôts datent du Pléistocène supérieur et de l'Holocène, exceptés la croûte calcaire attribuée au Pléistocène inférieur qui scelle le premier glacis d'érosion, et le dépôt conglomératique à poudingue pouvant appartenir à la fois au Pléistocène moyen et supérieur. Les croûtes calcaires, les changements de faciès et l'agencement des formes témoignent du rôle déterminant des changements climatiques dans l'évolution géomorphologique quaternaire de ce domaine aujourd'hui aride.

**Mots-clés :** Tunisie, Jeffara, plateau du Dahar-Matmata, morphologie, Quaternaire, Pléistocène, Holocène, Préhistoire

## ABSTRACT

PROPOSAL OF A CHRONOSTRATIGRAPHIC SCHEME OF CONTINENTAL QUATERNARY INHERITANCES OF NORTHERN JEFFARA AND OF THE NORTH-ORIENTAL PART OF DAHAR-MATMATA PLATEAU (SOUTH-EAST TUNISIA)

Four to five terraces, a series of coalescent alluvial fans, two glacis of erosion and a glacis of substitution constitute the range of the Quaternary shapes in northern Jeffara. Given the geomorphologic, prehistoric and chronologic data, all deposits are dated from Upper Pleistocene and Holocene, except the calcareous crust attributed to the Lower Pleistocene and that seals the first erosion glacis, and the conglomeratic deposit with pudding, which can belong at the same time to Middle and Upper Pleistocene. Calcareous crusts, facies changes and arrangement of forms reflect the role of climate change in the Quaternary geomorphologic evolution of this nowadays arid area.

**Keywords:** Tunisia, Jeffara, Dahar-Matmata plateau, morphology, Quaternary, Pleistocene, Holocene, Prehistory

## 1 - INTRODUCTION

La Jeffara septentrionale et la partie nord-orientale du plateau du Dahar-Matmata n'ont jusqu'à présent pas fait l'objet de recherches géomorphologiques détaillées. Celles entreprises par Brosche et Molle (1975), Chahbani (1981) et Abichou (2002) restent ponctuelles ou ne s'intéressent qu'aux aspects sédimentologiques et micromorphologiques. Le schéma des héritages quaternaires préconisé par Ben Ouezdou (1983, 1986, 1987) pour la plaine de Gabès, qui délimite la Jeffara au Nord, a toujours servi de référence.

De nouvelles recherches géomorphologiques, ont démontré la richesse de cette région en héritages quaternaires. Elles nous ont permis d'établir un schéma chronostratigraphique des formes et des dépôts quaternaires dans ce domaine et de tracer les grands traits de l'évolution géomorphologique et paléoenvironnementale.

## 2 - MÉTHODES

Ces recherches sont basées essentiellement sur une approche géomorphologique. Il s'agit d'une prospection

---

<sup>1</sup> Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, Laboratoire de « Cartographie Géomorphologique des Milieux, des Environnements et des Dynamiques » (CGMED), Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sousse, Département de Géographie, Cité Erriadh 4023 Sousse, TUNISIE. Courriel : tarekbfraj@yahoo.fr

systématique pour des levés de coupes de différentes formes et de dépôts quaternaires. Cette prospection a été menée dans les différents bassins versants en suivant un sens amont-aval. La mise au propre des coupes nous a permis de distinguer différents domaines en fonction des modes d'agencement des formes et des changements de faciès des dépôts. Une nouvelle prospection suivant un sens transversal a alors été entreprise pour comparer les parties des bassins versants situées dans chaque domaine distingué à savoir le plateau, les piémonts et la plaine subdivisée en plaine intérieure et plaine littorale.

Finalement, quatre schémas stratigraphiques synthétiques ont été établis pour les héritages quaternaires.

L'interprétation des données de terrain, les cartes topographiques et géologiques et les photos aériennes disponibles nous ont permis d'identifier et de délimiter l'extension des différentes formes (glacis, terrasses, cônes).

En ce qui concerne la chronologie des formes et des dépôts, nous nous sommes basés sur les données morphologiques, les données fournies par les outils en silex taillés trouvés dans les dépôts ainsi que sur des datations radiocarbone.

Enfin, les données morphologiques, lithologiques et sédimentologiques des différents dépôts et formes nous ont permis de retracer, avec une synthèse des résultats obtenus lors de travaux menés dans les autres régions de la Tunisie méridionale et centro-méridionale, les grands traits de l'évolution géomorphologique et paléoenvironnementale.

### 3 - CADRE TOPOGRAPHIQUE ET MORPHOSTRUCTURAL

Située dans le sud-est tunisien, la Jeffara septentrionale est une plaine très étendue. Elle est légèrement inclinée en direction de l'est et du nord-est jusqu'à la mer. Son altitude moyenne est de 100 m et les valeurs des pentes sont faibles situées entre 0,91 et 0,25 %. Sa monotonie est perturbée par des collines et des buttes qui culminent à 370 m à Jbel Batene el Khadra. La plaine est bordée à l'ouest par le plateau de Dahar-Matmata, orienté nord-sud, d'une altitude moyenne d'environ 450 m, et culminant à 713 m à Jbel Kef Ennsoura. Ce plateau domine les piémonts et la plaine le long d'un escarpement marqué de pentes fortes au nord et de plus en plus atténuées vers le sud. Les dénivellations peuvent atteindre 400 m. Les pentes ont des valeurs comprises entre 20 et 10 %. Des piémonts larges de 2 à 8 km assurent le raccordement entre le plateau et la plaine.

Neuf principaux bassins versants de tailles variables drainent la partie nord-orientale du plateau et la plaine. Le réseau hydrographique dense et enchevêtré est orienté ouest-est. Les oueds sont caractérisés par un système exoréique via un chapelet de sebkhass littorales.

Les trois ensembles topographiques coïncident en effet avec une structure monoclinale en cuesta. L'ossature du front, souvent doté de corniches, du revers, ainsi que

celle des buttes témoins est constituée de roches d'âges et de natures variés. Les séries calcaires, dolomitiques, marneuses, argileuses, sableuses et gypseuses sont inclinées vers l'ouest et le sud-ouest, et attribuées au Trias, au Jurassique et au Crétacé (Ben Ayed, 1986; Bouaziz, 1986, 1995a, 1995b, 1995c). Dans la plaine, les formations néogènes (Mio-Pliocène) présentent plusieurs faciès. Celui des argiles sableuses à gypseuses avec des passées conglomératiques est le plus répandu.

## 4 - MORPHOLOGIE ET LITHOLOGIE DES FORMES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES CONTINENTAUX

Les différents faciès et modes d'agencement des dépôts et des formes quaternaires permettent de distinguer trois domaines, à savoir la zone du plateau, les piémonts et la plaine. Cette dernière peut être subdivisée en deux sous-domaines, la plaine intérieure et la plaine littorale (fig. 1).

### 4.1 - FORMES ET DÉPÔTS QUATERNAIRES DANS LA ZONE DU PLATEAU

Dans la zone du plateau, cinq terrasses, constituées de dépôts variés et présentant des modes d'agencement variés (étagement et emboîtement), peuvent être distinguées (fig. 2A). Parfois, ces dépôts peuvent se présenter également selon un dispositif de superposition. La forme en terrasse n'est alors plus évidente et des dépôts de limons en place ou «læss» surmontent l'ensemble (fig. 2B).

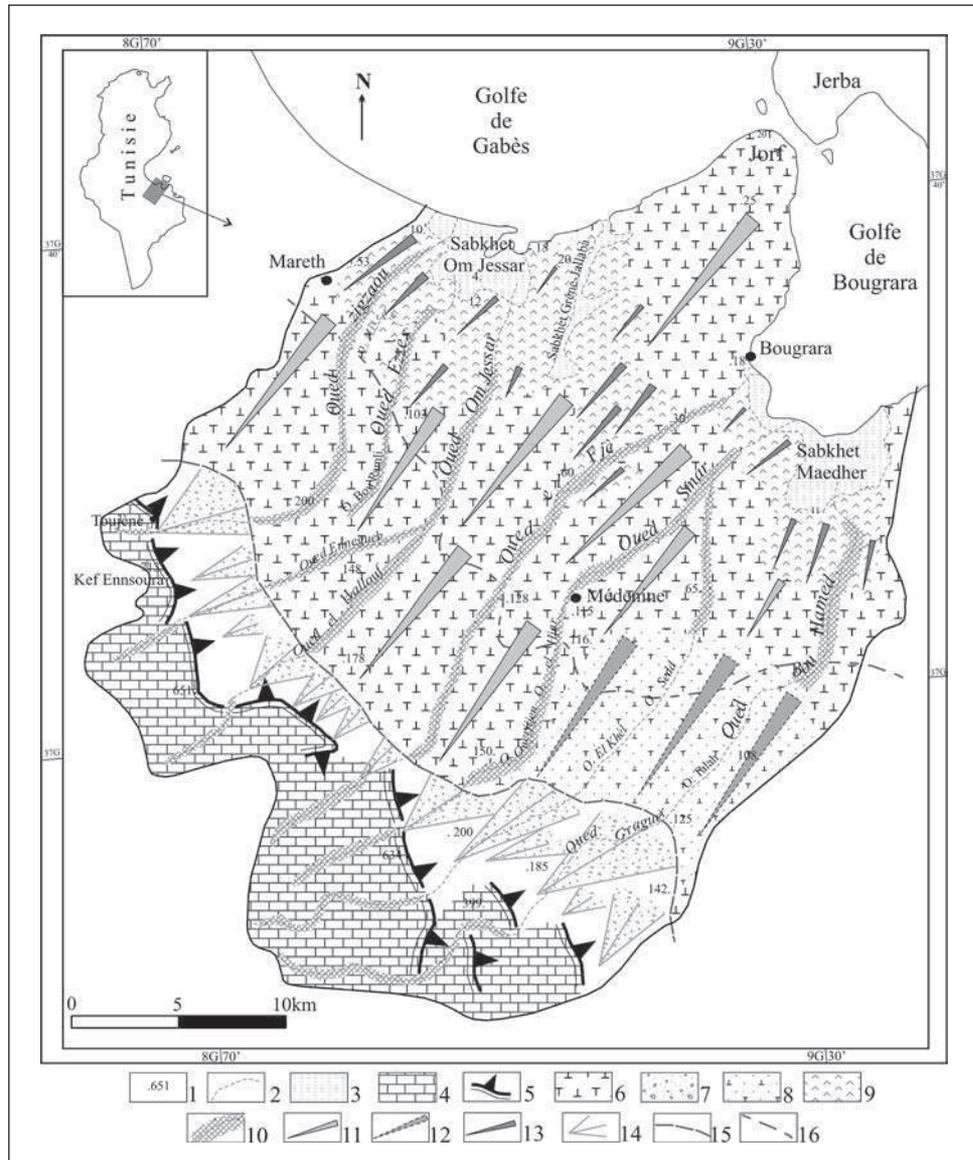
#### 4.1.1 - La terrasse 1

Elle est constituée de dépôts conglomératiques très consolidés, de couleur rouge à jaune, sans matrice et constitués d'éléments hétérométriques roulés (blocs de 20 cm, galets et cailloux) parfois lithophagés. En contact direct avec le substratum géologique, ce dépôt est scellé par une croûte calcaire de 50 cm d'épaisseur en moyenne attribuée au Pléistocène inférieur. En dalle ou disloquée en gros blocs feuilletés, elle peut être, dans plusieurs cas, en contact direct avec le substratum géologique. L'épaisseur de cette terrasse ne dépasse pas 2 m et son extension latérale quelques dizaines de mètres. Elle prend souvent une position étagée par rapport à la deuxième.

#### 4.1.2 - La terrasse 2

Elle s'emboîte en contre bas de la première. Son épaisseur totale moyenne peut atteindre 6 m et son extension latérale 200 m dans la partie méridionale du plateau (entre l'oued el Khél et l'oued Graguer). Elle est souvent constituée de deux à quatre membres (ensembles lithologiques) superposés.

**Le premier membre (a)** est un dépôt conglomératique pouvant atteindre 6 m d'épaisseur. Il est constitué d'éléments sub-anguleux dans une matrice sablo-limoneuse



**Fig. 1 : Croquis géomorphologique simplifié de la Jeffara septentrionale et de la partie nord-orientale du plateau du Dahar.**

1/ Point coté, 2/ Oued, 3/ Sebkhia, 4/ Surface structurale, 5/ Cuesta du Dahar, 6/ Croûte calcaire du Pléistocène inférieur, 7/ Dépôt conglomératique, 8/ Limons à concrétions calcaires scellés par une croûte calcaire surmontant le dépôt conglomératique 9/ Croûte gypseuse surmontant souvent un dépôt grossier, 10/ Dépôts variés en terrasses, 11/ Glacis d'érosion, 12/ Deuxième glacis d'érosion, 13/ Glacis de substitution, 14/ Cône de déjection, 15/ Limite des piémonts, 16/ Limite entre la plaine intérieure et la plaine littorale.

*Fig. 1: Simplified geomorphologic sketch of northern Jeffara and north-eastern Dahar plateau. 1/ Quoted point, 2/ Oued, 3/ Sebkhia, 4 / Structural surface, 5/ Dahar Cuesta, 6/ Lower Pleistocene calcareous crust, 7/ Conglomeratic deposit, 8/ Silts with calcareous concretions sealed by a calcareous crust overlying the conglomeratic deposit, 9/ Gypseous crust overlying a coarse deposit in many cases, 10/ Various deposits in terraces, 11/ Erosion glacis, 12/ Second erosion glacis, 13/ Substitution glacis, 14/ Alluvial fan, 15/ Foothills limits, 16/ Limit between interior and coastal plains.*

rouge à rose. La structure du dépôt se présente sous la forme de lits de blocs séparés par des strates de galets et cailloux souvent en structure lenticulaire. Par endroits, la matrice constitue des lentilles fines de limons, de sables et/ou de sables grossiers, qui atteignent quelques décimètres d'épaisseur et s'intercalent dans le dépôt. Un granoclassement décroissant du bas vers le haut peut être observé. Légèrement consolidé à friable à la base et au milieu, ce dépôt est scellé par un poudingue très dur au sommet et d'une épaisseur comprise entre 30 et 70 cm. Ce dernier peut être scellé par une croûte calcaire zonée d'environ 5 cm d'épaisseur.

**Le deuxième membre (b)** est totalement différent. Il s'agit d'un dépôt de limons de couleur variable (rouge,

rose, beige) et riche en concrétions calcaires de taille centimétrique. La base et le milieu du dépôt sont constitués d'un limon d'origine éolienne. A son sommet, le dépôt est couvert par un horizon peu épais (10 à 70 cm) d'éléments détritiques constitué essentiellement de cailloux centimétriques indiquant un remaniement par l'eau de cette partie du dépôt. L'épaisseur totale du dépôt est d'environ 2 m. L'ensemble est scellé par une croûte calcaire. D'aspect zoné au sommet, elle piège quelques éléments détritiques à sa base. Son épaisseur varie de 5 à 10 cm.

**Le troisième membre (c)** est également constitué de limons rouge à beige d'origine éolienne et riches en concrétions calcaires. L'épaisseur moyenne est d'en-

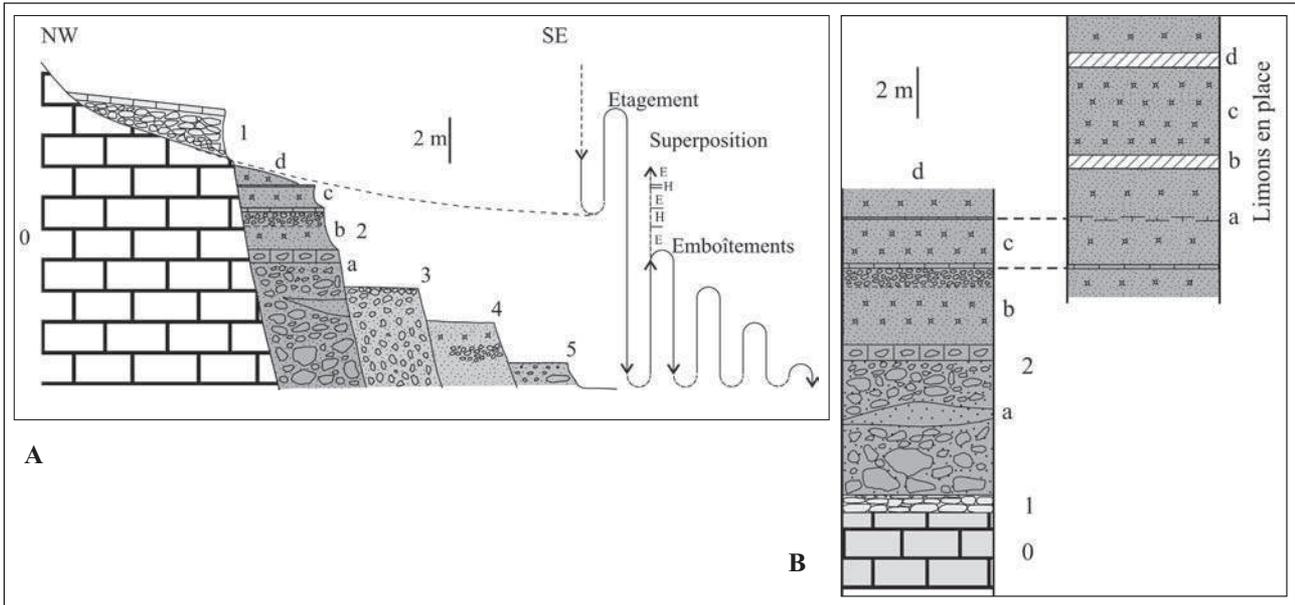
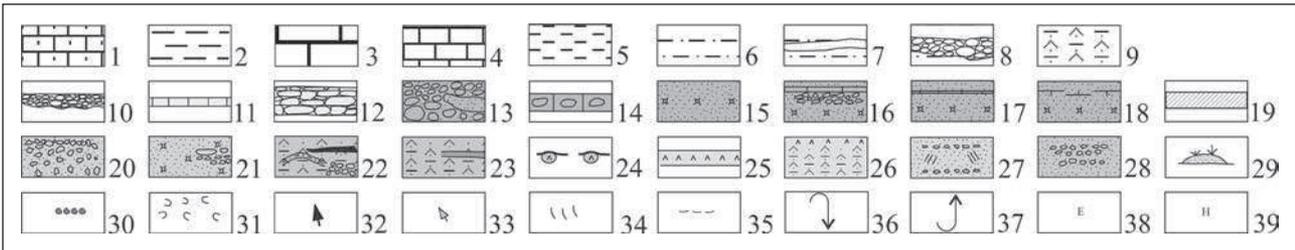


Fig. 2: Coupes synthétiques des formes et dépôts quaternaires de la zone du plateau.  
 Fig. 2: Synthetic cross-section of Quaternary shapes and deposits of the shelf area.



#### Légende des figures 2 à 12

1/ Grès rouge triasiques, 2/ Argiles rouge triasiques, 3/ Calcaire et dolomie jurassiques à crétaqués, 4/ Calcaire crétaqué, 5/ Argiles mio-pliocènes rouge, jaune et verte. 6/ Argiles sableuses mio-pliocènes, 7/ Argiles sableuses mio-pliocènes avec bancs sableux, 8/ Argiles sableuses mio-pliocènes avec lentilles conglomératiques, 9/ Argiles gypseuses rouge, jaune et vert mio-pliocènes, 10/ Conglomérat consolidé du Pléistocène inférieur, 11/ Croûte calcaire du Pléistocène inférieur en dalle, 12/ Croûte calcaire du Pléistocène inférieur disloquée en gros blocs et feuillets, 13/ Dépôt de conglomérat hétérométrique de galets et blocs émoussés à matrice sablo-limoneuse rougeâtre et à lentilles sablo-limoneuses rougeâtre, 14/ Poudingue, 15/ Limons rouge à rose riches en concrétions calcaires, 16/ Limons à concrétions calcaires scellés par une croûte calcaire zonaire surmontant un horizon caillouteux, 17/ Limons à concrétions calcaires scellés par une mince croûte calcaire, 18/ Limons à concrétions calcaires scellés par un début d'encroûtement calcaire, 19/ Paléosol intercalé dans les limons en place ou «læss», 20/ Dépôt grossier avec matrice sablo-limoneuse rose à beige. 21/ Dépôts sablo-limoneux beige meubles à concrétions calcaires contenant des lentilles grossières de galets et cailloux, 22/ Dépôt argilo-limono-gypseux gris, grossier à la base et fin au sommet, avec des lentilles noires hydromorphes et des lits argileux, 23/ Niveau archéologique cendreuse, 24/ Surface de ravinement avec galets de croûte gypseuse, 25/ Croûte gypseuse blanche à grisâtre compacte, 26/ Dépôt argilo-limono-gypseux avec début d'encroûtement gypseux sommital, 27/ Dépôt limoneux polygénique de lits grossiers et de lits fins à structure entrecroisée d'origine éolienne, 28/ Dépôt grossier meuble à matrice sablo-limoneuse rouge, 29/ Nebka, 30/ Gastéropodes *in situ*, 31/ Coquilles marines ou lagunaires, 32/ Acheuléen, 33/ Moustérien et Atérien, 34/ Capsien de faciès méridional, 35/ Néolithique, 36/ Dynamique d'incision, 37/ Dynamique d'accumulation, 38/ Dépôt d'origine éolienne, 39/ Dépôt d'origine hydrique.

Legends of figures 2 to 12. 1/ Triassic red sandstones, 2/ Triassic red clays, 3/ Jurassic to Cretaceous limestone and dolomite, 4/ Cretaceous limestone, 5/ Red, yellow and green mio-pliocene clays, 6/ Mio-pliocene sandy clays, 7/ Mio-pliocene sandy clays with sandy benches, 8/ Mio-pliocene sandy clays with conglomeratic lenses, 9/ Red, yellow and green mio-pliocene gypseous clays, 10/ Lower Pleistocene consolidated conglomerate, 11/ Lower Pleistocene slab calcareous crust, 12/ Lower Pleistocene calcareous crust dislocated in boulders and sheets, 13/ Heterometric conglomerate of blunted pebbles and boulders, reddish sand-silty matrix and reddish sand-silty lenses, 14/ Pudding, 15/ Deposit of red rose silts rich in calcareous concretions, 16/ Silts with calcareous concretions sealed with a zony calcareous crust overlying a rocky horizon, 17/ Silts with calcareous concretions sealed by a thin calcareous crust, 18/ Silts with calcareous concretions sealed by an incipient calcareous crust, 19/ Palaeosol intercalated in in situ silt or "læss", 20/ Coarse deposition with rose or beige sand-silty matrix, 21/ Beige sand-silty deposition with calcareous concretions containing lenses of pebbles and coarse gravel, 22/ Silty-clayey-gypseous deposit, coarse at the base and thin in the top, with black hydromorphic lenses and clayey beds, 23/ Archaeological ash level, 24/ Washout surface with gypseous crust pebbles, 25/ Compact grayish to white gypseous crust, 26/ Silty-clayey-gypseous deposit with incipient gypseous crust on top, 27/ Polygenic silty deposit of coarse beds and and fine beds with inter-bedded structure from aeolian origin. 28/ Friable coarse deposit with red sand-silty matrix, 29/ Nebka, 30/ In situ gastropods, 31/ Sea or lagoon shells, 32/ Acheulean, 33/ Mousterian and Aterian, 34/ Capsian southern facies, 35/ Neolithic, 36/ Incision dynamics, 37/ Accumulation dynamics, 38/ Aeolian deposit, 39/ Waterborne deposit.

viron 1,5 m. Le plus souvent, une forte concentration des concrétions calcaires peut être observée et confère au dépôt un début d'encroûtement sommital d'environ 10 à 30 cm d'épaisseur. Dans de rares cas, une véritable croûte calcaire, d'épaisseur mince (1 à 3 cm) et d'aspect tantôt zoné tantôt spongieux, s'est mise en place.

Le quatrième membre (d) est constitué de limons rouge à rose, d'origine éolienne, moins riches en concrétions

calcaires et dépourvus de croûte et encroûtement. Son épaisseur peut atteindre 1 m.

#### 4.1.3 - La terrasse 3

Elle s'emboîte dans la deuxième. Son épaisseur moyenne est d'environ 4 m et son extension latérale peut atteindre quelques dizaines de mètres. Il s'agit d'un dépôt

hétérométrique de blocs (~30 cm de diamètre) et galets, friable, à matrice sablo-limoneuse rose.

#### 4.1.4 - La terrasse 4

Elle est emboîtée dans la troisième. D'environ 2 m d'épaisseur en moyenne, elle peut avoir quelques dizaines de mètres de large. Elle est souvent sablo-limoneuse, meuble, contenant des concrétions calcaires et des passages grossiers sous forme de lit de galets et cailloux.

#### 4.1.5 - La terrasse 5

Elle se présente sous forme d'une banquette emboîtée dans la terrasse précédente. Peu étendue, cette banquette domine le lit mineur actuel de quelques décimètres à 1 m. Elle est constituée d'un dépôt meuble, plutôt grossier, constitué de galets, cailloux ou même de petits blocs mêlés dans une matrice sablo-limoneuse rougeâtre.

### 4.2 - FORMES ET DÉPÔTS QUATÉRNAIRES SUR LES PIÉMONTS

A leur sortie du plateau, les oueds sont débarrassés d'une grande partie de leur charge solide par dépôt sous la forme de cônes de déjection. Cette forme caractérise la majeure partie des piémonts de la Jeffara septentrionale (fig. 1). Dans les fonds des oueds qui dissèquent les dépôts en cônes de déjection, trois terrasses emboîtées prennent place. Elles sont constituées de dépôts sablo-limoneux meubles avec des passées grossières ou grossières à matrice sablo-limoneuse. Les trois terrasses sont dépourvues de croûtes et encroûtements (fig. 3A et 3B).

A partir de l'apex, les cônes s'étalent sur des distances de 1 à 8 km vers l'aval et selon des envergures de 1 à 4 km. Ils ont des profils longitudinaux et latéraux légèrement convexes peu perceptibles dans le paysage. Ces

cônes s'organisent en séries coalescentes. Les valeurs des pentes varient de 1,25 à 3,33 %. Leur ossature est constituée, essentiellement, du dépôt conglomératique à poudingue caractérisé par son hétérométrie et par sa structure en vrac.

Entre les cônes de déjection subsistent des petites buttes ou éminences. Elles sont constituées d'un dépôt conglomératique consolidé, tronquant par endroits des séries argileuses mio-pliocènes, et scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur. Leur surface est légèrement inclinée vers l'est; la valeur de pente se situe entre 1 et 4 %. Il s'agit de témoins d'un glaciais d'érosion (fig. 3A). Dans quelques cas, ces buttes disparaissent et la croûte calcaire du Pléistocène inférieur s'observe dans les fonds des oueds, passant en dessous du dépôt conglomératique à poudingue (fig. 3B).

### 4.3 - FORMES ET DÉPÔTS QUATÉRNAIRES DANS LA PLAINE INTÉRIEURE

#### 4.3.1 - Extension du glaciais d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur

Dans la plaine intérieure s'étend un large glaciais d'érosion dont quelques témoins existent encore entre les cônes de déjection et qui correspond au plus haut niveau morphologique. Ce glaciais constitue un plan légèrement incliné vers l'est suivant des pentes rectilignes ou légèrement concaves. D'amont en aval, les valeurs des pentes varient entre 0,91 et 0,52 %. Son profil transversal est découpé par les oueds ce qui lui confère une topographie vallonnée (fig. 1).

Ce glaciais est taillé dans une roche tendre, les argiles sablo-gypseuses du Mio-Pliocène. Son sommet est scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur, d'environ 1 m d'épaisseur en moyenne, qui peut surmonter un conglomérat consolidé d'environ 1 m d'épaisseur en moyenne.

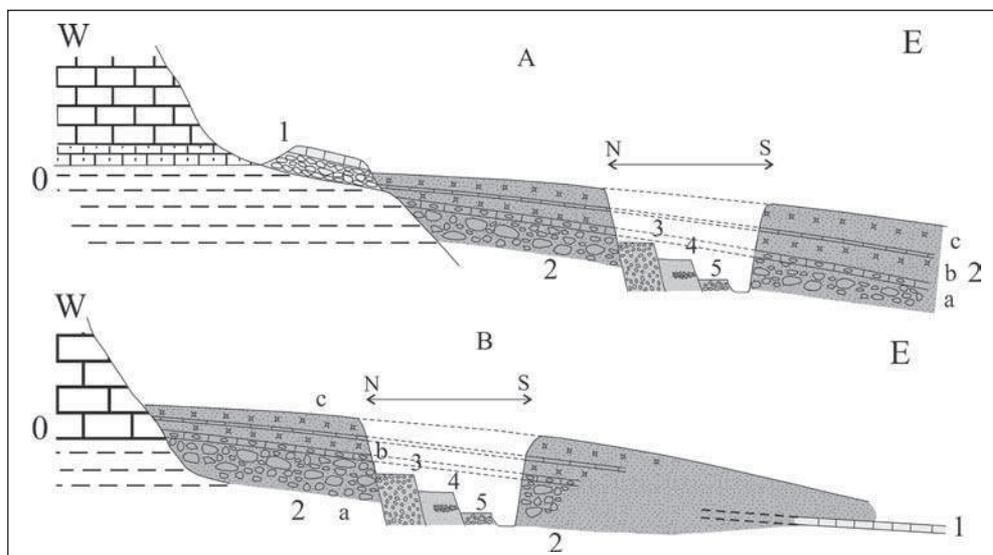


Fig. 3 : Agencement des dépôts en cônes de déjection sur les piémonts.  
Fig. 3: Deposits arranged in alluvial fans on foothills.

### 4.3.2 - Un deuxième glaci d'érosion dans le tiers méridional de la plaine intérieure

Sur le piémont, entre l'oued el Khél et l'oued Graguer, la forme de cônes coalescents passe vers l'aval à un plan régulier et plat. Les pentes ont des valeurs situées entre 3,3 et 0,52 %.

Les dépôts conglomératiques à poudingue qui forment l'ossature des cônes de déjection s'étendent en nappes alluviales surmontant les séries mio-pliocènes. Cette nappe est surmontée par des dépôts de limons d'origine éolienne d'environ 4 à 5 m d'épaisseur en moyenne. Le sommet de ces dépôts de limons est remanié par l'action hydrique; un horizon caillouteux d'environ 30 cm d'épaisseur en moyenne peut y prendre place. La surface est scellée par une croûte calcaire zonaire d'environ 10 cm d'épaisseur (fig. 1 et 4). Ces caractéristiques permettent de qualifier la forme de glaci d'érosion. Il s'agit d'un deuxième glaci d'érosion emboîté dans le premier scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur, dont les témoins existent encore sous la forme de lanières peu étendues, selon 3 à 6 m de commandement.

En ce qui concerne la genèse de ce deuxième glaci d'érosion, les éléments topographiques et hydrodynamiques semblent apporter quelques réponses. En

effet, dans les parties où le premier glaci d'érosion est conservé, les oueds proviennent de reliefs de 700 à 400 m d'altitude dans lesquels ils se sont enfoncés. Leurs débordements deviennent alors rares et leurs actions érosives et d'accumulation vont se limiter aux axes des vallées en épargnant les interfluves. En revanche, dans cette partie où le premier glaci d'érosion a été fortement disséqué et en grande partie érodé, les oueds proviennent de reliefs moins importants (400 à 200 m) et plus aérés. Leur action de creusement est moins importante. Rien n'empêcherait les oueds de déborder lors des crues en remodelant leurs axes et les interfluves qui les séparent. Le remodelage des interfluves a causé une dissection très poussée du premier glaci. Aujourd'hui il n'en subsiste que quelques petites lanières situées de part et d'autre de quelques oueds comme c'est le cas le long des oueds el Khél et Taha-oued Bou Hamed.

### 4.3.3 - Les dépôts en terrasses

Dans cette partie de la plaine, quatre terrasses emboîtées dans le glaci d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur (1) peuvent être distinguées (fig. 5).

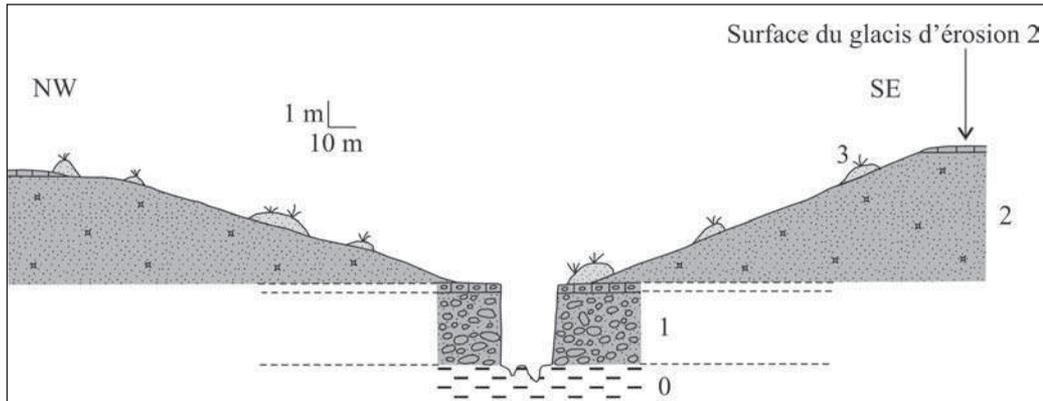


Fig. 4 : Deuxième glaci d'érosion au niveau du cours moyen d'oued Bou Hamed.

0/ Argile: Mio-Pliocène, 1/ Dépôt conglomératique à poudingue en nappe alluviale: Pléistocène moyen/supérieur, 2/ Limons à concrétions calcaires: Pléistocène supérieur, 3/ Nebka.

Fig. 4: Second erosion glacis in the middle course of oued Bou Hamed. 0/ Clay: Mio-Pliocene, 1/ Conglomerate with pudding forming alluvial groundwater: Middle/Upper Pleistocene, 2/ Silts with calcareous concretions: Upper Pleistocene, 3/ Nebka.

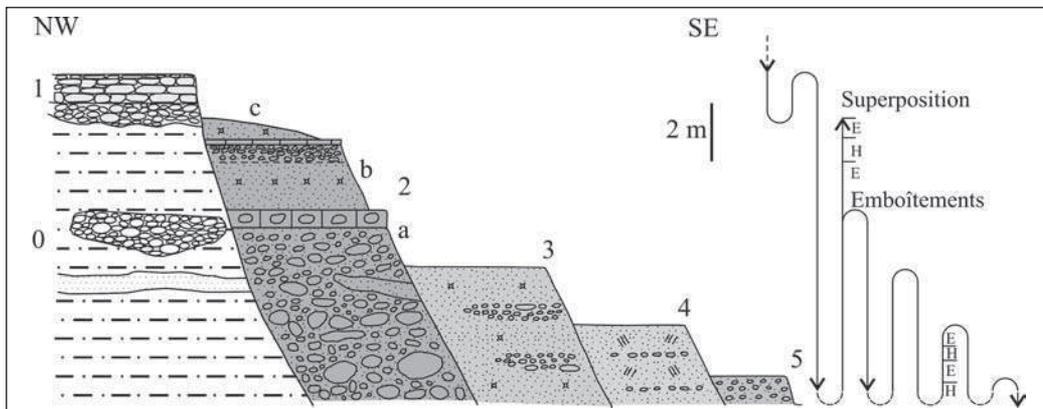


Fig. 5: Coupe synthétique des formes et dépôts quaternaires de la plaine intérieure.

Fig. 5: Synthetic cross-section of Quaternary shapes and deposits of the interior plain.

#### 4.3.3.1 - La première terrasse

La première terrasse (2) est emboîtée dans le glacis d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur (1) mais jamais dans le deuxième glacis d'érosion. Pouvant atteindre 8 m d'épaisseur totale, cette terrasse peut s'étendre latéralement sur 500 m. Elle peut être constituée par un ou plusieurs membres superposés et de faciès variés.

– Le premier membre (2a) est un dépôt conglomératique scellé par un poudingue. Son épaisseur varie, le plus souvent, entre 2 et 6 m. C'est un dépôt hétérométrique de galets et blocs dont la taille varie de quelques centimètres à 70 cm, bien roulés, moyennement consolidés et à matrice sablo-limoneuse rose à beige formant, par endroits, des lentilles fines.

– Le deuxième membre (2b) est un dépôt limoneux rouge à beige riche en concrétions calcaires. Son épaisseur varie entre 2 et 4 m. Le sommet de ce dépôt, d'origine éolienne, est remanié par l'action hydrique comme l'atteste la présence d'un horizon grossier constitué de galets et de cailloux, de 30 cm d'épaisseur en moyenne. L'ensemble est scellé par une croûte calcaire de 5 à 10 cm d'épaisseur, d'aspect zoné ou structurée en minces feuillets.

– Le troisième membre (2c) est un dépôt de limons à concrétions calcaires, meuble, d'origine éolienne, d'environ 1 m d'épaisseur en moyenne.

#### 4.3.3.2 - La deuxième terrasse

La deuxième terrasse (3) est emboîtée dans la précédente. Son épaisseur est d'environ 4 m et sa largeur est variable (de quelques dizaines à quelques centaines de mètres). Elle est constituée par un dépôt sablo-limoneux à plusieurs lits grossiers de galets bien émoussés. Cette terrasse est dépourvue de croûte ou encroûtement calcaire.

#### 4.3.3.3 - La troisième terrasse

La troisième terrasse (4) s'emboîte dans la précédente. Peu large, elle peut atteindre 3 m d'épaisseur. Elle est constituée d'un dépôt composite d'origine hydrique et éolienne où alternent des lits grossiers de galets et cailloux émoussés avec des lits fins à structure entrecroisée d'origine éolienne.

#### 4.3.3.4 - La quatrième terrasse

La quatrième terrasse (5) est une banquette qui s'emboîte dans la troisième terrasse et domine le lit mineur actuel de quelques décimètres à 1 m. Le dépôt est souvent grossier (galets et cailloux), meuble et à matrice sablo-limoneuse.

### 4.4 - FORMES ET DÉPÔTS QUATÉNAIRES DANS LA PLAINE LITTORALE

Le passage de la plaine intérieure à la plaine littorale est souligné par l'apparition des dépôts argilo-limonogypseux et de la croûte et/ou l'encroûtement gypseux qui vont marquer davantage le paysage morphologique en allant vers le littoral. En outre, les autres formes et dépôts quaternaires déjà observés dans la plaine intérieure sont toujours présents avec des changements de faciès et de position morphologique (fig. 1 et 6).

#### 4.4.1 - Extension du premier glacis d'érosion

Dans la plaine littorale, le glacis d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène inférieur forme toujours le plus haut niveau topographique et morphologique jusque dans la presqu'île du Jorf (fig. 1). Il tronque souvent les séries mio-pliocènes constituées essentiellement par les argiles gypseuses rouge et des bancs de sables. Les pentes sont très faibles leurs valeurs se situent entre 0,51 et 0,25 %.

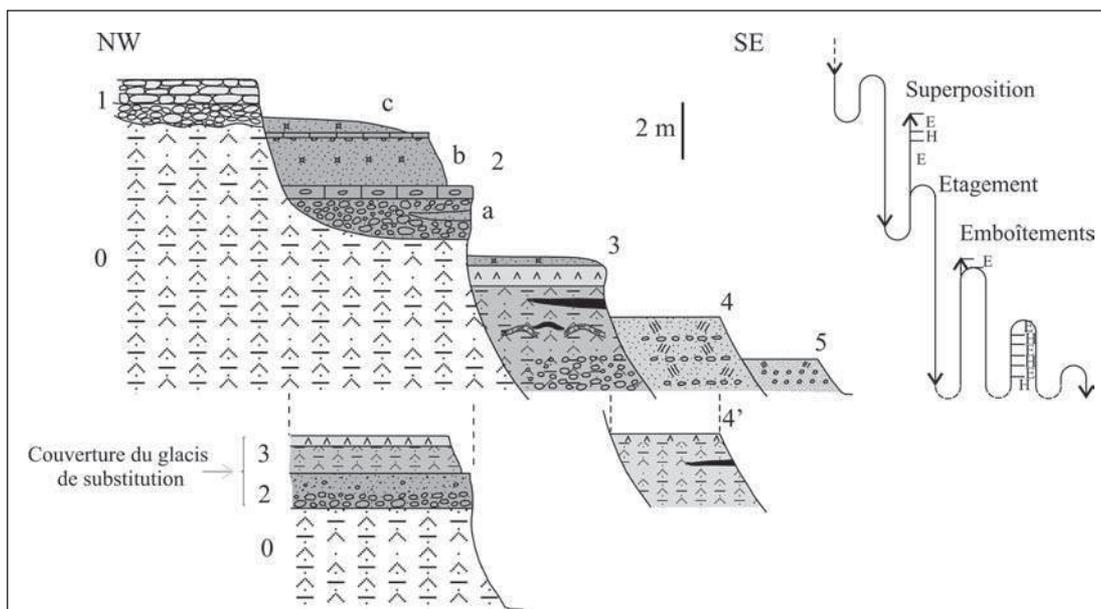


Fig. 6 : Coupes synthétiques des formes et dépôts quaternaires de la plaine littorale.  
Fig. 6: Synthetic cross-section of Quaternary shapes and deposits of the coastal plain.

#### 4.4.2 - Le glacis de substitution aux dépens du premier glacis d'érosion

Dans les cours avals des oueds, la surface du premier glacis d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène a été en grande partie détruite. Un dépôt conglomératique, d'environ 1 m d'épaisseur, moyennement consolidé et constitué souvent de galets bien émoussés avec du sable grossier et des petits cailloux au sommet, couvre directement les argiles rouges gypseuses miopliocènes selon un profil régulier et plat légèrement incliné vers la mer (fig. 1, 6). Les valeurs des pentes se situent entre 0,50 et 0,20 %. Il s'agit d'un glacis de substitution aux dépens du premier glacis d'érosion. Le dépôt conglomératique est souvent surmonté par un dépôt argilo-limono-gypseux d'environ 1 m d'épaisseur scellé par une croûte gypseuse. Ces deux dépôts sont très étendus sur les interfluvés des cours avals des oueds et forment la couverture de ce glacis de substitution.

A son tour, ce glacis de substitution peut être détruit. La surface d'érosion sur les argiles miopliocènes est scellée par des galets témoins. Dans d'autres cas, la surface du glacis est couverte par une croûte gypseuse scellant directement les argiles gypseuses miopliocènes.

#### 4.4.3 - Les dépôts en terrasses

Emboîtées dans le glacis d'érosion et celui de substitution, un système de quatre terrasses étagées et/ou emboîtées prend place dans le fond des oueds. Elles sont caractérisées par des faciès et des modes d'agencements variés (fig. 6).

##### 4.4.3.1 - La première terrasse

La première terrasse (2) est emboîtée dans le glacis d'érosion scellé par la croûte calcaire du Pléistocène mais elle n'a jamais été observée en contrebas du glacis de substitution. Elle surmonte directement les argiles rouges gypseuses miopliocènes. Pouvant atteindre 4 m d'épaisseur et jusqu'à 300 m de large, cette première terrasse est étagée par rapport à la deuxième. Elle peut être constituée par un ou plusieurs membres superposés et de faciès variés.

– Le premier membre (a) est un dépôt conglomératique constitué essentiellement de galets avec petits blocs, par endroits des blocs de 30 cm, bien émoussés mêlés dans une matrice sablo-limono-argileuse rouge à jaune, légèrement indurée. Des lentilles sablo-limoneuses rougeâtres peuvent s'y intercaler, qui ne dépassent pas quelques décimètres d'épaisseur et de largeur. L'ensemble est scellé par un poudingue très consolidé de 30 cm d'épaisseur en moyenne. La lithologie et la couleur de la matrice du dépôt ainsi que celles du poudingue sont très influencées par le substratum miopliocène qu'ils surmontent directement.

– Le deuxième membre (b) surmonte le premier. Il est constitué de limons rouge à rose en partie éoliens en partie fluviaux à concrétions calcaires. Ce dépôt est scellé par une croûte calcaire qui surmonte un horizon caillouteux

de quelques centimètres d'épaisseur. Cette croûte, dont l'épaisseur peut atteindre 10 cm, présente un aspect zonaire et compact ou feuilleté. Par endroits, la croûte calcaire passe latéralement à un horizon conglomératique très consolidé, de 30 à 50 cm d'épaisseur, constitué de galets émoussés. Enfin, cette croûte peut disparaître en laissant la place à un simple encroûtement calcaire.

– Le troisième membre (c) est un dépôt de limons d'origine éolienne, meuble ou légèrement induré, contenant des concrétions calcaires.

##### 4.4.3.2 - La deuxième terrasse

La deuxième terrasse (3) peut être emboîtée en contrebas de la première. Latéralement elle peut passer à une terrasse sablo-limoneuse à lits grossiers. Sa largeur varie de quelques dizaines à quelques centaines de mètres; son épaisseur peut atteindre 5 m. Elle est constituée de dépôts argilo-limono-gypseux, essentiellement grisâtres à passages jaune et vert, scellés par une croûte gypseuse. Sa base est constituée, dans plusieurs cas, par un dépôt grossier meuble à peu compact formé de galets et cailloux bien roulés à matrice sablo-argilo-gypseuse. Les dépôts argilo-limono-gypseux contiennent souvent des lentilles hydromorphes. Dans les sections avales des oueds les plus proches des sebkhas, ces lentilles sont ondulées, parfois même entrecroisées. Observé surtout dans l'oued Om Jessar avant son embouchure à Sabkhet Om Jessar, ce type de structure a été interprété comme étant le résultat des vicissitudes de l'écoulement (Ben Ouedou, 1987). Il peut également indiquer une mise en place dans un milieu subaquatique (Swezey, 1998).

La concentration croissante du gypse vers le sommet conduit à l'apparition d'une croûte gypseuse, de couleur blanche à grise, dont l'épaisseur varie entre 30 cm et 1 m. Cette croûte, dont la base est friable, est très compacte au sommet surtout pour les derniers 5 ou 10 cm.

##### 4.4.3.3 - La troisième terrasse

La troisième terrasse (4) est emboîtée dans la terrasse précédente. Elle peut atteindre 3 m d'épaisseur et sa largeur peut dépasser le kilomètre. Il s'agit essentiellement de dépôts sablo-limoneux ou sablo-limono-argileux, meubles, de couleur rouge à rose. Ils contiennent des lits grossiers de galets et cailloux bien émoussés. En s'approchant des sebkhas littorales, ce faciès change et passe latéralement à un dépôt argilo-limono-gypseux souvent grisâtre, jaunâtre ou verdâtre par endroits. A son sommet, l'enrichissement en gypse augmente et un encroûtement gypseux gris et friable, d'environ 20 cm d'épaisseur, peut prendre place.

##### 4.4.3.4 - La quatrième terrasse

La quatrième terrasse (5) se présente sous forme d'une banquette emboîtée dans la terrasse précédente. Son épaisseur ne dépasse pas 1 m en moyenne. Il s'agit d'un dépôt limoneux à limono-argileux meuble de couleur rouge à rose. Parfois, le dépôt est franchement hydrique et contient de minces lits grossiers de galets et cailloux bien émoussés. Dans d'autres cas il est hydrique à la

base, et éolien au sommet avec des limons fins à structure entrecroisée meuble d'origine éolienne.

## 5 - CHRONOLOGIE DES DIFFÉRENTES FORMES ET DÉPÔTS

Couplées aux données morphologiques, les données de la Préhistoire et des datations radiométriques permettent d'apporter des précisions sur la chronologie des formes et dépôts quaternaires continentaux.

Dans le domaine continental de la Jeffara septentrionale, les premières datations ont été présentées par Brosche et Molle (1975). Quatre autres datations ont été effectuées dans le cadre de ce travail. Dans la plaine de Gabès, qui constitue le prolongement de la Jeffara septentrionale vers le nord, plusieurs datations ont intéressé surtout les dépôts de l'oued el Akarit (Page, 1972; Zouari, 1988; Fontes *et al.*, 1991; Zouari *et al.*, 1998; Fontugne & Hatté, 2007; Reyss *et al.*, 2007). Elles permettent une meilleure connaissance de la chronologie des dépôts et formes quaternaires.

### 5.1 - ÂGE DE LA CROÛTE CALCAIRE DU PLÉISTOCÈNE INFÉRIEUR ET DU CONGLOMÉRAT SOUS-JACENT

La croûte calcaire «*saumon à hélicidés*», qui surmonte le conglomérat dans la zone du plateau et scelle le glaciaire d'érosion dans la plaine, a été attribuée au «Villafranchien» (Coque, 1962) puis au Pléistocène inférieur pour plus de précision d'ordre stratigraphique (Ben Oueddou, 1983, 1986 et 1987). Dans son travail sur les héritages quaternaires dans la plaine de Gabès, cet auteur s'est basé sur l'emboîtement de la formation Graïba, qu'il attribue au Pléistocène moyen, en contrebas du glaciaire d'érosion scellé par une croûte calcaire, pour conclure l'appartenance de cette dernière, et le dépôt qu'elle scelle, au Pléistocène inférieur.

### 5.2 - ÂGE DU DÉPÔT CONGLOMÉRATIQUE À POUDINGUE

La Jeffara septentrionale est connue comme étant le domaine de l'Épipaléolithique et du Néolithique (Gragueb & Mtimet, 1989). La découverte d'un biface de petite taille de la catégorie des bifaces ficrons appartenant vraisemblablement à l'Acheuléen final (Ben Oueddou, 1986), ainsi que la découverte, dans le cadre de ce travail, de pièces en silex taillé attribuées au Paléolithique moyen, constituent de nouvelles données sur la Préhistoire de cette région. Un seul site attribué à l'Atérien a été identifié sur l'interfluve, entre l'oued Om Ettamer et ses affluents l'oued Chافتar et l'oued Mragha, avec une vingtaine de pièces lithiques dont 3 nucléus levallois, 2 nucléus informes, 5 éclats corticaux, 2 pièces pédonculées, 7 éclats, 2 débris.

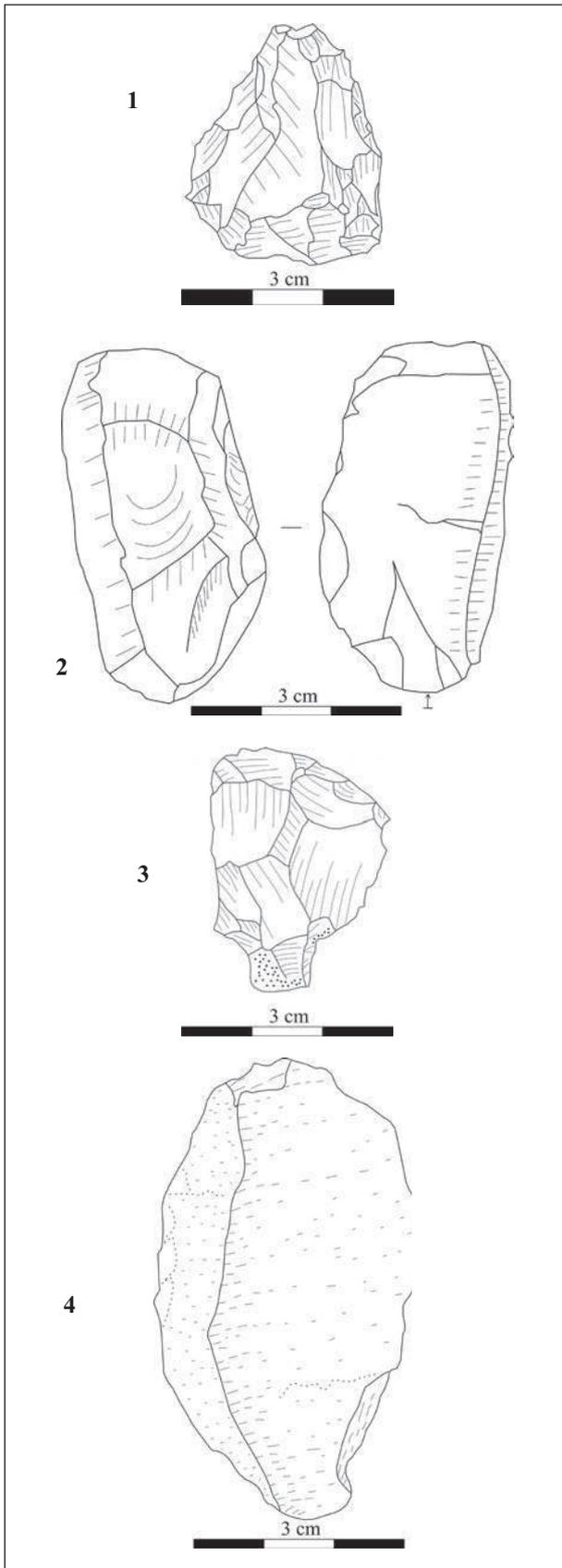
Le dépôt conglomératique à poudingue qui constitue la deuxième terrasse dans la zone du plateau, les cônes de déjection, la première terrasse dans la plaine, la base

des dépôts limoneux dans lesquels est taillé le deuxième glaciaire d'érosion et enfin la couverture du glaciaire de substitution, ont livré un nombre important de pièces lithiques. Dans la majorité des cas, ces pièces en silex sont très usées et difficilement déterminables. Cela est probablement dû à l'importante dynamique hydrique responsable de la mise en place du dépôt conglomératique. Les pièces identifiables sont souvent attribuées au Paléolithique moyen sans plus de précision. Dans d'autres cas, elles permettent plus de précisions et sont attribuées au Moustérien ou à l'Atérien (fig. 7). Les outils en silex ont été trouvés dans les deux derniers mètres environ de la partie supérieure du dépôt conglomératique. Ils se situent en dessous ou sont carrément incrustés dans le poudingue. Le milieu et la base du dépôt, soit une épaisseur d'environ 4 m en moyenne, n'ont pas livré de pièces lithiques.

D'après ces données préhistoriques, la partie supérieure du dépôt conglomératique à poudingue serait contemporaine ou postérieure au Moustérien et à l'Atérien, et peut être attribuée au Pléistocène supérieur. La base du dépôt serait antérieure au Pléistocène supérieur mais postérieure aux dépôts du Pléistocène inférieur dans lesquels elle s'emboîte. C'est, très probablement, l'équivalent de la formation Graïba du Pléistocène moyen dans le golfe de Gabès.

Une seule datation a été effectuée, et présentée avec «*toutes réserves*», sur le sommet du dépôt conglomératique à poudingue (Hauptakkumulation) de l'oued Zigzaou et a donné  $21\,385 \pm 235$  BP (Brosche & Molle, 1975). Les deux auteurs attribuent ce dépôt au Würm et n'excluent pas qu'il soit plus ancien. Ils pensent également que l'âge Mindel attribué à ce dépôt par Balland (1973, *in* Brosche & Molle, 1975) est «*trop élevé*».

En tenant compte des datations connues du Moustérien et de l'Atérien, qui place le premier entre 100 000 et 40 000 ans BP et le deuxième entre 35 000 et 25 000 ans BP (Ballout, 1955; Vaufray, 1969; Gragueb & Mtimet, 1989), le sommet du dépôt conglomératique à poudingue peut être attribué à l'ensemble du Pléistocène supérieur. Mais en tenant compte des nouvelles datations qui tendent à faire vieillir ces deux civilisations, le sommet du dépôt est attribué seulement à la première moitié du Pléistocène supérieur. En effet, les nouvelles datations par thermoluminescence effectuées pour le Moustérien dans l'oued el Akarit (Reyss *et al.*, 2007) ont donné des âges entre 80 000 et 190 000 ans BP. Dans 5 des 9 datations effectuées, les résultats se situent entre 80 000 et 120 000 ans BP. En résumé, le Moustérien est plus ancien que 80 000 ans BP. Ces résultats sont confirmés par des travaux menés au Maroc (Mercier *et al.*, 2007). Là-bas, le Moustérien final est daté entre 90 et 80 ka. Quant à la transition Moustérien-Proto Atérien, elle se situe entre 80 et 60 ka, avec une prédominance des âges situés entre 80 et 70 ka. En Libye, le début de l'Atérien est daté vers  $61 \pm 10$  ka (Garcea, 2001, *in* Mercier *et al.*, 2007). A Jbel Gharbi (NW de la Libye), qui est le prolongement de la chaîne du Dahar tunisien en Libye, les datations réalisées sur des dépôts contenant de l'Atérien ont donné un âge d'environ  $43\,530 \pm 2110$  BP (Giraudi, 2005).



**Fig. 7: Exemples de silex recueillis dans le dépôt conglomératique à poudingue.**

1/ Racloir double convergent: Paléolithique moyen (Moustérien / Atérien), 2/ Racloir moustérien, 3/ Éclat Levallois pédonculé: Atérien, 4/ Éclat retouché atérien.

Fig. 7: Examples of flints collected from the conglomerate with pudding. 1/ Double converging scraper: Middle Palaeolithic (Mousterian / Aterian), 2/ Mousterian scraper, 3/ Pedunculate Levallois flakes: Aterian, 4/ Retouched flakes: Aterian.

Emboîtée dans le Pléistocène inférieur, la base du dépôt conglomératique à poudingue peut être attribuée au Pléistocène moyen. C'est l'équivalent de la formation Graïba dans la plaine de Gabès, identifiée par Ben Ouedou (1983, 1986 et 1987). Le sommet du dépôt, contenant du Paléolithique moyen, serait contemporain ou postérieur à la première moitié du Pléistocène supérieur. Il s'agit de l'équivalent de la formation Akarit I identifiée par Ben Ouedou (1983, 1986, 1987) dans la plaine de Gabès (fig. 8).

### 5.3 - CHRONOLOGIE DES DÉPÔTS DES LIMONS EN PLACE

#### 5.3.1 - Historique de la chronologie des limons ou «*laess*»

Regaya (1984, 1985) attribue les limons au Pléistocène moyen *sensu lato*. Pour Chahbani (1984), ce sont des dépôts quaternaires qui se sont mis en place depuis le «*Villafranchien*».

La chronologie établie par Coudé-Gaussen (Coudé-Gaussen, 1982, 1984, 1989, 1990, 1998; Coudé-Gaussen *et al.*, 1982, 1983, 1984, 1987; Coudé-Gaussen & Rognon, 1983, 1988a, 1988b) est basée sur des datations radiocarbone et par thermoluminescence. Elle attribue ces dépôts au Pléistocène supérieur et à l'Holocène moyen, avec une première période de dépôt, entre  $> 43\ 000$  et  $10\ 100 \pm 60$  BP, et une deuxième, entre  $6\ 130 \pm 180$  et  $3\ 750 \pm 180$  BP. D'après le même auteur, les dépôts antérieurs, remontant au Pléistocène moyen, ont été érodés.

Rapp *et al.* (1991) datent les «*laess*» de Matmata du Pléistocène supérieur. Les datations par thermoluminescence ont donné des âges compris entre environ 43 000 et 30 000 ans BP et entre environ 23 200 et  $20\ 400 \pm 400$  BP. Dans la région de Matmata, Mtimet (1984, 1999) indique un âge compris entre  $7\ 880 \pm 130$  BP et  $13\ 530 \pm 370$  BP pour des limons en place d'environ 5 m d'épaisseur et contenant un niveau rouge interprété comme un paléosol. Dans ce cas, la mise en place débute vers la fin du Pléistocène supérieur. Dearing *et al.* (1996) supposent que les «*laess*» de Matmata datent d'environ 40 000 à 10 000 ans BP. La dernière accumulation *laessique*, qui surmonte le dernier paléosol, date d'environ 5 000 ans BP. Mais Dearing *et al.* (2001) ont présenté une nouvelle chronologie basée sur la thermoluminescence. Les nouvelles données montrent l'appartenance des «*laess*» aux stades isotopiques 8.0 et 5.4 enregistrés dans les paléosols. Le début de l'accumulation des «*laess*» se situe entre 370 000 et 280 000 ans BP. Mais ces derniers ne présentent pas toujours les mêmes résultats car la méthode de datation, qui en était à ses débuts, a surestimé l'âge des dépôts et les datations sont à refaire (Bateman M.D., com. écrite, 18/06/2007, «*Sheffield Centre for International Drylands Research*»).

Swezey (2001) a conclu, dans sa synthèse sur le Sahara, qu'il y a eu une mobilisation des sédiments éoliens avant  $\sim 11\ 000$  ans cal. BP, une stabilisation entre  $\sim 11\ 000$  et  $\sim 5\ 000$  ans cal. BP et un retour à la mobilisation de ces sédiments après  $\sim 5\ 000$  ans cal. BP.

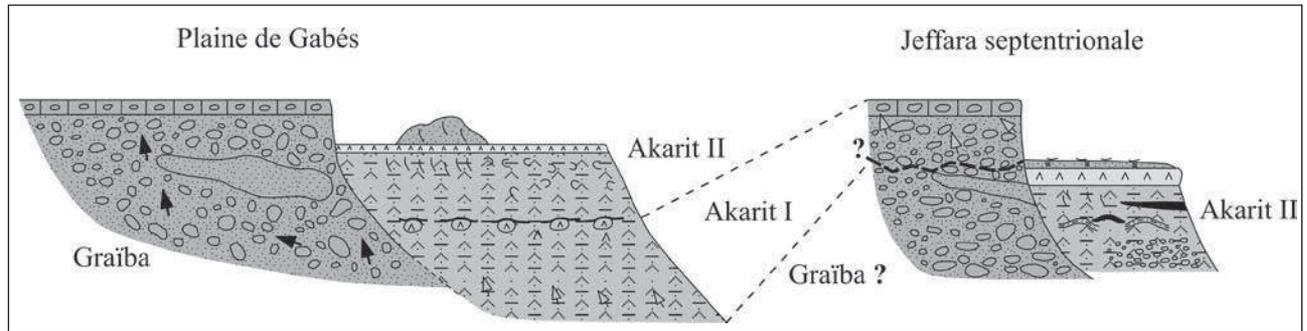


Fig. 8 : Corrélation des niveaux pléistocènes de la plaine de Gabès et de la Jeffara septentrionale.

Fig. 8: Correlation between Gabès plain and northern Jeffara Pleistocene deposits.

Sur les cartes géologiques au 1/100 000 de Mareth, Matmata et Ghoumrassene et dans la notice explicative de la carte de Gabès-Mareth (Ben Oueddou *et al.* 1999), les limons datent tous du Pléistocène moyen. Le reste des études effectuées sur les limons les a attribués au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. Brosche et Moller (1975) ont estimé que les limons de Matmata ont été déposés pendant le Würm et jusqu'au début de l'Holocène. Pour Giraudi (2005) les dépôts limoneux de la Jeffara libyenne sont attribués au Pléistocène supérieur et à l'Holocène.

### 5.3.2 - Apports de la morphologie et de la préhistoire pour la chronologie des limons en place dans la Jeffara septentrionale et la partie nord-orientale du plateau de Matmata-Dahar

Dans la Jeffara septentrionale, les limons en place ou «löss» surmontent toujours le dépôt conglomératique à poudingue dont le sommet est contemporain ou postérieur à la première moitié du Pléistocène supérieur. Ils constituent soit des accumulations caractérisées par l'intercalation de deux niveaux rouges sur le plateau (fig. 2B), soit le membre supérieur de la deuxième terrasse dans la zone du plateau et celui de la première dans la plaine (fig. 2A, 5 et 6), soit la couverture du deuxième glacis d'érosion dans le tiers méridional de la plaine intérieure (fig. 4), soit ils couvrent les dépôts en cônes de déjection sur les piémonts (fig. 3A et 3B). D'après ces données, ces dépôts limoneux seraient postérieurs à la première moitié du Pléistocène supérieur.

D'après les pièces en silex, attribuées à l'Épipaléolithique et au Néolithique de tradition capsienne, recueillies sur le dernier membre limoneux qui constitue la deuxième terrasse dans la zone du plateau et la première terrasse dans la plaine, ces dépôts de limons seraient antérieurs à la fin du Pléistocène supérieur-début de l'Holocène et postérieurs à la première moitié du Pléistocène supérieur périodes de mise en place du sommet du dépôt conglomératique à poudingue. L'exception est faite par les limons qui constituent la matrice du dépôt conglomératique à poudingue ou qui se présentent sous forme de lentilles fines contenues dans ce dépôt. Ces limons devraient être plus anciens que le dépôt conglomératique à poudingue. Lors de la mise en place de ce dernier, les limons seraient déjà en place et auraient été remaniés par le ruissellement. Ces dépôts dateraient du

Pléistocène moyen. Ils peuvent être contemporains de la terrasse conglomératique et dateraient du Pléistocène moyen et de la première moitié du Pléistocène supérieur. Les limons du Pléistocène moyen ont probablement été érodés à l'image de ce que pensait Coudé-Gaussen (1989). La matrice du dépôt conglomératique devrait en constituer une partie.

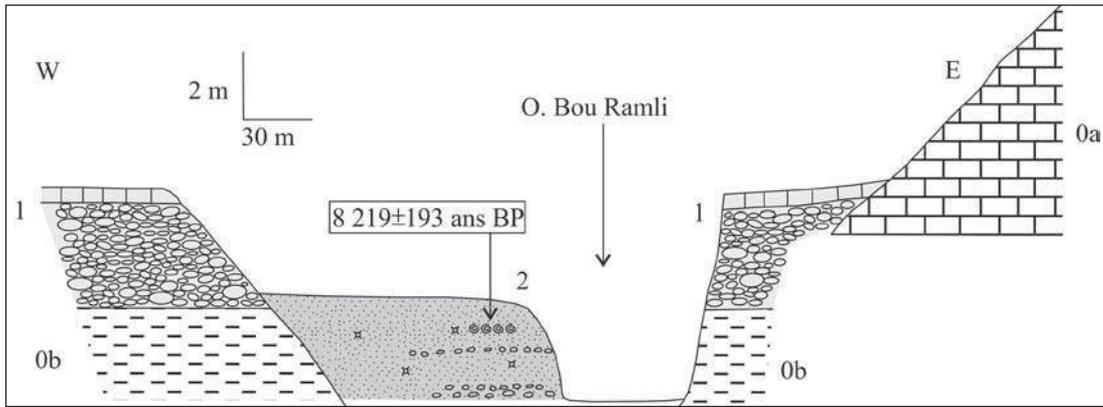
Dans la plaine littorale, les limons à concrétions calcaires, d'environ 50 cm d'épaisseur, surmontent la croûte gypseuse sont parsemés d'outils néolithiques en silex dont des pointes de flèches. Ces limons sont antérieurs au Néolithique. Et ils sont postérieurs au Capsien de faciès méridional dont des pièces en silex situées en dessous de la croûte gypseuse. Cette accumulation limoneuse serait d'âge holocène moyen.

### 5.4 - CHRONOLOGIE DES DÉPÔTS LIMONEUX ET ARGILO-LIMONO-GYPSEUX EN TERRASSES SCELLÉS PAR UNE CROÛTE GYPSEUSE

Les outils en silex recueillis dans ces types de dépôts sont attribués au Capsien de faciès méridional et au Néolithique de tradition capsienne. Les dépôts de la troisième terrasse dans la zone du plateau, et de la deuxième terrasse dans la plaine intérieure et dans la plaine littorale seraient contemporains ou antérieurs à ces civilisations et attribués à la fin du Pléistocène supérieur-Holocène inférieur. Ces terrasses sont l'équivalent de la formation Akarit II identifiée par Ben Oueddou (1983, 1986, 1987) dans la plaine de Gabès. Pour les dépôts sablo-limoneux qui constituent la troisième terrasse dans la zone du plateau et la deuxième dans la plaine intérieure, une seule datation a été effectuée sur des gastéropodes (*Albea candidissima*) *in situ* dans la moitié supérieure du dépôt à oued Bou Ramli. L'âge obtenu est de  $8219 \pm 193$  BP (tab. 1, fig. 9).

En ce qui concerne les dépôts argilo-limono-gypseux en terrasses, les premières datations faites par Brosche et Molle (1975) ont concerné les deux lentilles noires de la terrasse argilo-limono-gypseuse (Jüngerer Akkumulation) au niveau de la confluence de l'oued Ennegueb avec l'oued el Hallouf. L'âge de la lentille inférieure est de  $8600 \pm 150$  BP, celui de la lentille supérieure est de  $7775 \pm 340$  BP.

Plus au Nord, dans l'oued el Akarit, les *Cardium* du membre Akarit II (Ben Oueddou 1983, 1986, 1987), équi-



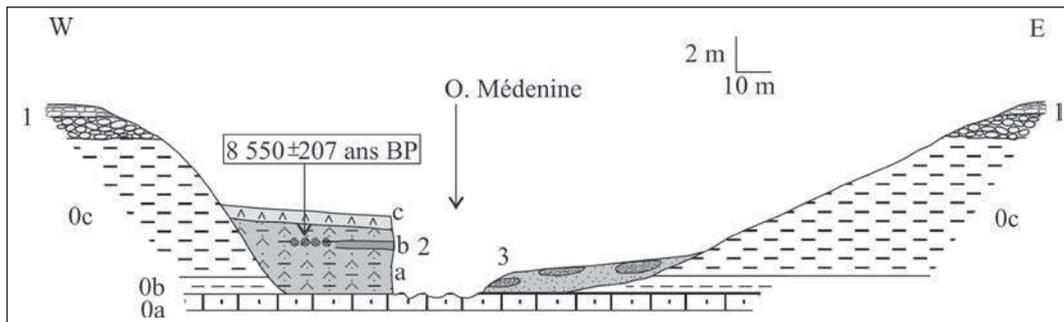
**Fig. 9: Oued Bou Ramli (37°18'N, 8°88'E).**

0a/ Calcaire : Crétacé, 0b/ Argile : Mio-Pliocène, 1/ Conglomérat et croûte calcaire : Pléistocène inférieur, 2/ Terrasse sablo-limoneuse : fini-Pléistocène supérieur / Holocène inférieur.

Fig. 9: *Bou Ramli oued (37°18'N, 8°88'E). 0a/ Limestone: Cretaceous, 0b/ Clay: Mio-Pliocene, 1/ Conglomerate and calcareous crust: Lower Pleistocene, 2/ Sand-silty terrace: late Upper Pleistocene / Lower Holocene.*

valent de la Formation Demna de Page (1972), ont donné un âge de  $8415 \pm 80$  BP et  $8235 \pm 180$  BP (Page, 1972) et  $8240 \pm 170$  BP (Paskoff & Sanlaville *in* Ben Oueddou, 1987) et d'environ 8000 BP (Fontes *et al.*, 1983). Quant à Zouari, il attribue ce dépôt à une période humide située entre 11 et 3 ka (Zouari, 1988; Zouari *et al.*, 1998). Enfin, Ben Oueddou et Zouari (2007) attribuent ce dépôt au « cycle de l'Holocène », vers 8000 ans BP.

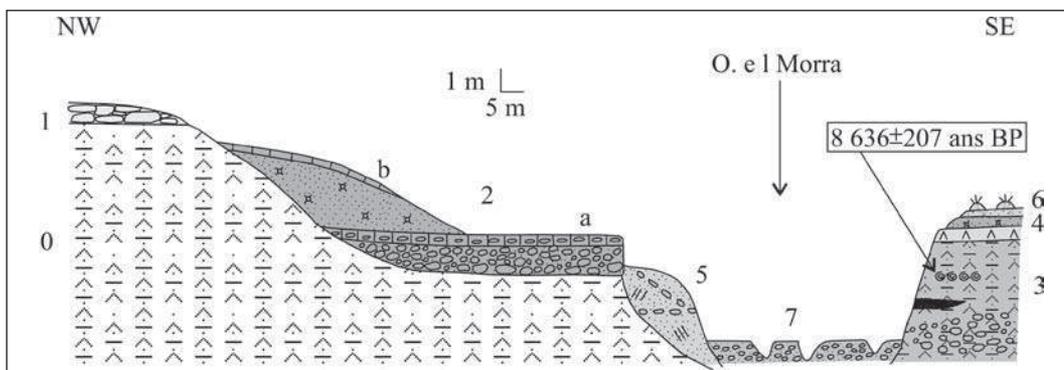
Dans l'oued Mdou, la matière organique d'un dépôt équivalent à la terrasse gypseuse a été datée de  $7270 \pm 155$  BP (Steinmann & Bartels, 1982, *in* Ben Oueddou, 1987). Dans le cadre de ce travail deux datations ont été faites. La première, effectuée sur des gastéropodes (*Eobania* et *Helix*) de l'oued Médenine (fig. 10), a fourni un âge de  $8550 \pm 207$  BP. La deuxième a été faite à l'oued el Morra (fig. 11) sur des gastéropodes



**Fig. 10: Oued Médenine (37°04'N, 9°05'E).**

0a/ Grès rouges : Trias, 0b/ Argile rouge : Trias, 0c/ Argile : Mio-Pliocène, 1/ Conglomérat et croûte calcaire : Pléistocène inférieur, 2/ Terrasse limono-argilo-gypseuse : fini-Pléistocène supérieur / Holocène inférieur, 3/ Terrasse : Holocène supérieur.

Fig. 10: *Medenine oued (37°04'N, 9°05'E). 0a/ Red sandstone: Trias, 0b/ Red clay: Trias, 0c/ Clay: Mio-Pliocene, 1/ Conglomerate and calcareous crust: Lower Pleistocene, 2/ Silty-clayey-gypseous terrace: late Upper Pleistocene / Lower Holocene, 3/ Terrace: Upper Holocene.*



**Fig. 11: Oued el Morra (37°16'N, 9°08'E).**

0/ Argile gypseuse : Mio-pliocène, 1/ Croûte calcaire : Pléistocène inférieur, 2a et 2b/ Terrasse : Pléistocène moyen / supérieur, 3/ Terrasse limono-argilo-gypseuse : fini-Pléistocène supérieur/Holocène inférieur, 4/ Limons à concrétions calcaires : Holocène moyen, 5/ Terrasse : Holocène moyen, 6/ Fine couverture éolienne et nebka.

Fig. 11: *El Morra oued (37°16'N, 9°08'E). 0/ Gypseous clay: Mio-Pliocene, 1/ Calcareous crust: Lower Pleistocene, 2a and 2b/ Terrace: Middle / Upper Pleistocene, 3/ Silty-clayey-gypseous terrace: late Upper Pleistocene / Lower Holocene, 4/ Silts with calcareous concretions: Middle Holocene, 5/ Terrace: Middle Holocene, 6/ Thin aeolian cover and nebka.*

(*Eobania* et *Albea*) et a livré un âge de  $8\,636 \pm 207$  BP (tab. 1).

### 5.5 - CHRONOLOGIE DES DÉPÔTS LIMONEUX ET ARGILO-LIMONO-GYPSEUX EN TERRASSES DÉPOURVUES DE CROÛTE GYPSEUSE

Dans l'oued Mdou une datation, réalisée sur de la matière organique prélevée à la base de la basse terrasse, a livré un âge de  $5\,195 \pm 105$  BP (Steinmann & Bartels, 1982, *in* Ben Oueddou, 1987).

Dans l'oued Mjirda (fig. 12), une datation effectuée sur des gastéropodes terrestres (*Eobania* et *Rumina*), prélevés dans un dépôt d'argiles gypseuses en terrasse, de couleur gris clair et scellé par un mince encroûtement gypseux sommital, a fourni un âge de  $4\,403 \pm 150$  BP.

## 6 - SYNTHÈSE

D'après les quatre schémas synthétiques (fig. 2A, 2B, 3A, 3B, 5 et 6) présentés et d'après les données morphologiques, les données de la Préhistoire et celles des datations radiométriques, une corrélation peut être faite entre les formes et les dépôts quaternaires des différents domaines (tab. 2).

## 7 - LES GRANDS TRAITS DE L'ÉVOLUTION GÉOMORPHOLOGIQUE ET PALÉOENVIRONNEMENTALE

L'évolution géomorphologique au cours du Quaternaire dans la Jeffara septentrionale et dans la partie nord-orientale du plateau de Dahar-Matmata est le résultat de l'interférence de dynamiques hydriques, d'incision et d'accumulation, et éoliennes (fig. 2A, 5 et 6). Les données géomorphologiques, chronostratigraphiques et lithologiques permettent de retracer les événements

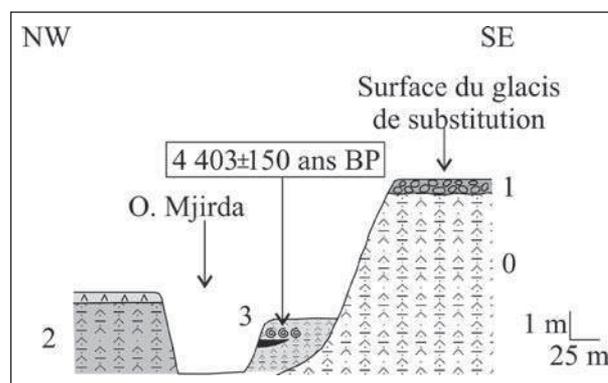


Fig. 12: Oued Mjirda (37°31'N, 8°94'E).

0/ Argile gypseuse: Mio-Pliocène, 1/ Conglomerat: Pléistocène moyen / supérieur, 2/ Terrasse limono-argilo-gypseuse: fini-Pléistocène supérieur / Holocène inférieur, 3/ Terrasse limono-argilo-gypseuse: Holocène moyen.

Fig. 12: Mjirda oued (37°31'N, 8°94'E). 0/ Gypseous clay: Mio-Pliocene, 1/ Conglomerate: Middle / Upper Pleistocene, 2/ Silty-clayey-gypseous terrace: late Upper Pleistocene / Lower Holocene, 3/ Silty-clayey-gypseous terrace: Middle Holocene.

majeurs de cette évolution et de reconstituer les étapes de l'évolution des paléoenvironnements: les changements climatiques et leurs influences sur la mise en place des héritages d'origine fluviale et éolienne. Cette reconstitution est basée sur une succession chronologique des événements.

### 7.1 - AU COURS DU PLÉISTOCÈNE

#### 7.1.1 - Au cours du Pléistocène inférieur

L'élaboration de la première terrasse sur le plateau, du premier glacis d'érosion sur les piémonts et dans la plaine et de la croûte calcaire qui les couvre marque le passage entre deux types de climat. Le premier est celui d'un climat tropical, chaud et humide, comportant une saison sèche. Le deuxième est celui d'un type méditerranéen (Coque, 1962). La «croûte calcaire saumon» et son conglomérat indiquent l'installation d'un «environ-

Code laboratoire*	Echantillon daté	Nom de l'oued et coordonnées de la coupe	Résultats (ans BP)	(Cal. yrs BP)**
C 1408	Gastéropodes <i>Eobania</i> et <i>Rumina</i>	Oued Mjirda (37°31'N 8°94'E)	4 403 ± 150	5025
C 1409	Gastéropodes <i>Albea Candidissima</i>	Oued Bou Ramli (37°18'N 8°88'E)	8 219 ± 193	9225
C 1410	Gastéropodes <i>Eobania</i> et <i>Albea</i>	Oued el Morra (37°16'N 9°08'E)	8 636 ± 207	9550
C 1411	Gastéropodes <i>Eobania</i> et <i>Hélix</i>	Oued Médenine (37°04'N 9°05'E)	8 550 ± 207	9535

Tab. 1: Résultats des datations radiométriques

\* Les datations ont été faites au Laboratoire de Radio-Analyses et Environnement de l'Ecole Nationale des Ingénieurs (ENIS) de Sfax. Code du laboratoire: AD 10 05.

\*\* Les âges  $^{14}\text{C}$  conventionnels ont été calibrés à l'aide du programme Calib 6.0.1 et du fichier de conversion IntCal09. Seuls les intervalles les plus probables sont indiqués. Les probabilités associées sont: 100 % (C 1408) (cet intervalle résulte du cumul des cinq intervalles fournis par la calibration), 100 % (C 1409), 98,9 % (C 1410) et 99,6 % (C 1411).

Tab. 1: Result---s of radiometric datings

\* Datings have been performed at Laboratoire de Radio-Analyses et Environnement de l'Ecole Nationale des Ingénieurs (ENIS) de Sfax, Laboratory code: AD 10 05.

\*\*  $^{14}\text{C}$  conventional ages have been calibrated with Calib 6.0.1 program and IntCal09 conversion file. Only the most probable intervals are indicated. Associated probabilities are: 100 % (C 1408) (this interval is made of the five intervals provided by calibration), 100 % (C 1409), 98,9 % (C 1410) et 99,6 % (C 1411).

Age	Plateau	Piémonts	Plaine intérieure	Plaine littorale	Faciès	Préhistoire	Datations <sup>14</sup> C
Pléistocène inférieur	1 <sup>ère</sup> terrasse	1 <sup>er</sup> glacis d'érosion	1 <sup>er</sup> glacis d'érosion	1 <sup>er</sup> glacis d'érosion	Conglomérat et croûte calcaire		
Pléistocène moyen/supérieur	2 <sup>ème</sup> terrasse	Cône de déjection	1 <sup>ère</sup> terrasse (2) + Nappe alluviale + 2 <sup>ème</sup> glacis d'érosion	1 <sup>ère</sup> terrasse (2) + glacis de substitution	Conglomérat à poudingue + Limons à concrétions calcaires et croûte calcaire	-Moustérien -Atérien	21 385 ± 235 BP
Fin Pléistocène supérieur/Holocène inférieur	3 <sup>ème</sup> terrasse	Terrasse (3)	2 <sup>ème</sup> terrasse (3)	2 <sup>ème</sup> terrasse (3)	Dépôt grossier à matrice limoneuse + Limons à passages grossiers + Argiles limono-gypseuses à croûte gypseuse	-Capsien de faciès méridional -Néolithique de tradition capsienne -Néolithique	≈ 8 500 ans BP
Holocène moyen/supérieur	4 <sup>ème</sup> terrasse	Terrasse (4)	3 <sup>ème</sup> terrasse (4)	3 <sup>ème</sup> terrasse (4)	Limons à passages grossiers et lits fins d'origine éolienne + Argiles limono-gypseuses sans croûte gypseuse		≈ 4 500 ans BP
Post-Holocène supérieur	5 <sup>ème</sup> terrasse (Banquette)	Terrasse (5) (Banquette)	4 <sup>ème</sup> terrasse (5) (Banquette)	4 <sup>ème</sup> terrasse (5) (Banquette)	Dépôts grossiers à matrice limoneuse + Dépôt fin d'origine éolienne		

**Tab. 2: Tableau chronostratigraphique synthétique des héritages quaternaires continentaux de la Jeffara septentrionale.**

*Tab. 2: Synthetic chronostratigraphic table of Quaternary inheritages of northern Jeffara.*

nement steppique» et «l'orientation du climat vers des nuances déjà teintées d'aridité» mais qui reste chaud et encore humide (Coque, 1962). Les cuirasses de fer sur les grès triasiques étudiées par Abichou (2002) à sabkhet Erg el Makhzen (au sud de la Jeffara septentrionale) témoignent de climats tropicaux à saisons contrastées.

Le passage entre le Pléistocène inférieur et moyen a été caractérisé par l'occurrence d'une importante phase d'incision. Elle indique le passage vers un climat de plus en plus aride. Au cours de cette phase, les principaux oueds ont creusé leurs cours dans la mince couverture du premier glacis d'érosion en entamant les séries du Mio-Pliocène dans la plaine et, de nouveau, les séries géologiques dans la zone du plateau. Sur les piémonts, le premier glacis d'érosion a été fortement disséqué et réduit à des lanières ou buttes. Ce creusement d'environ 12 m dans la zone du plateau et dans la plaine intérieure n'a atteint qu'environ 6 m seulement dans la plaine littorale. Dans cette dernière, l'affaiblissement des pentes devrait expliquer la faiblesse du creusement.

Dans la partie sud de la Jeffara septentrionale, la dissection du premier glacis d'érosion a été très poussée. Il n'en subsiste que des témoins sous la forme de petites lanières et de buttes isolées et éparées.

### 7.1.2 - Au cours du Pléistocène moyen

Lors de cette étape, le climat a été caractérisé par un accroissement de l'humidité ainsi que par un refroidissement. Ce dernier va activer la production du matériel grossier sur les versants. Coque (1962) insiste sur le rôle

de la gélifraction dans la production du matériel grossier pendant le Quaternaire. Sur le plateau de Dahar-Matmata plusieurs indices témoignent du rôle des autres processus de météorisation dans l'évolution des formes structurales et la production du matériel, notamment le rôle des processus hydrogravitaires et de la dissolution chimique.

Un réseau hydrographique plus compétent que l'actuel a pu évacuer le matériel préparé. Sa compétence révèle des précipitations plus importantes. La différence avec le régime pluviométrique actuel ne doit pas être flagrante. La différence entre les phases arides et les phases semi-arides dans la Tunisie présaharienne et la Tunisie centro-méridionale, au cours du Pléistocène moyen et supérieur, a été caractérisée par une légère augmentation des précipitations et un refroidissement (Coque, 1962; Ben Oueddou, 1994). La moyenne présentée par Dearing *et al.* (2001) et estimée à 400 mm/an entre 200 et 120 ka paraît concordante avec un climat de type semi-aride. Si aujourd'hui, avec une moyenne annuelle de 200 mm dans la zone du plateau et de 150 mm dans la plaine, les oueds sont capables de charrier des blocs et des galets lors des crues importantes, il est concevable que, avec des précipitations annuelles moyennes de 400 mm, les oueds étaient capables de transporter des blocs jusqu'à leurs sections avales. Cependant, ces valeurs, qui auraient dû doubler par rapport aux valeurs actuelles, n'excluent pas toujours le rôle des événements pluviométriques majeurs dans la mobilisation, le transport et l'accumulation des blocs et des galets à partir de la zone source jusqu'à l'aval sur une distance de plusieurs dizaines de kilomètres. Ben Oueddou (1983, 1986, 1987) a montré que la formation

Graïba doit sa mise en place à des écoulements torrentiels, brusques et turbulents. Quant aux lentilles fines coincées dans ces dépôts conglomératiques, elles indiquent des crues faibles à moyennes.

### 7.1.3 - Le passage Pléistocène moyen/Pléistocène supérieur

Au cours du passage entre le Pléistocène moyen et le Pléistocène supérieur, aucune figure, telle qu'un contact de ravinement ou un horizon d'encroûtement au sein du dépôt conglomératique, qui pourrait témoigner de l'arrêt de l'accumulation du dépôt conglomératique à poudingue, n'est observée. L'accumulation ne s'est pas totalement arrêtée, mais s'est poursuivie à un rythme probablement très lent. Les oueds ont continué de transporter et d'accumuler le matériel déjà produit sur les versants au cours de la phase climatique précédente du Pléistocène moyen. Des phases d'incision ont interféré avec des phases d'accumulation.

Une dynamique d'accumulation était contemporaine de la transgression eutyrrhénienne centrée vers 125 000 ans BP et caractérisée par un climat chaud attesté par la présence de *Strombus* et la formation d'oolithes. En effet, les apports d'un matériel grossier de galets qui a servi pour la construction du cordon littoral eutyrrhénien, consolidé et de 3 à 6 m d'altitude entre l'oued Essoureg et l'oued Zigzaou, le prouvent (Ben Ouedzou, 1983, 1986, 1987). Ce matériel provient des reliefs du Dahar. Au contraire, dans le secteur côtier d'el Gréne ou celui situé entre sabkhet Om Jassar et el Jorf, dépourvus de grands oueds provenant du Dahar, le faciès de calcaire oolithique blanc de la formation eutyrrhénienne témoigne d'un « milieu calme peu perturbé par l'apport terrigène » (Ben Ouedzou, 1987). Le climat au cours de l'Eutyrrhénien était « marqué par des écoulements qui assuraient l'évacuation du matériel détritique depuis les reliefs des Matmata pour le mettre à la disposition de la mer » (Ben Ouedzou, 1987).

### 7.1.4 - Au cours du Pléistocène supérieur

Avec le début du Pléistocène supérieur, l'ambiance climatique, très proche de celle de la phase antérieure à la transgression tyrrhénienne, crée un contexte morphoclimatique presque identique. Les conditions favorables à la reprise de la météorisation du matériel sur les versants, de son transport et de son accumulation sont de nouveau réunies. Il est très probable aussi que c'est pendant cette deuxième étape de mise en place du dépôt conglomératique que l'écoulement a pris en charge des pièces moustériennes. Cette accumulation devait se poursuivre jusqu'après l'apparition de l'Atérien, soit postérieurement à 60 000 ans BP, selon les datations effectuées en Libye, ou encore postérieurement à 35 000 ans BP selon les datations connues antérieurement.

La formation du poudingue indique tout d'abord l'arrêt de l'accumulation. Cela exige une dégradation notable de la compétence des oueds en rapport avec une dégra-

dition de la pluviométrie et un réchauffement du climat. Mais l'humidité reste encore importante pour pouvoir mobiliser les carbonates en solution. La formation de cet encroûtement est contemporaine ou postérieure à l'Atérien puisque des pièces de cette civilisation se trouvent, parfois, incrustées dans le poudingue.

Au cours de la deuxième moitié du Pléistocène supérieur, trois phases d'accumulation de limons, surmontant le dépôt conglomératique à poudingue, peuvent être distinguées. Les épaisseurs et les extensions de ces accumulations deviennent de moins en moins importantes vers les périodes les plus récentes. Une ambiance climatique qui reste humide, malgré une accentuation de la tendance aride, a permis l'exportation des limons, en trois phases, à partir du Grand Erg oriental, par des vents du SW. Sur les reliefs du Dahar et dans la plaine, l'humidité, qui restait importante, a maintenu une végétation plus importante que l'actuelle. Cette dernière a permis le piégeage des limons. Les dépôts des trois phases sont riches en concrétions calcaires qui indiquent une évolution pédologique en rapport avec une humidité plus importante qu'aujourd'hui et permettant la mise en solution du calcaire qui a pu s'agglomérer en concrétions sans pouvoir aboutir à des horizons bien définis.

Le sommet de la première accumulation de limons montre un horizon grossier de cailloux et graviers témoignant d'un ruissellement qui a remanié la partie supérieure de ce dépôt d'origine éolienne. Très probablement, une brève récurrence légèrement plus humide a eu lieu et a permis le développement d'un ruissellement capable de mobiliser ces éléments grossiers. La croûte calcaire zonaire (10 cm) indique un changement des conditions climatiques vers plus d'aridité.

Le sommet de la deuxième accumulation de limons, dans la zone du plateau, est scellé par une mince croûte calcaire (2 à 3 cm). Elle indique à nouveau une brève récurrence légèrement plus humide du climat, mais beaucoup moins importante que la précédente. Dans la plaine, seul un horizon plus riche en calcaire scelle ces dépôts. Ici, la formation de la croûte a été avortée, très probablement à cause de l'insuffisance de l'eau qui devait être plus importante sur le plateau à l'image des conditions actuelles, et de l'absence d'une source généreuse de carbonate tels que les importants affleurements calcaires et dolomitiques du plateau.

Une importante phase de creusement a coïncidé avec les phases d'accumulation des limons en trois membres. Elle était très probablement interrompue par de petites phases d'accumulation en rapport avec les brèves récurrences humides responsables de la formation des croûtes calcaires. Cette phase de creusement a permis le dégagement de la deuxième terrasse sur le plateau, de la première terrasse dans la plaine et la dissection des cônes de déjection.

Le creusement va s'arrêter vers la fin du Pléistocène supérieur-Holocène inférieur, période à partir de laquelle vont s'accumuler les dépôts en terrasses de même âge.

Dans la plaine littorale, le creusement était plus important que celui qui a précédé la mise en place du dépôt conglomératique. Il a permis de mettre ce dernier en

position étagée (perchée). Ce creusement plus important est très probablement en rapport avec un niveau marin plus haut que celui connu lors de la première phase de creusement aux dépens du premier glacis d'érosion du Pléistocène inférieur.

## 7.2 - AU COURS DE L'Holocène

Au cours de cette période, l'évolution peut être retracée avec plus de précision grâce à la multiplication et la variété des formes et dépôts.

### 7.2.1 - Au cours de l'Holocène inférieur

C'est une phase d'accumulation due à une tendance humide du climat qui va permettre l'accumulation des dépôts sablo-limoneux dans la zone du plateau, sur les piémonts et dans la plaine intérieure, ainsi que leurs équivalents dans la plaine littorale, c'est-à-dire les dépôts argilo-limono-gypseux. Les bases souvent grossières de ces dépôts, et leurs sommets constitués de matériel de plus en plus fin, témoignent d'une dégradation de la compétence du ruissellement entre le début et la fin de l'Holocène inférieur. L'Homme capsien, dont les restes en place s'intercalent dans les dépôts argilo-limono-gypseux, a assisté à cette dynamique d'accumulation.

### 7.2.2 - Au cours de l'Holocène moyen

Une décroissance rapide de l'humidité vers le début de l'Holocène moyen et un réchauffement du climat vont permettre la formation de la croûte gypseuse scellant les dépôts argilo-limono-gypseux. Cette tendance du climat va engendrer une phase de creusement des dépôts antérieurs et leur dégagement en terrasse. Postérieurement à la formation de la croûte gypseuse, les dépôts limoneux d'origine éolienne, d'environ 50 cm d'épaisseur en moyenne, ont été accumulés. Leur mise en place indique très probablement une légère tendance humide du climat.

La source de l'humidité au cours d'une bonne partie de l'Holocène doit être recherchée dans une montée du front intertropical vers les marges nord du Sahara, démontrée par plusieurs recherches antérieures (Coque, 1962; Rognon, 1976, 1987; Petit-Maire *et al.*, 1991; Ben Oueddou, 1994). Les poussières et les sables éoliens ont été acheminés à partir du Grand Erg oriental et déposés sur le plateau et dans la plaine surmontant, entre autre, la croûte gypseuse. L'Homme néolithique va s'installer sur ces dépôts de limons.

Au cours de cette tendance humide du climat, les oueds accumulent les dépôts sablo-limoneux et argilo-limono-gypseux de la troisième terrasse. La structure de ces dépôts dans la plaine intérieure est caractérisée par une alternance de lits grossiers d'origine hydrique obturés par des lits fins à structure entrecroisée d'origine éolienne. Cette structure signale les premières manifestations de l'action éolienne dont le rôle dans la morphodynamique continentale actuelle est important. La tendance du

climat à l'aridification, après la phase humide néolithique commence. Mais les indices d'une humidité plus importante que l'actuelle persistent encore. L'accentuation de l'aridification n'a pas permis la formation d'une croûte gypseuse mais seulement celle d'un horizon gypseux qui scelle les dépôts les plus récents.

### 7.2.3 - Au cours de l'Holocène supérieur et de l'Antiquité

Une tendance aride du climat a déclenché une phase d'incision. La troisième terrasse est dégagée au début de l'Holocène supérieur. Au cours de cette transition centrée vers 3 000 ans BP, la majorité des caractéristiques du paysage actuel sont déjà définies. L'accumulation des alluvions dans les fonds des oueds, dégagés ultérieurement en banquettes, indique le plus probablement une pulsation humide du climat. L'impact d'une éventuelle intervention humaine, qui a déclenché une érosion des terres, est peu probable. En effet, les dépôts de cette banquette n'ont pas livré les indices d'une présence humaine tels que des fragments de poterie. On ne peut pas non plus les rattacher à des aménagements antiques présents en amont des oueds.

Avec l'accentuation de l'aridification et l'importance accrue de l'action du vent, les modelés éoliens se développent et se multiplient. Ils se présentent, essentiellement, sous la forme de nebkas ou de placages éoliens contre les talus de raccordement dans les vallées et les fonds des oueds, de fines couvertures éoliennes sur les interfluves et de dunes ou de champs dunaires aux débouchés des oueds et le long de quelques secteurs côtiers.

## 8 - CONCLUSION

Le paysage géomorphologique de la Jeffara septentrionale et de la partie nord-orientale du plateau du Dahar-Matmata est le résultat d'une longue évolution géomorphologique au cours du Quaternaire. Cette évolution a été guidée en premier lieu par des changements climatiques. Ces changements du climat, qui prenaient l'aspect d'un passage d'une tendance aride à une autre semi-aride au moins depuis le Pléistocène supérieur, étaient suffisants pour influencer le fonctionnement des processus et des agents morphogéniques.

Du Pléistocène inférieur jusqu'à l'Holocène, ce domaine a hérité de cinq terrasses dans la zone du plateau, d'une série de cônes de déjection coalescents et de trois terrasses sur les piémonts, quatre terrasses, deux glacis d'érosion et un glacis de substitution dans la plaine avec ses deux subdivisions plaine intérieure et plaine littorale. Cette subdivision est basée sur l'apparition des dépôts argilo-limono-gypseux et de la croûte gypseuse dans la plaine littorale ainsi que sur le changement de mode d'agencement de la première terrasse.

Des périodes les plus anciennes aux périodes les plus récentes du Quaternaire, les épaisseurs des dépôts ont été réduites de 8 m environ pour les dépôts conglomérés.

ratiques à poudingue à 1 m seulement pour les dépôts en banquettes. L'emboîtement des dépôts devient le dispositif dominant. Les faciès des différents dépôts sont devenus de plus en plus fins. Ainsi, on passe des dépôts conglomératiques à des dépôts à dominante limoneuse. Les épaisseurs et les degrés de cimentation des croûtes calcaires ont été également réduits. De la croûte calcaire du Pléistocène inférieur faisant 80 cm d'épaisseur en moyenne, on passe, au Pléistocène supérieur, à une croûte à texture de poudingue de 50 cm, puis à une croûte calcaire zonée de 10 cm et enfin à une croûte calcaire spongieuse de 2 à 3 cm d'épaisseur en moyenne. Au cours de l'Holocène, la croûte gypseuse bien différenciée, scellant les dépôts argilo-limono-gypseux en terrasse, va céder la place à un encroûtement gypseux peu développé qui scelle des dépôts plus récents de même nature.

Ces aspects indiquent que les fluctuations climatiques se sont atténuées en ampleur et en durée vers les périodes les plus récentes du Quaternaire.

L'analyse des données géomorphologiques et lithologiques démontre que les ruptures ou les distinctions entre les épisodes morphologiques ne sont pas toujours évidentes. Avec la transgression eutyrrhénienne, c'est-à-dire le passage Pléistocène moyen-Pléistocène supérieur, l'accumulation du dépôt conglomératique ne s'est pas arrêtée, mais a été peut-être ralentie. L'accumulation de la terrasse argilo-limono-gypseuse scellée par la croûte gypseuse a commencé très probablement à la fin du Pléistocène supérieur et a continué au cours de l'Holocène inférieur.

Grâce aux données fournies par la géomorphologie, la Préhistoire et les datations radiométriques, les différents dépôts et formes hérités du Quaternaire ont pu être corrélés et calés dans la chronologie. Le schéma chronostratigraphique mis au point permet d'établir des corrélations avec le schéma chronostratigraphique du Quaternaire de la plaine de Gabès. La principale différence entre les deux schémas réside essentiellement dans la corrélation de la base du dépôt conglomératique à poudingue avec la formation Graïba du Pléistocène moyen et son sommet avec la formation Akarit I du Pléistocène supérieur.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions le Professeur Hédi Ben Ouedzou de la Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis qui a dirigé notre thèse de doctorat à partir de laquelle cet article a été élaboré. Nous remercions le laboratoire de Cartographie Géomorphologique des Milieux, des Environnements et des Dynamiques (CGMED, Code SERST [LAB-ST-04] ou MES [AD-10-04]) et son directeur le Professeur Mohamed Raouf Karray pour nous avoir fait profiter de l'aide logistique du laboratoire (acquisition des cartes, des photos aériennes et tirage de la thèse). Nos remerciements s'adressent également à Monsieur Kamel Zouari Directeur du Laboratoire de Radio-Analyses et Environnement de l'École Nationale des Ingénieurs de Sfax (ENIS) qui

nous a aimablement fourni les datations radiométriques. Nous remercions Madame Nadia Gaaloul de la Faculté des Sciences de Tunis, Monsieur Noureddine Khalloufi de la Faculté des Sciences de Bizerte et Madame Wafa Allaya de l'Institut Supérieur des Métiers du Patrimoine de Tunis qui ont aimablement fait la détermination des gastéropodes. La détermination des silex recueillis dans le cadre de ce travail a été faite par Monsieur Abderazak Gragueb, Monsieur Ali Mtimet, Madame Rim Khédaïer et Monsieur Lotfi Belhouichet qui nous a accompagnés plusieurs fois sur le terrain et qui a réalisé, avec Madame Khédaïer, les dessins de plusieurs pièces lithiques. A toutes ces personnes nous présentons nos vifs remerciements.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABICHOU H., 2002** - *Les changements de paysages du Bassin-versant de l'oued Tataouin-Fessi (sud-est tunisien) : étude multiscalaire et micromorphologie des remplissages des sebkhas et études des états de surface*. Thèse de Doctorat, Université Michel de Montaigne-Bordeaux 3, Pessac, 376 p.
- BALLOUT L., 1955** - *Préhistoire de l'Afrique du Nord: essai de chronologie*. Arts et Métiers graphiques, Paris, 544 p.
- BEN AYED N., 1986** - *Evolution tectonique de l'avant pays de la chaîne alpine de Tunisie du début du Mésozoïque à l'actuel*. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud, Orsay, 328 p.
- BEN OUEZDOU H., 1983** - *Etude morphologique et stratigraphique des formations quaternaires dans les alentours du golfe de Gabès*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, Tunis, 220 p.
- BEN OUEZDOU H., 1986** - Essai de corrélation des formations quaternaires continentales et marines dans les alentours du golfe de Gabès. *Géodynamique*, 1 (2), 81-95.
- BEN OUEZDOU H., 1987** - Etude morphologique et stratigraphique des formations quaternaires dans les alentours du golfe de Gabès. *Revue des Sciences de la Terre*, 5, 1-165.
- BEN OUEZDOU H., 1994** - *La partie méridionale des steppes tunisiennes : étude géomorphologique*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences Humaines et Sociales de Tunis, Tunis, 577 p.
- BEN OUEZDOU H., ZOUARI H. & ELOUHAICHI L., 1999** - *Notice explicative de la feuille n° 75 et 83 de Gabès-Mareth à 1/100 000*. Office National des Mines, Tunis, 23 p.
- BEN OUEZDOU H. & ZOUARI K., 2007** - Le contexte géologique et géomorphologique du gisement moustérien de l'oued El Akarit. In J.-P. Roset & M. Harbi-Riahi (eds.), *El Akarit : un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Recherches sur les Civilisations, Paris, 339-352.
- BOUAZIS S., 1986** - *La déformation dans la plate-forme du sud tunisien (Dahar et Jeffara) : approche multiscalaire et pluridisciplinaire*. Thèse de Doctorat, Université de Tunis 2, Tunis, 180 p.
- BOUAZIS S., 1995a** - *Etude de la tectonique cassante dans la plate-forme et l'Atlas saharien (Tunisie méridionale) : évolution des paléo-champs de contrainte et implications géodynamiques*. Thèse de Doctorat, Faculté des Sciences de Tunis, 550 p.
- BOUAZIS S., 1995b** - *Notice de la carte géologique de Médenine et Kirchaou au 1/100 000*. Feuilles n° 92 & 100, Office National des Mines, Tunis, 30 p.
- BOUAZIS S., 1995c** - *Notice de la carte géologique de Ghomrassene au 1/100 000*. Feuille n° 99, Office National des Mines, Tunis, 16 p.
- BROSCHKE V.K.U. & MOLLE H. G., 1975** - Morphologische Untersuchungen im nordöstlichen Matmata-Vorland (nördliche Djeffara, Südtunesien). *Eiszeitalter und Gegenwart*, 26 (1), 218-240.
- CHAHBANI B., 1981** - *Recherches sur les modelés et les formations superficielles quaternaires de la dépression d'El Ferch (Monts de Matmata - sud tunisien)*. Mémoire de Maîtrise, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 86 p.
- CHAHBANI B., 1984** - *Contribution à l'étude de l'érosion hydrique des lèss des Matmata et la destruction des Jessour (Bassin Versant de l'Oued Demmer, Beni Khedech, sud tunisien)*. Thèse de Doctorat, Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne, Paris, 187 p.
- COQUER., 1962** - *La Tunisie présaharienne : étude géomorphologique*. Armand Colin, Paris, 476 p.

- COUDÉ-GAUSSSEN G., 1982** - Les poussières éoliennes sahariennes : mise au point. *Revue de Géomorphologie Dynamique*, **31** (2), 49-69.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., MOSSER C., ROGNON P. & TOURENQ J., 1982** - Une accumulation de loess du Pléistocène supérieur dans le sud tunisien : la coupe de Téchine. *Bulletin de la Société géologique de France*, **24** (2), 283-292.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., OLIVE P. & ROGNON P., 1983** - Datation de dépôts loessiques et variations climatiques à la bordure nord du Sahara algéro-tunisien. *Revue de Géologie Dynamique et de Géographie Physique*, **24** (1), 61-73.
- COUDÉ-GAUSSSEN G. & ROGNON P., 1983** - Les poussières sahariennes. *La Recherche*, **14** (147), 1050-1061.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., 1984** - Mise en place des basses terrasses holocènes dans les Matmata et leurs bordures (sud tunisien). *Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire*, **21** (1), 173-180.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., LE COUSTOMER M.N. & ROGNON P., 1984** - Paléosols d'âge pléistocène supérieur dans les Loess des Matmata (sud tunisien). *Sciences Géologiques. Bulletin*, **37** (4), 359-386.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., ROGNON P., RAPP A. & NIHLÉNT, 1987** - Dating of peridesert loess in Matmata, south Tunisia, by radiocarbon and thermoluminescence methods. *Zeitschrift für Geomorphologie*, **31** (2), 129-144.
- COUDÉ-GAUSSSEN G. & ROGNON P., 1988a** - The upper pleistocene loess of southern Tunisia: a statement. *Earth Surface Processes and Landforms*, **13** (2), 137-151.
- COUDÉ-GAUSSSEN G. & ROGNON P., 1988b** - Caractérisation sédimentologique et conditions paléoclimatiques de la mise en place de loess au Nord du Sahara à partir de l'exemple du sud tunisien. *Bulletin de la Société géologique de France*, **4** (6), 1081-1090.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., 1989** - Les poussières sahariennes et leur contribution aux sédimentations désertiques et péri-désertiques. Thèse d'Etat, Université Paris 6 Pierre et Marie Curie, Paris, 721 p.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., 1990** - The loess and loess-like deposits along the sides of the western Mediterranean sea: genetic and palaeoclimatic significance. *Quaternary International*, **5**, 1-8.
- COUDÉ-GAUSSSEN G., 1998** - Les loess péri-désertiques des Matmata (sud-est tunisien). *Géochronologie*, **65**, 12.
- DEARING J.A., LIVIGSTONE I.P. & ZHOU L.P., 1996** - A late Quaternary magnetic record of Tunisian loess and its climatic significance. *Geophysical Research Letters*, **23** (2), 189-192.
- DEARING J.A., LIVIGSTONE I.P., BATEMAN M.D. & WHITE K., 2001** - Palaeoclimate records from OIS 8.0-5.4 recorded in loess-palaeosol sequences on the Matmata Plateau, southern Tunisia, based on mineral magnetism and new luminescence dating. *Quaternary International*, **76/77**, 43-56.
- FONTES J.C., COQUE R., DEVER L., FILLY A. & MAMOU A., 1983** - Paléohydrologie isotopique de l'Oued el Akarit (sud Tunisie) au Pléistocène supérieur et à l'Holocène. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **43** (1-2), 41-62.
- FONTES J.C. & GASSE F., 1991** - PALHYDAF (Palaeohydrology in Africa) program: objectives, methods, major results. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **84** (1-4), 191-215.
- FONTUGNE M. & HATTÉ C., 2007** - Datation de l'occupation moustérienne de l'oued El Akarit. In J.-P. Roset & M. Harbi-Riahi (eds.), *El Akarit : un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Recherches sur les Civilisations, Paris, 353-356.
- GIRAUDI C., 2005** - Eolian sand in peridesert northwestern Libya and implications for Late Pleistocene and Holocene Sahara expansions. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **218** (1-2), 161-173.
- GRAGUEBA. & MTIMET A., 1989** - *La Préhistoire en Tunisie et au Maghreb*. Alif, Tunis, 102 p.
- MERCIER N., WENGLER L., VALLADAS H., JORONC J.-L., FROGET L. & REYSS J.-L., 2007** - The Rhafas Cave (Morocco): Chronology of the mousterian and atherian archaeological occupations and their implications for Quaternary geochronology based on luminescence (TL/OSL) age determinations. *Quaternary Geochronology*, **2** (1-4), 309-313.
- MTIMET A., 1984** - *Contribution à l'étude pédologique des limons des Matmata (sud tunisien)*. Thèse de Doctorat, Université Paris 6 Pierre et Marie Curie, 183 p.
- MTIMETA A., 1999** - *Atlas des sols tunisiens*. Ministère de l'Agriculture, Tunis, 165 p.
- PAGE W.D., 1972** - *The geological setting of the archeological site of Qued el Akarit*. Ph. D. dissertation, University of Colorado, Boulder, 111 p.
- PETIT-MAIRE N., BUROLLET P.F., BALLAIS J.L., FONTUGNE M., ROSSO J. C. & LAZAAR A., 1991** - Paléoclimats holocènes du Sahara septentrionale: dépôts lacustres et terrasses alluviales en bordure du Grand Erg Oriental à l'extrême sud de la Tunisie. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2, Mécanique, physique, chimie, sciences de l'univers, sciences de la terre*, **312** (13), 1661-1666.
- RAPP A. & NIHLÉN T., 1991** - Desert dust-storms and loess deposits in North Africa and South Europe. *Catena*, **20 suppl.**, 43-55.
- REGAYA K., 1984** - Les accumulations calcaires dans les limons de Matmata de la région de Gabès en Tunisie. *Sciences géologiques. Bulletin*, **37** (4), 387-398.
- REGAYA K., 1985** - Etude géologique de la formation des limons de Matmata (sud tunisien). *Revue des Sciences de la Terre*, **1**, 1-132.
- REIMER P.J., BAILLIE M.G.L., BARD E., BAYLISS A., BECK J.W., BLACKWELL P.G., BRONK RAMSEY C., BUCK C.E., BURR G.S., EDWARDS R.L., FRIEDRICH M., GROOTES P.M., GUILDERSON T.P., HAJDAS I., HEATON T.J., HOGG A.G., HUGHEN K.A., KAISER K.F., KROMER B., MC CORMAC F.G., MANNING S.W., REIMER R.W., RICHARDS D.A., SOUTHON J.R., TALAMO S., TURNEY C.S.M., VAN DER PLICHT J. & WEYHENMEYER C.E., 2009** - IntCal09 and Marine09 radiocarbon age calibration curves, 0-50,000 years cal BP. *Radiocarbon*, **51** (4), 1111-1150.
- REYSS J.-L., VALLADAS H., MERCIER N., FROGET L. & JORDON J.-L., 2007** - Application des méthodes de la thermoluminescence et des déséquilibres dans la famille de l'uranium au gisement archéologique d'El Akarit. In J.-P. Roset & M. Harbi-Riahi (eds.), *El Akarit : un site archéologique du Paléolithique moyen dans le sud de la Tunisie*. Recherches sur les Civilisations, Paris, 357-363.
- ROGNON P., 1976** - Essai d'interprétation des variations climatiques au Sahara depuis 40 000 ans. *Revue de Géographie Physique et de Géologie Dynamique*, **18** (2-3), 251-282.
- ROGNON P., 1987** - Late Quaternary climatic reconstruction for the Maghreb (North Africa). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **58** (1-2), 11-34.
- SWEZEY C., 1998** - The identification of eolian sands and sandstones. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences. Série 2. Sciences de la terre et des planètes*, **327** (8), 513-518.
- SWEZEY C., 2001** - Eolian sediment responses to late Quaternary climate changes: temporal and spatial patterns in the Sahara. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **167** (1-2), 119-155.
- VAUFREY R., 1969** - Préhistoire de l'Afrique. *Publications de l'Université de Tunis*, **4** (2), 1-458.
- ZOUARI K., 1988** - *Géochimie et sédimentologie des dépôts continentaux d'origine aquatique du Quaternaire supérieur du sud tunisien : interprétations paléohydrologiques et paléoclimatiques*. Thèse de Doctorat, Université Paris-Sud, Orsay, 216 p.
- ZOUARI K., GIBERT E. & CAUSSE C., 1998** - Radiocarbon and Th/U chronologies of humid episodes of Late Quaternary from Sahara. Selected sites of PALHYDAF Programme. In C. Causse & F. Gasse (eds.), *Hydrology and isotope chemistry*. ORSTOM, Paris, 177-195.