



**HAL**  
open science

## La Formation de la Mamora. Le point sur la question du Moulouyen et du Salétien du Maroc Nord-Occidental.

Pierre-Jean Texier, David Lefevre, Jean-Paul Raynal

### ► To cite this version:

Pierre-Jean Texier, David Lefevre, Jean-Paul Raynal. La Formation de la Mamora. Le point sur la question du Moulouyen et du Salétien du Maroc Nord-Occidental.. Quaternaire, 1993, 3 (2), pp.63-73. halshs-00004650

**HAL Id: halshs-00004650**

**<https://shs.hal.science/halshs-00004650>**

Submitted on 17 Sep 2005

**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.

## LA FORMATION DE LA MAMORA Le point sur la question du Moulouyen et du Salétien du Maroc Nord-Occidental

Jean-Pierre TEXIER\*, David LEFEVRE\*\* et Jean-Paul RAYNAL\*

### RESUME

La révision des coupes-types et l'étude de nouvelles stratigraphies de la «Formation de la Mamora» (Maroc nord occidental) nous conduisent à rejeter l'existence du néo-stratotype du Moulouyen et du stratotype de Salétien, considérés comme les deux premiers étages continentaux du Quaternaire marocain. En effet, les dépôts ayant servi à leur définition correspondent en grande partie à des altérites non remaniées, pédogénisées (Moulouyen) et localement ferruginisées (Salétien) de formations pliocènes. En revanche, la partie supérieure de cette formation, constituée de dépôts colluviaux et éoliens, a enregistré toute une série d'événements morpho-pédo-sédimentaires pléistocènes. Deux unités principales peuvent y être distinguées: des sables beiges de couverture, d'origine éolienne et datés de 28 à 10 Ka; un complexe de sables et argiles rouges panachés dont l'âge peut aller du début du Pléistocène moyen à la partie supérieure du dernier cycle climatique.

**Mots-clés:** Maroc nord-occidental, Pliocène, Pléistocène, stratigraphie, stratotypes, Moulouyen, Salétien, enregistrements, paléoenvironnements.

### ABSTRACT

#### THE MARMORA FORMATION. THOUGHTS ON THE MOULOUYAN AND SALETIAN STAGES OF NORTH-WESTERN MAROCCO.

The revision of classic stratigraphic sections of the Mamora region (Northwestern Morocco) and the study of new exposures located in the same area show that the first two continental stages of the Moroccan Quaternary are incorrectly identified and that the terms of «Moulouyan» and «Saletian» must be rejected. Deposits used for their definition are in fact *in situ* Pliocene sediments which are weathered (=«Moulouyan») and locally ferruginised (=«Saletian»).

In contrast, the upper part of the «Mamora Formation», consisting of colluvial and eolian deposits, is of Pleistocene age and has recorded several morpho-pedological events. Two main stratigraphic units can be distinguished: 1) a sheet of light brown eolian sands («sables beiges» of the terminology) dated between 28 and 10 Ky, and 2) a sedimentary complex of streaked red sands and clays. This last unit can be approximately dated between the beginning of the Middle Pleistocene and the upper part of the last climatic cycle.

**Key-words:** North-Western Morocco, Pliocene, Pleistocene, stratigraphy, stratotypes, Moulouyan, Saletian, records, environments.

### 1 - INTRODUCTION

Les plateaux formant la terminaison septentrionale de la Meseta marocaine sont recouverts par une formation sablo-argileuse rouge connue sous le nom de «Formation de la Mamora».

Interprétée comme un épandage fluvial rubéfié ravinant les formations moghrébiennes sous-jacentes, la «Formation de la Mamora» a été rapportée au

Moulouyen (Choubert, 1957-65a; Gigout, 1958, 1960; Gigout et Raynal, 1957, 1959), premier «pluvial-étage» de la stratigraphie du Quaternaire continental marocain (Choubert *et al.*, 1956). En divers points de la région, elle a fourni des industries préhistoriques considérées comme très anciennes (Biberson, 1961). Le site de Douar Doum, près de Rabat, aujourd'hui inaccessible, a été proposé pour définir le néo-stratotype du Moulouyen pour la région atlantique (Biberson, 1971). Pour

\* Institut du Quaternaire, URA 133 du C.N.R.S., Université de Bordeaux I, Avenue des Facultés, F-33405 TALENCE Cedex.

\*\* Laboratoire de Géomorphologie et d'Etude du Quaternaire, Université des Sciences et Technologies de Lille, F-59655 VILLENEUVE D'ASCQ Cedex.

\*\*\* Mission paléontologique et préhistorique française au Maroc.

les auteurs, le Moulouyen est un étage correspondant soit au Villafranchien supérieur (Choubert, 1957-65a; Gigout, 1958, 1960; Gigout et Raynal, 1957, 1959; André et Beaudet, 1967; Beaudet *et al.*, 1967; Beaudet, 1971), soit au Villafranchien moyen (Biberson, 1961, 1971; Choubert, 1965).

Le Coz (1964) interprète les différents niveaux observés en Mamora comme des sous-étages du Villafranchien: à la base, formation argilo-sableuse à galets du Villafranchien inférieur; puis sables rouges du Villafranchien moyen et, au sommet, sables argileux tachetés du Moulouyen; les sables superficiels résulteraient de remaniements post-villafranchiens.

En revanche, Faraj (1963) puis Lepoutre (1966-68) ne distinguent que deux ensembles: un ensemble inférieur sablo-argileux rouge correspondant à des sols développés sur les grès dunaires, et un ensemble supérieur sableux beige, d'épaisseur variable, d'origine éolienne pour Faraj, fluviale pour Lepoutre.

Saaidi (1974) y reconnaît également deux ensembles: à la base, la Formation Rouge *sensu stricto*, qu'il interprète comme un dépôt marin datant du Miocène et du Plio-Quaternaire, rubéfié sous un climat chaud et humide au cours du Villafranchien moyen et supérieur; au sommet, une couche sableuse beige, d'âge fini ou post-villafranchien, provenant d'anciennes plages émergées et remaniées par le vent.

Localement, sur le plateau de Salé, une nappe de galets fortement ferruginisée ravinant la «Formation de la Mamora» (le Moulouyen) a été retenue comme le stratotype du Salétien (Choubert *et al.*, 1956). Les sables beiges superficiels à pisolithes ferrugineux ont été interprétés comme ses équivalents latéraux (André et Beaudet, 1967; Beaudet, 1969). Le Salétien représenterait le «premier pluvial quaternaire post-villafranchien» (Choubert *et al.*, 1956; Choubert, 1957-65a; Beaudet, 1969, 1971). Les formations salétiennes, qui ont livré des objets préhistoriques attribués au «Chélléen» (Chou-

bert et Roche, 1956) ou au «Pré-Acheuléen évolué» (Biberson, 1961) sont en revanche rapportées au Villafranchien supérieur par Biberson (1961, 1971) et Choubert (1965).

La signification et la place des étages Moulouyen et Salétien dans la stratigraphie du Quaternaire continental marocain ont fait l'objet de controverses. Celles-ci furent compliquées du fait de l'utilisation par les auteurs du terme Villafranchien, dans le sens chronostratigraphique d'étage intercalé entre le Pliocène et le Pléistocène/Quaternaire, mais avec des acceptions très variées pour ce qui concerne les limites, et non dans le sens d'associations faunistiques (Lhénaff Ed., 1983).

Les travaux réalisés dans le cadre de la Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc nous ont amené à réexaminer ces formations régionales. Il est rapidement apparu que les diverses interprétations proposées ne s'accordaient ni avec une analyse pédo-stratigraphique fine des coupes-types, ni avec les caractéristiques des assemblages archéologiques identifiés à différents niveaux dans ces dépôts.

Une révision d'ensemble s'imposait donc pour déterminer la part respective des processus sédimentaires et pédologiques intervenus lors de la mise en place de cette couverture et tenter de situer chronologiquement les différents événements identifiés.

Les premiers résultats ont montré que ces formations étaient polygéniques et complexes, leur histoire se déroulant tout au long du Quaternaire (Texier *et al.*, 1982; Raynal *et al.*, 1982; El Hajraoui *et al.*, 1984; Texier *et al.*, 1984; Raynal *et al.*, 1985).

L'avancement des travaux permet aujourd'hui de faire un point d'ensemble, de proposer une interprétation plus approfondie des différents processus morpho-pédo-sédimentaires et d'en tirer les conséquences du point de vue de la stratigraphie du Quaternaire continental marocain.

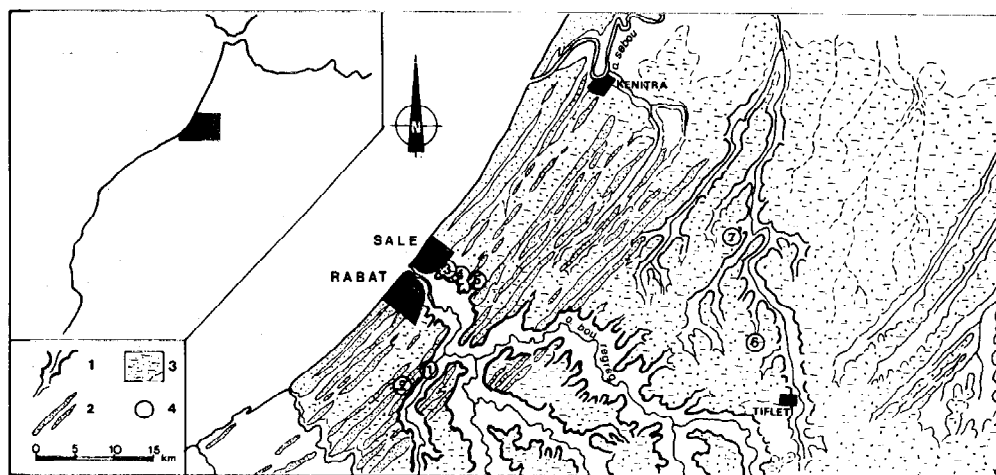


Fig. 1: La Mamora. Localisation et cadre géomorphologique. 1: versants de vallées, 2: morphologie en cordons dunaires, 3: formations sableuses et sablo-argileuses de couverture (Formation de la Mamora), 4: sites étudiés ou mentionnés: 1: Argoub el Hafid, 2: Chaperon Rouge I et II, 3: Salé-carrefour, 4: Salé-Aïn es Saâ, 5: Salé-Bayleville, 6: Daya el Hamra, 7: Tardigout er Rhala.

Fig. 1: The Mamora region. Location and geomorphological context. 1: valley slopes, 2: dune morphology, 3: sandy and sandy-clay cover beds (Mamora Formation), 4: sites: 1: Argoub el Hafid, 2: Chaperon Rouge I et II, 3: Salé-carrefour, 4: Salé-Aïn es Saâ, 5: Salé-Bayleville, 6: Daya el Hamra, 7: Tardigout er Rhala.

## 2 - CADRE GEOGRAPHIQUE ET GEOLOGIQUE

D'une superficie de 2 300 km<sup>2</sup>, la Mamora est un vaste plateau situé à la limite septentrionale de la basse Meseta (fig. 1). Dans sa partie occidentale, elle est constituée d'une succession de rides et de dépressions allongées selon un axe SW-NE, parallèlement au littoral. Ces ondulations s'atténuent vers l'est et passent à un plateau dont la surface relativement plane s'abaisse progressivement vers le nord en direction de la plaine du Gharb. Le réseau hydrographique, encaissé dans d'étroites vallées, épouse ce modelé et s'organise en éléments également orientés SW-NE.

La région qui appartient au domaine du climat océanique, à la limite des étages sub-humide, le long du littoral, et semi-aride, est marquée par un gradient d'aridité croissant vers l'est. Elle est recouverte par une chênaie à *Quercus suber* en peuplement pur, avec *Pinus mamorensis* épars et *Genista linifolia* en sous-bois (Lepoutre, 1966).

Absente sur une étroite frange côtière, la «Formation de la Mamora» repose sur un substratum classiquement désigné sous le terme de «Moghrébien» (Choubert, 1957-65b). Celui-ci est composé principalement de calcarénites bioclastiques ou de conglomérats à matrice calcaire correspondant à des environnements littoraux et fluvio-deltaïques (Cirac, 1985). Localement, notamment sur le plateau de Salé, s'intercale vers le haut de la série, un banc d'argiles blanches à débit polyédrique, de 2 à 2,5 m d'épaisseur. La base de la série correspond à la «dalle moghrébiennne» des auteurs, banc de grès grossiers, biodétritiques, parfois lumachelliques, épais de 0,5 m à 1 m, de faciès marin littoral, qui appartient à la biozone à *Globorotalia crassaformis*, d'âge Pliocène moyen (Wernli, 1978).

## 3 - MATERIAUX ET METHODES

L'étude a porté sur un certain nombre de coupes types réparties dans trois secteurs de la Mamora: le plateau de Rabat, le plateau de Salé et le plateau de Tiflet (fig. 1). Celles-ci comprennent non seulement les stratigraphies classiques (Salé-Ain Saâ, Tardiguet-er-Rhala), mais aussi d'autres coupes susceptibles d'apporter un éclairage nouveau sur les problèmes posés par ces formations régionales.

Nous avons appliqué les règles formelles de la lithostratigraphie et de la chronostratigraphie (Hedberg, 1976) aux séquences sédimentaires quaternaires (Rat, 1980). Pour ce qui concerne les termes Pléistocène et Pliocène nous nous référons aux sens, limites et subdivisions définis par Bonifay (1975) et Texier *et al.* (1985).

Les méthodes utilisées sont principalement descriptives: morphologiques, litho-pédo-stratigraphiques et micromorphologiques. Les lames minces ont été décrites suivant la terminologie définie par Büllcock *et al.* (1985). Des données provenant de travaux antérieurs (Texier *et al.*, 1984; El Hajraoui, 1985; Aberkan, 1989; Lefèvre *et al.*, 1991) ont également été utilisées.

Par ailleurs, des datations numériques (Texier *et al.*, 1988; Texier et Raynal, 1989; Rhodes, 1990; Smith *et al.*, 1990; Raynal *et al.*, 1992) et les éléments archéologiques inclus dans les formations étudiées (sites de Chaperon Rouge I et II, de Daya-el-Hamra, PK 13 de la route Rabat-Tiflet, Coupe Aloua près de Tiflet) ont fourni un certain nombre de repères chronologiques.

## 4 - DONNEES STRATIGRAPHIQUES

### 41 - PLATEAU DE RABAT

Deux coupes types, le Chaperon-Rouge I et II, ont été étudiées dans la partie sud-ouest du plateau de la Mamora, au sud de Rabat. Distantes, l'une de l'autre d'environ 2 km, elles ont été réalisées sur des sites préhistoriques ayant fait l'objet de fouilles (Texier *et al.*, 1982; Texier, 1985-86) et de datations numériques (*op. cit.*).

Dans cette zone, les formations superficielles comprennent la succession stratigraphique suivante, de haut en bas (fig. 2):

1 - Sables moyens à fins (Md entre 130 et 150  $\mu$ m) de couleur brun pâle, bien classés et comportant un pourcentage appréciable de grains ronds mats (20 à 30 %). Epaisseur: 0,5 à 2-3 m. Structure particulière à massive. Vers la base, apparition de minces bandes plus argileuses (horizon I Bt), de couleur brun-rouge (2,5 YR 4/4).

A Chaperon-Rouge I, ces dépôts reposent directement sur des calcarénites moghrébiennes par l'intermédiaire d'un horizon Béta.

A Chaperon-Rouge II, le contact avec les couches sous-jacentes est net, ondulé, parfois souligné par des éléments grossiers.

2 - Sables argileux de couleur jaune-rouge (5 YR 4/8 à 7/6). Epaisseur moyenne 0,15 m. Structure prismatique très grossière. Présence de revêtements argileux peu exprimés de couleur brun-rouge (2,5 YR 4/4 à 5/8) et de sables de la couche 1 dans des biotubules. Limite inférieure nette.

Cette couche passe parfois latéralement à des structures ravinantes à remplissage complexe, de profondeur inférieure au mètre et de largeur supra-métrique. L'une d'elles dont la base est soulignée par des pisolithes ferrugineux remaniés comporte de haut en bas les niveaux suivants:

- Niveau sablo-argileux, épaisseur 0,40-0,50 m, rouge et massif au sommet, puis panaché, rouge, jaune et gris clair avec des traces de bioturbations et, à la base, jaune et gris clair avec litage sub-horizontale visible localement;

- Lentille argileuse d'épaisseur centimétrique et à débit finement polyédrique;

- Niveau massif, sablo-argileux. Epaisseur 0,30 m. Couleur jaune au sommet devenant progressivement rouge vers la base.

3 - Sables argileux. Puissance observée 2,00 à 3,50 m. On y distingue les horizons suivants:

- IIB21t: Bariolé, à couleurs dominantes rouge sombre (2,5 YR 4/8) et brun vif (7,5 YR 5/8). Epaisseur 0,15 m. Structure polyédrique nette, fine. Limite inférieure distincte.

- IIB22tg: Structure prismatique moyenne. Epaisseur 0,25 m. Unités structurales de couleur rouge sombre (2,5 YR 4/8) à l'intérieur et brun vif (7,5 YR 5/8) vers l'extérieur; sur les faces de ces unités, revêtements argileux rouge-jaune (5 YR 4/8). Existence de traînées verticales gris-clair (5 YR 7/1), larges de quelques centimètres, indépendantes de la structure et renfermant des revêtements argileux rouges (2,5 YR 4/6). Limite inférieure graduelle.

- IIB23tg: Structure prismatique grossière. Epaisseur 0,65 m. Couleur rouge sombre (2,5 YR 4/8) dominante, brun vif (7,5 YR 5/8) sur quelques faces d'unités; revêtements argileux rouge-jaune (5 YR 4/8) aussi abondants qu'en B22t. Traînées verticales gris clair (5 YR 7/1) plus abondantes et plus épaisses, renfermant

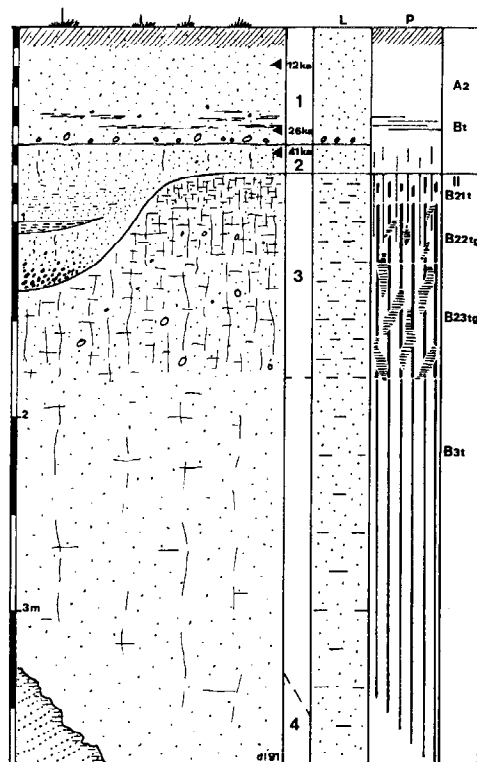


Fig. 2: Litho-pédostratigraphie de la coupe de Chaperon Rouge II.  
Légende des figurés utilisés dans les différentes coupes: 1: éléments grossiers, 2: sables, 3: sables argileux, 4: argile, 5: structure polyédrique, 6: str. prismatique, 7: str. massive, 8: horizon organo-minéral, 9: illuviation en bandes, 10: volumes argiliques jaunes ou ocre, 11: vol. argiliques rouges, 12: vol. réduits, 13: pisolithes, 14: vol. pétroferrique.

Fig. 2: Litho-pedo-stratigraphical section of Chaperon Rouge II. 1: pebbles-gravels, 2: sands, 3: clayey sands, 4: clay, 5: polyedric structure, 6: prismatic str., 7: massive str., 8: organo-mineral horizon, 9: band illuviation, 10: yellow argillic volumes, 11: red argillic vol., 12: redoxic vol., 13: pisolithes, 14: petro-ferric vol.

également des revêtements argileux rouges (2,5 YR 4/6) et toujours indépendantes des taches brun vif et de la structure prismatique. Limite inférieure distincte.

- II B 3 t: Visible sur une épaisseur pluri-décimétrique. Couleur rouge-jaune (5 YR 4/8). Structure massive. Existence de nombreuses dendrites noires au sommet de l'horizon.

Le contact de l'horizon argilique avec les grès calcaires moghrébiens (4) est très irrégulier, de type karstique. On observe des poches de dissolution profondes de plusieurs mètres, séparées par des chicots carbonatés encore cohérents. Le passage des sables argileux aux grès calcaires se fait par l'intermédiaire d'un horizon à plages calcaires déjà pénétrées par la matrice argileuse rouge.

Localement, la structure prismatique de la couche 3 est déformée en éventail. Ce type de déformation est systématiquement associé à des soutirages des sables de surface susceptibles d'atteindre plusieurs mètres.

#### 42 - PLATEAU DE SALE

Sur le plateau de Salé, les sables bruns à galets et pisolithes de la couche supérieure ont été rapportés au Salétien, les sables jaunes ou rouges sous-jacents au Moulouyen (Beaudet, 1969). Une coupe située près du carrefour de la route de Meknès, en haut de versant, permet d'observer de haut en bas la succession suivante (fig. 3):

1 - Sables friables, gris brun clair (10 YR 6/2) contenant de nombreux pisolithes ferrugineux et des galets dispersés dans la masse. Epaisseur 0,60 m. Contact inférieur brutal avec développement de petites glosses.

2 - Poches de largeur semi-métrique colmatées par des pisolithes ferrugineux inclus dans une matrice sablo-argileuse jaune brun (10 YR 6/6). Epaisseur variable jusqu'à 0,70 m. Structure à support clastique. Localement, pisolithes cimentés par un ciment ferrugineux. Limite inférieure nette.

3 - Sables argileux, dans lesquels on distingue deux horizons:

- II B2tg, jaune brun (10 YR 6/6). Epaisseur 0,70 m. Présence de petites taches rouges (10 R 4/6) à contours diffus et de traînées verticales gris clair. Structure polyédrique bien exprimée. Revêtements argileux jaune sur les faces structurales. Nombreuses concrétions ferrugineuses. Limite inférieure progressive.

- II B3tg, panaché, rouge (10 R 4/6), gris clair (5 Y 7/2) et jaune (10 YR 6/6). Epaisseur 0,35 m. Structure polyédrique grossière mal exprimée. Surstructure prismatique. Revêtements gris clair sur les faces structurales. Présence de petites concrétions ferrugineuses. Limite inférieure diffuse.

4 - Argile à structure prismatique très grossière. Revêtements gris clair sur les éléments structuraux. Couleur brun jaune (10 YR 6/6) et gris clair (5 Y 7/2). Ce faciès correspond au banc d'argiles blanches qui s'intercale à la partie supérieure des calcarénites «moghrébiennes»; le contact est visible dans la carrière voisine dite Salé-cote 62 m.

Dans la même région, à environ 1 km à l'est de Salé, se trouve la coupe classique d'Ain Es Sâa, stratotype du Salétien (Choubert et al., 1956). Les dépôts ferruginisés et indurés qui yaffleurent ont été distingués de la partie basale rapportée à la Formation de la Mamora et interprétés comme représentant un cycle sédimentaire plus récent (Gigout, 1960; Beaudet, 1969). Cependant, dans la mesure où nous n'avons identifié aucun critère objectif justifiant cette séparation, nous la traitons dans le même cadre que la Formation de la Mamora.

Elle est localisée à l'intérieur d'une légère dépression de largeur kilométrique qui s'ouvre vers le sud en direction de l'oued Bou Regreg. De haut en bas, on y observe (fig. 4):

1 - Galets dispersés dans une matrice ferruginisée

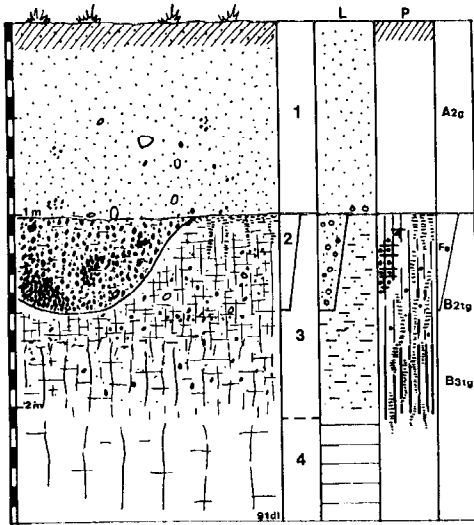


Fig. 3: Litho-pédostratigraphie de la coupe de Salé-carrefour.

Fig. 3: Litho-pedostratigraphical section of Salé-carrefour.

fortement consolidée brun jaune foncé. Epaisseur 0,25/0,30 m. Autour des galets, enrobement ferrugineux noir. Structure de type diamicton. Limite inférieure nette, régulière.

2 - Sables et galets siliceux organisés en lits à stratification entrecroisée du type cuillères emboîtées. Epaisseur visible sur 1,3 m. La dalle ferrugineuse (ferricrète) qui affecte la couche 1, se développe également sur 40 à 60 cm dans la partie supérieure de 2. Dans les niveaux les plus fins, la ferruginisation souligne le litage. Localement, des « racines » à forte imprégnation ferrugineuse peuvent s'enfoncer jusqu'à 1,50 m sous la surface actuelle. La transition avec la partie inférieure de la couche est progressive. Celle-ci présente sur un fond de couleur rouge, des traînées gris clair parallèles au litage et recoupées par des traînées verticales jaunes.

Quelques kilomètres plus à l'est, près de la ferme Bayleville, une coupe également située en haut de versant, montre la succession suivante (fig. 5):

1 - Sables gris brun clair, friables. Epaisseur 0,40 m.

Contact inférieur net, glossique.

2 - Sables argileux panachés rouges et jaune brun. Epaisseur 0,30 m. Structure massive. Limite inférieure franche, marquée par une surface durcie affectée par des petites fentes.

3 - Sables argileux, massifs, jaune brun. Epaisseur 0,70/0,80 m.

4 - Niveau de galets localement déformé et colmatant latéralement des petites dépressions de dimensions décimétriques à pluridécimétriques. Contact avec la couche inférieure de type érosif.

5 - Calcarénites altérées et pédogénisées, massives, cohérentes, comportant des diaclases sub-verticales colmatées par des dépôts ferro-manganiques. Couleur générale rouge et, vers le haut, larges traînées verticales jaune brun.

#### 43 - PLATEAU DE TIFLET

Le site de Daya el Hamra, situé au NW de Tiflet, a livré une abondante industrie paléolithique attribuée à l'Achéuléen (El Hajraoui, 1985).

C'est dans la partie orientale du gisement que les dépôts montrent une complexité maximale. On y observe de haut en bas la succession suivante (fig. 6):

1 - Sables fins à structure particulière. Epaisseur 0,35 m. Ils comprennent un horizon sommital légèrement organique de couleur brun jaune pâle (10 YR 6/4) et un horizon basal de couleur jaune (10 YR 7/6). Présence de concrétions ferrugineuses dispersées dans la masse ou concentrées en petites lentilles à la base de la couche. Limite inférieure nette, plane, à pendage faible (6°) vers l'ouest.

2 - Sables argileux. Ep. 0,05 m. Structure massive. Couleur jaune (10 YR 7/8). Limite inférieure nette, plane, à pendage concordant et identique à celui noté à la base de la couche 1.

3 - Argiles sableuses. Ep. 0,35 m. Structure prismatique moyenne. Couleur jaune (10 YR 7/8) et taches rouges très diffuses, devenant de moins en moins nombreuses vers le sommet. Présence de revêtements argileux brun vif (7,5 YR 5/6) sur les faces des agrégats. Limite inférieure du même type que celle des couches supérieures.

4 - Sables argileux, subdivisés en deux horizons:

4a-Bt: Ep. 0,30 m. Structure prismatique grossière. Couleur panachée: volumes jaunes dominant (10 YR 7/8) associés à des volumes rouges (2,5 YR 4/6 à 10 R 4/6) et gris clair (5 Y 7/2). Existence de revêtements jaunes (10 YR 7/6) et bruns (7,5 YR 5/4).

4b-Btg: Ep. 0,10 m. Compact à structure prismatique

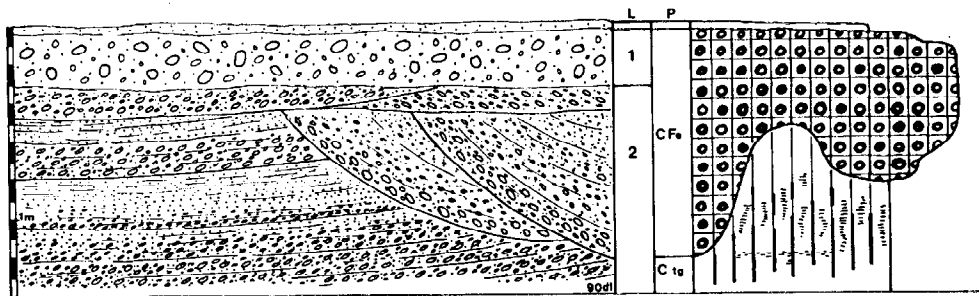


Fig. 4: Litho-pédostratigraphie de la coupe de Salé-Ain es Saa.

Fig. 4: Litho-pedostratigraphical section of Salé-Ain es Saa.

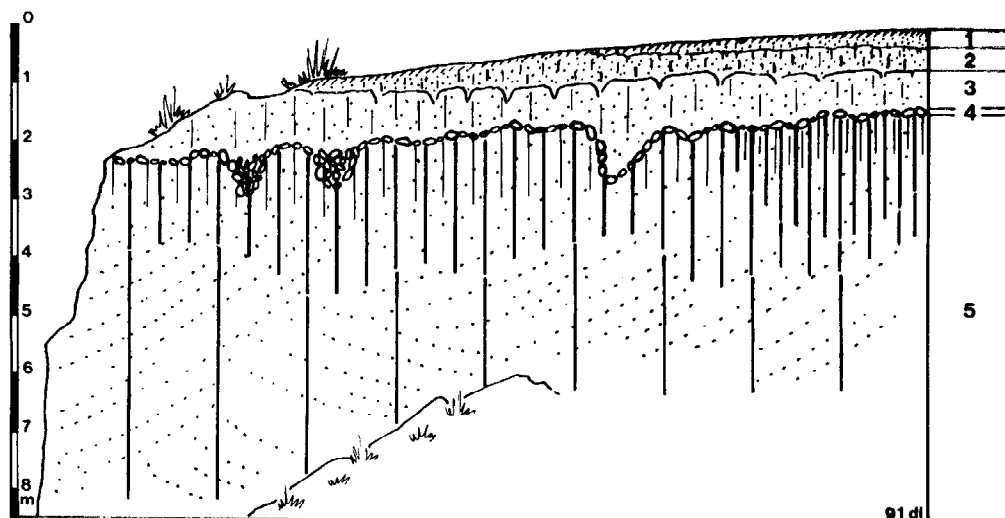


Fig. 5: Lithostratigraphie de la coupe de Salé-ferme de Bayleville.

Fig. 5: Litho-pedostratigraphical section of Salé-ferme de Bayleville.

très grossière. Volumes gris-clair (5 Y 7/2) dominant associés à des volumes jaunes. Présence de «slickensides» sur les faces des éléments structuraux. Limite basale brutale, régulière, plane avec un pendage moyen de 8°, soulignée de façon différentielle par l'érosion sur les parois des coupes.

5 - Sables argileux, subdivisés en deux horizons:

5a-Bt: Ep. 0,30 m. Très compact à structure polyédrique grossière. Fond rouge moins vif qu'en 5b, et taches gris-clair et jaunes. Dans les volumes gris-clair, existence de revêtements jaune pâle. Présence de pisolithes ferrugineux et de graviers dispersés dans la masse.

5b-Btg: Ep. 0,30 m. Structure prismatique bien développée. Couleur panachée, rouge (10 R 3/6), gris-clair (5 Y 7/3) et jaune (7,5 YR 7/8). Dans les volumes gris-clair développement de revêtements jaune pâle (5 YR 7/4). Limite inférieure brutale, régulière, plane avec un pendage de l'ordre de 7°, souligné par de petits graviers ou par un liseré gris-clair. Ce plan tronque également le substratum gréseux.

6 - Sables argileux. Epaisseur variable, jusqu'à 1,30 m. Horizon fortement induré à structure massive à prismatique grossière. Couleur rouge vif (10 R 4/8) avec apparition locale de taches gris-clair et jaune. Présence de revêtements rouges sur les faces structurales.

7 - Grès moghrébiens à litage entrecroisé, altérés.

La coupe de Tardiguet-er-Rahla est localisée à environ 2 km à l'est de la route Tiflet-Aïn Zohra. Très souvent citée dans la littérature, elle a fait l'objet d'études successives (Biberson *et al.*, 1958-59; Biberson, 1961; Saaidi, 1978; El Hajraoui, 1985; Aberkan, 1989). Des galets à enlèvements y ont été recueillis (Biberson *et al.*, *op. cit.*). Considérant ces objets comme étant d'origine anthropique, Biberson (1961) s'en sert pour définir le stade 1 de son Pré-Acheuléen. Par voie de conséquence, les dépôts auxquels ils sont associés sont attribués au Moulouyen.

La série stratigraphique comporte de haut en bas:

1 - Sables contenant des pisolithes ferrugineux dispersés dans la masse. Ep. moyenne 0,50 m. Structure

particulière. Couleur brun pâle (10 YR 6/4) à jaune pâle (10 YR 7/6). Limite inférieure brutale, rectiligne, faiblement inclinée.

2 - Sables plus ou moins argileux, de couleur jaune à la base (10 YR 6/4), visibles sur une douzaine de mètres, fossilifères (nombreux fossiles marins: Pectens, Balanes, dents de requin...) et entrecoupés par plusieurs niveaux de galets subhorizontaux (c'est de l'un d'eux que proviennent les objets attribués au Pré-Acheuléen par Biberson, 1961). Volumes supérieurs altérés et pédogénisés sur une épaisseur plurimétrique (8 m environ) comprenant au sommet un horizon jaune (10 YR 7/8) épais de 0,50 m et, à la base, un horizon rouge (10 R 4/8), conservant quelques fossiles plus ou moins bien conservés (Aberkan, 1989).

## 5 - INTERPRETATION - DISCUSSION

### 5.1 - RELATIONS PEDO-STRATIGRAPHIQUES ENTRE LA FORMATION DE LA MAMORA ET LE SUBSTRATUM «MOGHRÉBIEN»

Dans toutes les coupes étudiées, le contact entre les dépôts rubéfiés considérés comme appartenant à la «Formation de la Mamora» et les dépôts «moghrébiens» francs, est de nature pédologique. Il est généralement matérialisé par un front de décarbonation irrégulier comportant des poches plus ou moins profondes séparées par des chicots carbonatés encore cohérents.

D'autre part, rien ne permet de différencier sédimentologiquement deux unités stratigraphiques. Les structures sédimentaires conservées dans les formations rouges et/ou ferruginisées (Salé - Aïn Saa) sont les mêmes que celles du substratum «moghrébiens». D'ailleurs, certains lits caillouteux recoupent le front de décarbonation et peuvent être suivis de la roche cohérente aux altérites. Les cortèges minéralogiques et pétrographiques sont également très voisins.

Les seules différences constatées sont à mettre sur le compte de phénomènes pédogéniques s'exerçant *in situ* sur les formations «moghrébiennes»: décarbonation,

altération, rubéfaction, constitution d'un épais horizon argilique, ferruginisation. Les études micromorphologiques permettent de préciser que l'horizon argilique est complexe et polyphasé, et que la rubéfaction est liée aux argiles illuviales. De plus, au droit des poches de dissolution, les lits caillouteux hérités de la roche mère sont déformés et ployés en ondulations de largeur généralement métrique.

Par ailleurs, il a déjà été montré (Texier *et al.*, 1984) que le conglomérat servant de stratotype au Salétien correspondait en grande partie (c. 2 de Salé - Ain Saa) à la ferruginisation de la partie supérieure du «Moghrébien» à faciès deltaïque, préalablement décarbonaté et pédogénisé. Seule la partie tout à fait supérieure à structure diamicton (c. 1) peut être considérée comme une colluvion postérieure. La situation morphologique très spécifique de ce site (dépression large et peu profonde, située en bordure de plateau et ouverte vers la vallée du Bou Regreg) explique très vraisemblablement ce phénomène de cuirassement unique dans la région.

Dans un certain nombre de coupes (c. 2 de Tardiguet-er-Rahla et de Salé - Ain Saa, c. 5 de Salé - Bayleville), ces transformations sur place de dépôts «moghrébiens» constituent l'essentiel des formations moulouyennes ou salétiennes des auteurs. Eu égard à l'important volume de dépôts affecté par la pédogénèse (plusieurs mètres et même parfois plus de 10 m), il est probable que ces phénomènes représentent une importante tranche de temps.

D'autre part, la validité des témoignages «archéologiques», qui ont servi de «fossile directeur» pour séparer chronologiquement ces formations du substratum, est remise en cause (Raynal et Texier, 1989): les objets inclus dans la couche 2 (substratum «moghrébien» altéré) de Tardiguet (Biberson, 1961) sont vraisemblablement le résultat d'actions naturelles (enlèvements provoqués par l'entrechoquement des galets dans un

milieu littoral de haute énergie); ceux de Salé, récoltés hors contexte stratigraphique, proviennent sans doute des colluvions ferruginisées supérieures: ils appartiennent à des phases du Paléolithique nettement plus récentes que celles envisagées par Choubert et Roche (1956) ou Biberson (1971).

## 5.2 - LE CARACTERE POLYGENIQUE DE LA PARTIE SUPERIEURE DE LA FORMATION DE LA MAMORA

Les formations témoignant clairement de phénomènes sédimentaires post-«moghrébiens» n'atteignent au mieux que 2 à 3 m d'épaisseur à la partie supérieure de la «Formation de la Mamora». Les données obtenues tant sur le terrain qu'en lames minces montrent le caractère complexe et polyphasé de cette couverture qui a enregistré des phases de stabilité et d'instabilité morphologique ainsi que des événements de nature ubiquiste liés au fonctionnement du karst et à l'hydromorphie (Lefèvre *et al.*, 1991).

### \* Les phases d'instabilité morphologique

Elles se sont traduites par des phénomènes d'érosion et de sédimentation.

Les phénomènes d'érosion ont occasionné, à l'échelle de l'affleurement, des discontinuités intraformationnelles de plusieurs types:

- surfaces planes obliques (contact entre les différentes couches de Daya el Hamra, limite inférieure de la couche superficielle sableuse de Tardiguet-er-Rahla et de Chaperon-Rouge I et Chaperon-Rouge II),
- lits de galets (c. 4 de Salé-Bayleville),
- contacts ravinants pluridécimétriques à métriques généralement matérialisés par des graviers ou des pisolithes remaniés (c. 2 de Salé-Carrefour et de Chaperon-

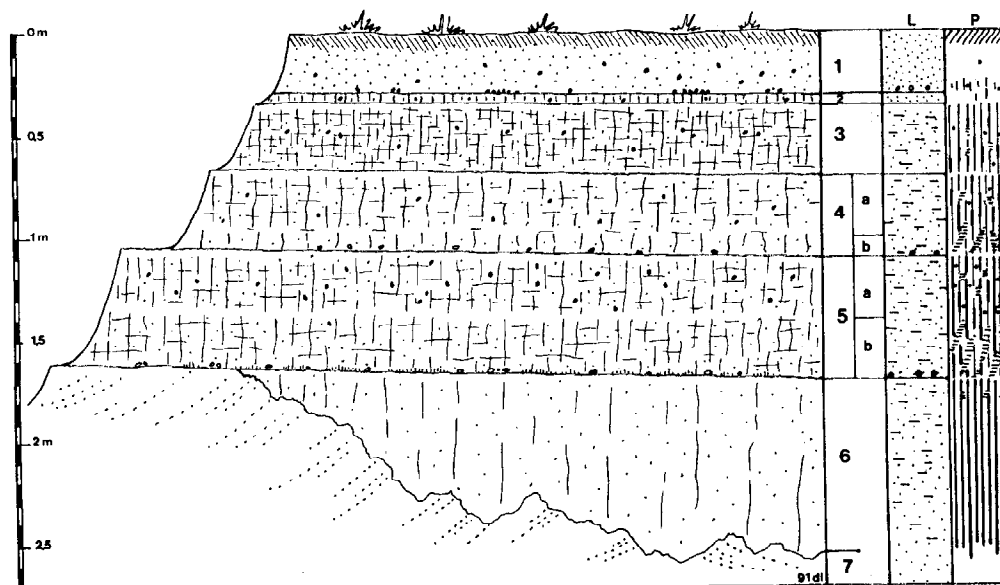


Fig. 6: Lithostratigraphie de la coupe de Daya el Hamra.

Fig. 6: Litho-pedostratigraphical section of Daya el Hamra.



Rouge II, localement c. 4 de Salé-Bayleville).

Ces différentes figures ont été interprétées respectivement comme des surfaces de déflation, des cailloutis résiduels, des rigoles et des chenaux (Lefèvre *et al.*, 1991).

Les strates qui constituent la partie supérieure de la «Formation de la Mamora» (c. 1 de Chaperon Rouge I et de Tardiguet, c. 1 et 2 de Chaperon Rouge II et de Salé-Carrefour, c. 1 de Salé-Ain Es Saa, c. 1 à 4 de Salé-Bayleville, c. 1 à 6 de Daya el Hamra) résultent très nettement de phénomènes d'accrétion. Ceux-ci mettent en jeu deux principaux types de dynamique sédimentaire: éolienne ou colluviale.

Ainsi, la couche la plus superficielle de Chaperon-Rouge I et II, de Tardiguet et de Daya-el-Hamra représente une formation régionale connue sous le vocable de «sables beiges». Or, il a été montré (Textier et Raynal, 1989) que ces derniers correspondaient à un épannage éolien de type goze, généralisé à tout le nord-ouest du Maroc. Ils se sont édifiés en contexte aride mais en présence d'une végétation éparsse qui a piégé les particules sédimentaires en transit et inhibé la formation de dunes. Le maintien d'une certaine activité biologique lors de leur formation est attesté par les chenaux observés en microscopie. Ces sables ont parfois été repris localement par colluvionnement (c. 1 de Salé-Bayleville et de Salé-Carrefour).

D'autres épisodes sédimentaires éoliens se sont manifestement produits antérieurement comme le montrent indirectement les surfaces de déflation qui délimitent les différentes couches de Daya-el-Hamra. Leur préservation ne peut en effet s'expliquer que si la recharge sédimentaire qui les sépare est elle-même de nature éolienne.

La dynamique colluviale est attestée d'une part par les sédiments associés aux structures ravinantes (*cf. supra*) et, d'autre part, par l'organisation générale des couches rouges et/ou jaunes les plus superficielles. En effet, celles-ci présentent une épaisseur toujours plus importante en bas de versant et dans les creux. Le ruissellement diffus ou concentré représente le mécanisme sédimentaire le plus évident. Néanmoins, l'intervention de phénomènes du type coulées boueuses ou flots de débris demeure très probable même si ceux-ci n'ont pas été démontrés avec certitude jusqu'à présent.

A l'échelle microscopique, on trouve des témoignages de ces phases de remaniement notamment sous la forme de papules et de traits texturaux grossiers dans les vides et les chenaux.

Phénomènes d'érosion et d'accrétion sont à mettre en relation avec un éclaircissement notable du couvert végétal. Ils suggèrent le développement d'un environnement à tendance aride, surtout lors de la mise en place des «sables beiges» sommitaux.

#### \* Les phases de stabilité morphologique

Ces dépôts sont affectés par des sols de type lessivé rouges et jaunes. En lames minces, ils se caractérisent par des ferriargilanes soit hyalins et finement microlités, soit plus ou moins poussiéreux. Classiquement, la rubéfaction est mise en relation avec un climat contrasté comportant une saison sèche bien marquée (Fédoroff et Courty, 1987), à l'inverse du jaunissement où les oxydes de fer n'ont pas subi de déshydratation. Ces pédogénèses attestent de phases de stabilité morphologique et sont liées à une couverture végétale bien développée (Fédoroff et Tursina, 1984).

Le nombre d'épisodes rouges lessivés enregistrés est

variable selon les sites étudiés. Cependant, quelle que soit la coupe considérée, le sol lessivé jaune se place systématiquement après la dernière phase rouge lessivée et avant le dépôt des «sables beiges» de couverture.

#### \* Les phénomènes ubiquistes

Outre celles déjà mentionnées dans la partie inférieure de la «Formation de la Mamora» (*cf.* 5.1), des déformations de plus ou moins grande ampleur ont également affecté les couches superficielles: soutirages des «sables beiges» au Chaperon Rouge I et II, déformations en éventail de la structure prismatique du sol lessivé sous-jacent. Ces événements témoignent manifestement de la poursuite de l'évolution du karst sous-jacent jusqu'à des périodes très récentes.

D'autre part, un certain nombre de caractères, comme le développement de volumes gris clair et les ferruginisations, sont liés à l'intervention de phases d'hydromorphie dont il est difficile de dire *a priori* si elles résultent de conditions stationnelles (colmatage des profils, zones de confinement) ou d'événements climatiques régionaux. Le cuirassement ferrugineux (ferricrète) d'Ain es Saâ est, quant à lui, lié à une situation morphologique particulière.

### 5.3 - LA REALITE DE CYCLES PEDO-SEDIMENTAIRES

Les phases de stabilité et d'instabilité morphologique dont témoigne cette partie supérieure de la «Formation de la Mamora» posent le problème de l'existence de cycles pédo-sédimentaires répétitifs.

Or, pour certains sites (Daya-el-Hamra, Chaperon-Rouge II), il apparaît que les phases sédimentaires et pédologiques ne se développent pas de manière aléatoire mais s'ordonnent de manière cyclique de la façon suivante: sol lessivé - hydromorphie - érosion et colluvionnement ou dépôt éolien (El Hajraoui *et al.*, 1984; El Hajraoui, 1985; Raynal *et al.*, 1985; Lefèvre *et al.*, 1991). Le caractère répétitif de cette séquence événementielle laisse supposer une commande climatique: climat tempéré humide avec (sol rouge) ou sans (sol jaune) saison sèche marquée, devenant ensuite plus humide (hydromorphie), puis évoluant vers des conditions plus ou moins arides (érosion et remaniement des dépôts plus anciens par colluvionnement et/ou par déflation).

Cependant, l'enregistrement de ces séquences paraît étroitement lié aux conditions stationnelles et, par conséquent, leur nombre varie d'un site à l'autre.

### 5.4 - ELEMENTS DE CHRONOLOGIE

En ce qui concerne la partie supérieure de la «Formation de la Mamora», nous disposons actuellement d'un certain nombre de repères chronologiques. Les datations numériques par TL et OSL obtenues sur les «sables beiges» (Textier *et al.*, 1988; Rhodes, 1990; Smith *et al.*, 1990; Raynal *et al.*, 1992) ainsi que les industries préhistoriques (Atérien supérieur, Ibéromaurusien) qu'ils contiennent permettent de situer leur édification entre 28 et 10 Ka environ (Textier et Raynal, 1989).

D'autre part, la couche 2 du Chaperon-Rouge II a été datée par OSL de 41,1 +/- 6.1 Ka (Rhodes, *op. cit.*). Le sol jaune lessivé est donc plus ancien puisqu'il est remanié par cette phase colluviale.

Enfin, les dépôts antérieurs à cette phase jaune ont livré de l'Acheuléen (c. 3 de Daya-el-Hamra) et des industries paléolithiques à *choppers* et *chopping tools* (c.

3 de Chaperon-Rouge II) qu'il n'est pas possible de qualifier avec précision. Ces assemblages archéologiques peuvent donc se situer à l'intérieur d'une période allant du dernier Interglaciaire au début du Pléistocène moyen, vers 700-800 Ka (âge des plus anciens témoignages certains de la présence humaine au Maroc, Raynal et Texier, 1989).

La partie inférieure de la «Formation de la Mamora» représente indubitablement la partie altérée et pédogénisée des formations «moghrébiennes». Les éléments paléontologiques associés à ces formations permettent de leur attribuer un âge Pliocène moyen à Pliocène supérieur: la base de la série, connue sous le terme de «dalle moghrébienne», appartient en effet à la biozone à *Globorotalia Crassaformis* d'âge Pliocène moyen (Wernli, 1978). D'autre part, les faciès fluvi-deltaïques supérieurs ont fourni (gisements de l'Oued Fouarat et de l'Oued Akrech-Argoub el Hafid) une faune de type Villafranchien inférieur à Mastodonte, Hipparion et Eléphant (Arambourg et Choubert, 1965) et peuvent donc être considérés comme d'âge Pliocène supérieur.

## 6 - CONCLUSIONS

Nous n'avons retrouvé aucun témoignage de l'épandage fluviatile des auteurs, censé représenter le Moulouyen régional. En fait, la plus grande partie de la «Formation de la Mamora» correspond à la partie supérieure altérée et pédogénisée des formations «moghrébiennes». De même, le stratotype du Salétien (coupe de Salé-Ain Saa) correspond uniquement à une ferruginisation locale de ces altérites, développée dans un faciès conglomératique et liée à des conditions sta-

tionnelles.

La définition des termes chronostratigraphiques «Moulouyen» et «Salétien» repose donc sur une interprétation erronée des faciès (confusion entre faciès d'altération et formation sédimentaire). N'exprimant pas une réalité stratigraphique, ils doivent être abandonnés.

En revanche, la partie supérieure de la «Formation de la Mamora» peut être distinguée des altérites de la partie basale. Elle résulte en effet de remaniements colluviaux et éoliens et a enregistré toute une série d'événements morpho-pédo-sédimentaires.

Deux unités stratigraphiques peuvent y être distinguées (Tab. 1). Nous proposons de désigner:

- sous le terme de **Formation des sables beiges de couverture**, les sables éoliens de couleur claire, datés de 28 à 10 Ka.

- sous celui de **Formation des sables et argiles rouges panachés de la Mamora**, les formations résultant de mécanismes pédo-sédimentaires complexes et dont l'âge peut s'étaler du Pléistocène supérieur (à partir du début du dernier cycle climatique) au début du Pléistocène moyen.

Le site de Chaperon Rouge (I et II) peut être retenu comme stratotype de la Formation des sables beiges de couverture. La complexité de la Formation des sables et argiles rouges panachés de la Mamora et la variabilité des enregistrements nous conduisent à choisir pour cette formation un double stratotype représenté par les sites de Chaperon Rouge et Daya el Hamra.

Dans ce même esprit, nous proposons de remplacer les termes d'Argoubien (Biberson, 1971) et de Fouar-tien (Stearns, 1978) qui désignaient les formations détri-

TERMINOLOGIE CLASSIQUE	LITHOSTRATIGRAPHIE		ELEMENTS DE CHRONOLOGIE	CHRONO-STRATIGRAPHIE	
	PEDOLOGIE	LITHOLOGIE			
SALETIEN Villafranchien supérieur MOULOUYEN Villafranchien moyen			F. des Sables beiges de couverture	- 13 Ka ibéromaurusien - 28 Ka Atérien sup. - 41 Ka	PLEISTOCENE SUPERIEUR
			F. des Sables et Argiles rouges panachés de la Mamora	Industries acheuléennes et sur galets	PLEISTOCENE MOYEN
MOGHREBIEN			F. d'Argoub el Hafid	Faune à mammifères du Villafranchien inférieur(1)	PLEIST. INF.  PLIOCENE SUPERIEUR
Dalle moghréb			Biozone à <i>Glob. crassaformis</i> (2)	PLIOCENE MOYEN	

Tab. 1: Lithostratigraphie et chronologie des formations plio-pléistocènes de la région de la Mamora et de Rabat-Salé. (1) d'après les travaux d'Arambourg et Choubert, (2) d'après les travaux de Wernli. Remarque: ce tableau ne comprend pas les formations marines et littorales pléistocènes de la frange littorale.

Tab. 1: Lithostratigraphy and chronology of Plio-Pleistocene Formation of the Mamora and Rabat-Salé region. (1) from Arambourg and Choubert, (2) from Wernli. Marine and littoral pleistocene formations of littoral area are not included in this table.

tiques du substratum reposant sur la « dalle moghré-bienne », par celui de Formation d'Argoub el Hafid. Nous admettons son stratotype à la localité d'Argoub el Hafid, dans la vallée de l'oued Akrech et son âge Pliocène supérieur (Stearns, 1978).

Le Pléistocène inférieur correspond à une lacune sédimentaire. La puissante altération antérieure à la Formation des sables et argiles rouges panachés de la Mamora et affectant la Formation d'Argoub el Hafid et dont l'âge est compris entre le Pléistocène moyen et le Pliocène supérieur, peut, en partie, lui être rapportée.

#### REMERCIEMENTS

Les travaux de terrain ont été réalisés dans le cadre de la Mission préhistorique et paléontologique française au Maroc et financés par le Ministère des Affaires Étrangères. Ils ont été facilités par l'aide apportée sur place par les Autorités marocaines de tutelle (Ministère de la Culture, INSAP) et par le Service culturel de l'Ambassade de France. Parmi le personnel de ce service, nous tenons à remercier plus particulièrement madame D. Penot pour son efficacité et son appui amical. Nous sommes également reconnaissant à monsieur J. Sommé de sa lecture critique du manuscrit et de ses suggestions avisées qui ont contribué à l'amélioration du texte présenté ici.

#### BIBLIOGRAPHIE

- ABERKAN, M., 1989 - *Etude des formations quaternaires des marges du bassin du Rharb (Maroc nord occidental)*. Thèse, Université de Bordeaux 1, 290 p.
- ANDRE, A. et BEAUDET, G., 1967 - Observations nouvelles sur les dépôts quaternaires des environs de Rabat. *Rev. Géogr. Maroc*, 11, 77-98.
- ARAMBOURG, C. et CHOUBERT, G., 1965 - Les faunes de Mammifères de l'étage Moghrébien du Maroc occidental. *Notes Serv. géol. Maroc*, 25, 185, 29-33.
- BEAUDET, G., MAURER, G., RUELLAN, A., 1967 - Le Quaternaire marocain. Observations et hypothèses nouvelles. *Rev. Géogr. Phys. Géol. Dyn.*, IX, 4, 269-310.
- BEAUDET, G., 1969 - *Le Plateau central marocain et ses bordures. Etude géomorphologique*. Imframat, Rabat, 478 p.
- BEAUDET, G., 1971 - Le Quaternaire marocain: état des études. *Rev. géogr. Maroc*, 20, 3-55.
- BIBERSON, P., 1961 - Le cadre paléogéographique de la préhistoire du Maroc atlantique. *Publ. Serv. Aniq. Maroc*, 16, Rabat, 235 p.
- BIBERSON, P., 1971 - Essai de redéfinition des cycles climatiques du Quaternaire continental du Maroc. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1, 3-13.
- BONIFAY, E., 1975 - L'Ere quaternaire: définition, limites et subdivisions sur la base de la chronologie méditerranéenne. *Bull. Soc. Géol. Fr.*, 17, 380-393.
- BULLOCK, P., FEDOROFF, N., JONGERIUS, A., STOOPS, G., TURSINA, T. et BABEL, U., 1985 - *Handbook for soil thin section description*. Waine Research Publ., Wolverhampton, 152 p.
- CHOUBERT, G., 1957-65a - Essai de corrélation des formations continentales et marines du Pléistocène au Maroc. *Notes Serv. géol. Maroc*, 25, 185, 35-45.
- CHOUBERT, G., 1957-65b - L'étage Moghrébien dans le Maroc occidental. *Notes Serv. géol. Maroc*, 25, 185, 47-55.
- CHOUBERT, G., 1965 - Le Quaternaire au Maroc. *Notes Serv. géol. Maroc*, 25, 185, 9-27.
- CHOUBERT, G., JOLY, F., GIGOUT, M., MARCAIS, J., MARGAT, J. et RAYNAL, R., 1956 - Essai de classification du Quaternaire continental du Maroc. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 243, 504-506.
- CHOUBERT, G., et ROCHE, J., 1956 - Notes sur les industries anciennes du plateau de Salé. *Bull. Archéol. Maroc*, 1, 9-37.
- CIRAC, P., 1985 - *Le Bassin sud-riifain occidental. Evolution de la dynamique sédimentaire et de la paléogéographie au cours d'une phase de comblement*. Thèse Sciences, Univ. Bordeaux 1, 2 t., 285 p.
- EL HAJRAOUI, M.A., 1985 - *Les industries préhistoriques de la région de la Mamora dans leur contexte géologique et paléopédologique*. Thèse 3ème cycle, Université de Bordeaux 1, 185 p.
- EL HAJRAOUI, M.A., FEDOROFF, N., RAYNAL, J.P. et TEXIER, J.P., 1984 - Nouvelles données sur les paléoenvironnements de la Mamora (Maroc): étude paléopédologique de la séquence de Daya-el-Hamra. 10ème Réunion. *an. Sci. Terre*, Bordeaux Soc. Géol. Fr. Ed., 210.
- FARAJ, H., 1963 - *Etude pédologique des sols de la Mamora*. Inédit, 110 p., 1 carte, I.N.R.A., Rabat.
- FEDOROFF, N. et COURTY, M.A., 1987 - Paléosols. In: *Géologie de la Préhistoire*, J.C. Miskovsky Ed., 251-280.
- FEDOROFF, N. et TURSINA, T., 1984 - *Micromorphologie des sols lessivés de France et des sols dernovopodzoliques d'Union Soviétique*. Polycopié INA-PG, 32 p.
- GIGOUT, M., 1958 - Sur le Pliocène et le Quaternaire de Rabat et de Salé. *C.R. Acad. Sci. Paris*, 247, 17, 1363-1366.
- GIGOUT, M., 1960 - Nouvelles recherches sur le Quaternaire marocain et comparaison avec l'Europe. *Trav. lab. géol. fac. sci. Lyon*, 6, 158 p.
- GIGOUT, M. et RAYNAL, R., 1957 - Corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le Quaternaire marocain. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 244, 20, 2528-2531.
- GIGOUT, M. et RAYNAL, R., 1959 - Retouche à la corrélation des phénomènes marins et continentaux dans le Quaternaire marocain. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 248, 15, 2223-2225.
- HEDBERG, H.D., 1976 - *International Stratigraphic Guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure*. Wiley, New-York, 200 p. Trad. Fr., 1979, *Guide stratigraphique international. Classification, terminologie et règles de procédures*, Doin, Paris, 233 p.
- LE COZ, J., 1964 - *Le Rharb. Fellaqs et colons. Etude de géographie régionale*, 1, 482 p., Rabat.
- LEFEVRE, D., TEXIER, J.P. et RAYNAL, J.P., 1991 - Organisation et dynamique d'un complexe pédo-sédimentaire: la Formation de la Mamora. Table Ronde *Organisation et dynamique de la couverture pédologique et son importance pour la compréhension de la morphogénèse*, Caen, résumé.
- LEPOUTRE, 1966-68 - La Mamora. *Congrès de Pédologie méditerranéenne, excursion Maroc, Al Awamia*, 279-295.
- LHENAFF, R., Ed., 1983 - Le Villafranchien méditerranéen. Stratigraphie, environnement bioclimatique, morphogénèse et néotectonique, Colloq. Lille, 1982, *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 2-3.
- RAT, P., 1980 - Méthodologie stratigraphique et Quaternaire. In: «Problèmes de stratigraphie quaternaire en France et dans les pays limitrophes, Dijon, Suppl. *Bull. Ass. Fr. Et. Quat.*, 1, 4-14.
- RAYNAL, J.P., TEXIER, J.P. et DEBENATH, A., 1982 - Les limons rouges de la Meseta côtière marocaine: limites et chronologies, données récentes. 9ème Réunion. *an. Sci. Terre*, Paris, Soc. Géol. Fr. Ed., 535.
- RAYNAL, J.P., FEDOROFF, N., TEXIER, J.P. et EL HAJRAOUI, A., 1985 - Genèse des horizons argilliques rouges et jaunes au Maroc atlantique (Mamora). *Réun. Intern. micromorphologie des sols*, Paris, résumés, 169.
- RAYNAL, J.P. et TEXIER, J.P., 1989 - Découverte d'Acheuléen ancien dans la carrière Thomas 1 à Casablanca et problème de l'ancienneté de la présence humaine au Maroc. *C. R. Acad. Sc. Paris*, 308, II, 1743-1749.
- RAYNAL, J.P., TEXIER, J.P., LEFEVRE, D. et RHODES, E., 1992 - Les Sables Beiges de Couverture et l'Atérien en Mamora, nouveaux éléments de chronologie numérique. *Colloq. l'Homme de Témara*, Témara.
- RHODES, E.J., 1990 - *Optical Dating of Quartz from Sediments*. Thèse de Doctorat, Univ. d'Oxford, 153 p.
- SAAIDI, E.K., 1974 - *Etude géomorphologique de la région de Tiflet et des conditions morphostructurales et sédimentologiques de la genèse de la formation de la Mamora*. D.E.S. 3ème cycle, Univ. Mohammed V, Rabat.

- SMITH, B.W., RHODES, E.J., STOCKES, S., SPOONER, N.A. and AITKEN, M.J., 1990 - Optical Dating of Sediments: Initial Quartz Results from Oxford. *Archaeometry*, 32, 19-31.
- STEARNS, C.E., 1978 - Pliocene-Pleistocene emergence of Moroccan Meseta. *Geol. Soc. Amer. Bull.*, 89, 1630-1644.
- TEXIER, J.P., 1985-86 - Le site atérien du Chaperon-Rouge I (Maroc) et son contexte géologique. *Bull. d'Archéol. Marocaine*. XVI, 27-74.
- TEXIER, J.P., DEBENATH, A. et RAYNAL, J.P., 1982 - Une stratigraphie complexe du Quaternaire continental marocain: le Chaperon Rouge II à Rabat. *9ème Réunion. an. Sci. Terre*, Paris, Soc. Géol. Fr. Ed., 599.
- TEXIER, J.P., RAYNAL, J.P., LEFEVRE, D. et FEDOROFF, N., 1984 - De la validité des deux plus anciens étages continentaux du Quaternaire marocain: Moulouyen et Salétien. *10ème Réunion. an. Sci. Terre*, Bordeaux, Soc. Géol. Fr. Ed., 523.
- TEXIER, J.P., RAYNAL, J.P. et LEFEVRE, D., 1985 - Nouvelles propositions pour un cadre chronologique raisonné du Quaternaire marocain. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 301, II, 183-188.
- TEXIER, J.P., HUXTABLE, J., RHODES, E.J., MIALLIER, D. et OUSMOI, M., 1988 - Nouvelles données sur la situation chronologique de l'Atérien au Maroc et leurs implications. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 307, II, 827-832.
- TEXIER, J.P. et RAYNAL, J.P., 1989 - Les «sables beiges» du Nord-Ouest du Maroc: nouvelles interprétations dynamiques, chronologiques et paléoclimatiques. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 309, II, 1577-1582.
- WERNLI, R., 1978 - La base du Moghrébien est d'âge Pliocène moyen (zone à *G. crassaformis*) dans la Mamora (Maroc). *Arch. Sc. Genève*, 31, 2, 129-132.