

LE SITE DE LEMDNA AU QUATERNAIRE RECENT  
(REGION D'AKJOUJT - MAURITANIE)

par R. MOREAU\*

Situé à une soixantaine de kilomètres au SSW d'Akjoujt (fig. 1), le site de Lemdna a été visité en octobre 1968 au cours d'une mission archéologique conduite par Mme R. LAMBERT (1). L'étude des formations supérieures, entre lesquelles s'intercale la surface néolithique, nous a naturellement amenés à considérer les conditions d'évolution du site au cours du Quaternaire récent.

1. Le cadre géomorphologique

Du Sud au Nord on distingue successivement : les dunes vives, la bordure de l'erg ancien Ogolien (P. ELOUARD, H. FAURE, 1967), la "grara" et le reg (fig. 2). La bordure de l'erg ancien, qui porte les vestiges néolithiques, s'étend de 500 à 800 m en largeur. C'est une succession de petites croupes et cuvettes de 20 à 100 m de diamètre ; la dénivellation n'excède jamais quelques mètres et diminue pour devenir imperceptible vers la "grara". L'invasion par les barkanes s'effectue à partir du Sud où la plus grande partie de la surface se trouve recouverte.

Cette zone ne constitue plus qu'un élément secondaire du paysage. Son importance est pourtant extrême, puisque sa situation particulière lui a permis d'enregistrer les effets des grandes fluctuations climatiques, sèches ou humides, qui se sont succédées pour aboutir au paysage actuel ; sans que l'on puisse pour autant affirmer, d'après les seules observations de Lemdna, que toutes les fluctuations climatiques ont été ainsi enregistrées.

2. Les formations de la bordure : le site de Lemdna

Une toposéquence croupe-cuvette sur la surface ondulée (fig. 4) a permis d'observer les formations superficielles. (Orientation E-W).

2.1 - Description et interprétation des coupes

- LEM 1. A 10 m du sommet de pente (pente 12 %). Vestiges néolithiques. Sable fin

17 SEP. 1971

\* Pédologue, Office de la recherche scientifique et technique d'outre-mer, centre régional de recherche agronomique, MARRAKECH-MENARA (Maroc).

(1) Mme N. LAMBERT, déléguée de la Société préhistorique de France pour la Grèce.

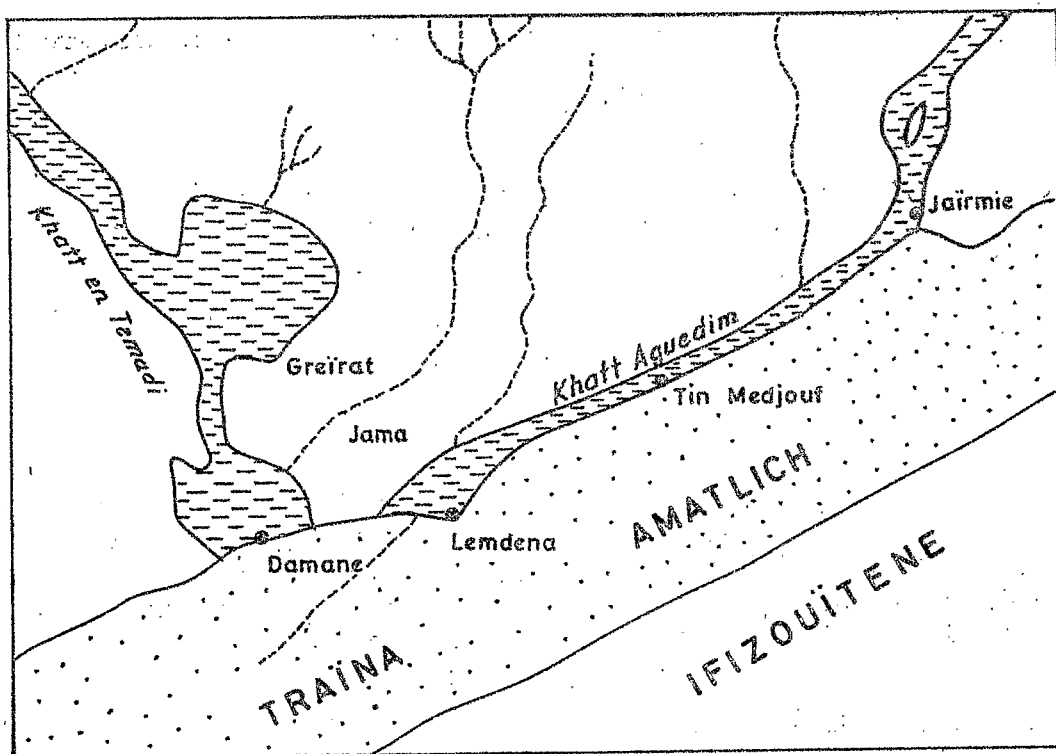


FIG. 1. REGION DE LEMDNA (Carte I.G.N. 1/200.000)  
(feuille Akjoujt)

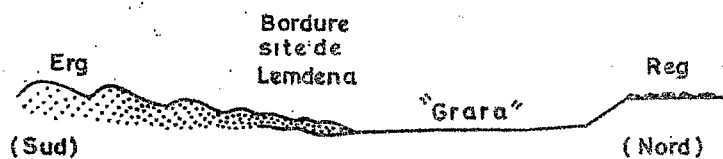
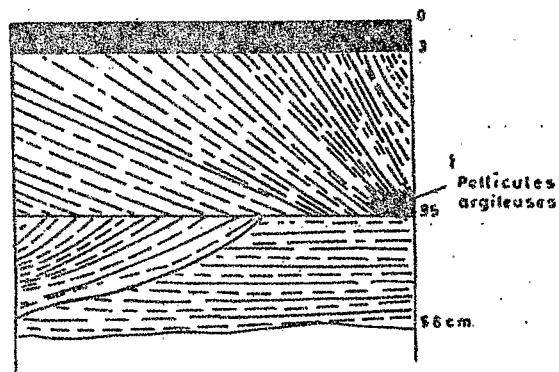


FIG. 2. LES ELEMENTS DU PAYSAGE A LEMDNA

FIG. 3. PARTIE SUPERIEURE DE LA COUPE LEM 3



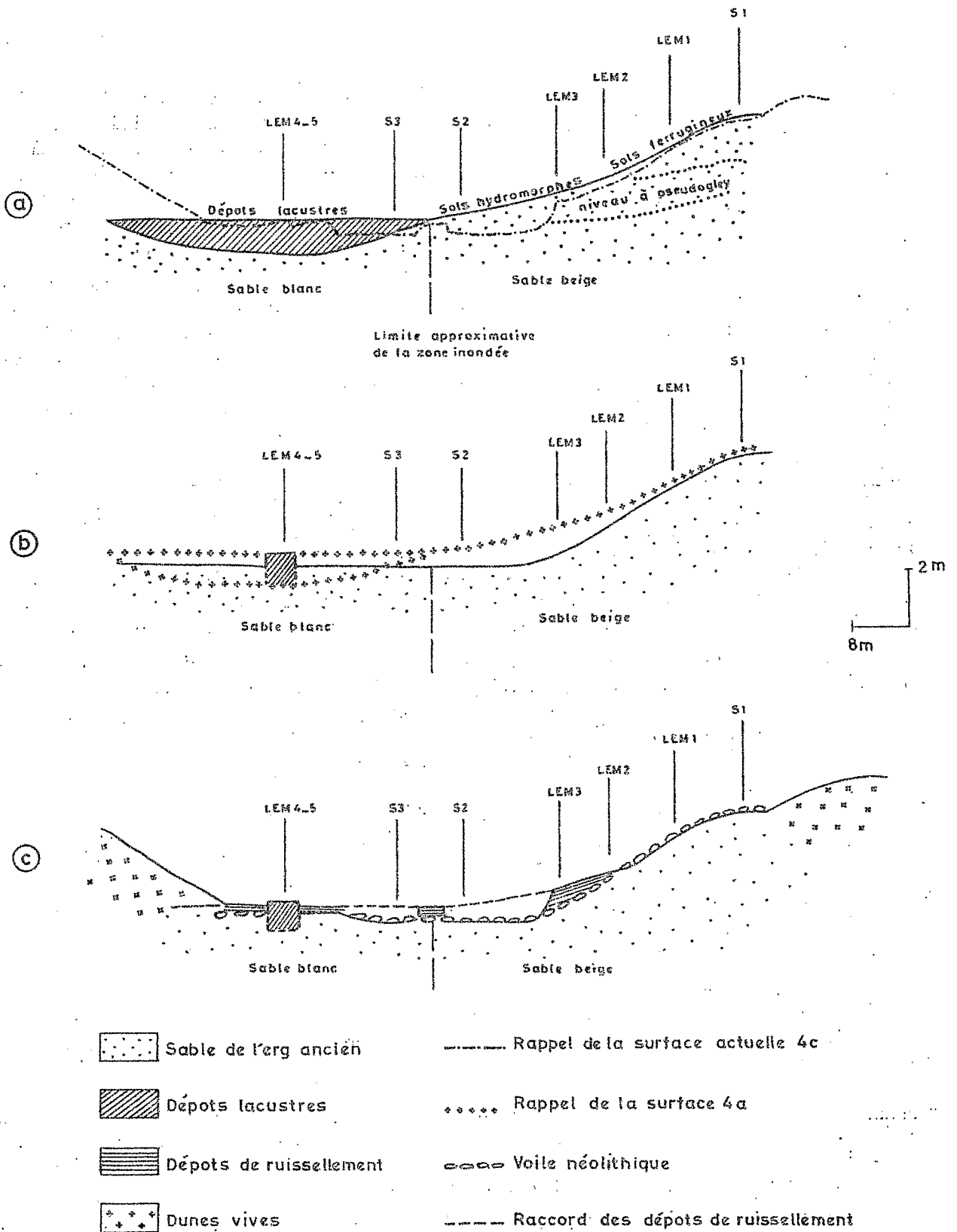


FIG. 4 - EVOLUTION SUPPOSEE DU SITE DE LEMDNA

a/ à la fin de la phase humide 3.2

b/ à la fin de la phase aride 3.3

c/ à l'époque actuelle 3.5

à cohésion très faible sur toute la profondeur. 0 - 25 cm : beige rosé (7,5 YR 8/4-7/4) (1) ; certains grains plus rubéfiés, d'autres plus pâles ; limite très progressive. 25 - 60 cm : couleur semblable mais avec petites zones diffuses plus rougeâtres (2 - 3 cm) ; limite très progressive. 60 - 125 cm : couleur plus hétérogène, ségrégation du fer par tâches gris-blanc et rouille sur la teinte de fond beige-rosé ; limite progressive. 125 - 160 cm : contraste plus marqué, taches gris-blanc nettes sur le fond devenant entièrement rouge par endroits.

Le seul élément de différenciation dans ce matériau est la répartition variable du fer suivant la profondeur. 25 - 60 cm : concentration par taches diffuses. 60 - 125 cm : redistribution et ségrégation diffuse hydromorphie temporaire de faible durée : niveau supérieur de battement de nappe. 125 - 160 cm : redistribution et ségrégation contrastée ; hydromorphie prolongée : niveau inférieur de battement de nappe. Le sondage S1, à 10 m sur le sommet, complète la coupe LEM 1 et révèle la même succession de niveaux.

- LEM 2. A 10 m au-dessous de LEM 1, bas de pente. 0 - 2 cm : beige ; argileux ; lamelles groupées en plaquettes de 2 à 4 mm. 2 - 5 cm : alternance de lits sableux entrecroisés à grains roux et de pellicules argileuses (3 mm) ; l'épaisseur diminue dans le sens de la pente ; limite tranchée. 5 - 135 cm : sable fin homogène ; couleur hétérogène à plages gris-blanc, beige-rouille et rougeâtres, distribution des teintes dominantes variable, mais zones rouges plus importantes vers le bas. 135 - 180 cm : plus homogène, beige-rouille avec quelques plages gris-blanc.

Deux types de matériaux se superposent. A la partie supérieure : dépôts de ruissellement, décantation et évaporation au fond de cuvettes. Au-dessous, sable de l'erg ancien. 5 - 135 cm : hydromorphie temporaire, battement de nappe ralenti à la base. 135 - 180 cm : humidité plus régulière tout au long de l'année ; possibilités d'enrichissement par circulation du fer le long de la pente.

- LEM 3. A 6 m de LEM 2 sur la zone basse, chevauche le front d'érosion des dépôts de ruissellement. 0 - 3 cm : couche lamellaire argileuse. 3 - 58 cm : dépôts sableux lités à deux niveaux discordants ; (fig. 3) ; 3 - 35 cm : beige-rouille pâle, (7,5 YR 7/6), lits à granulométrie classée ; 35 - 58 cm : plus clair (7,5 YR 7/4-8/4), classement granulométrique moins net. 58 - 60 cm : vestiges néolithiques sur une seule épaisseur "voile néolithique". 60 - 115 cm : semblable à 135 - 180 cm de LEM 2, mais quelques zones diffuses plus rouges à la partie supérieure.

Sous la couche d'argile les dépôts de ruissellement paraissent avoir été déposés en deux phases à partir de matériaux sableux distincts. Au-dessous le sable de l'erg ancien ne montre pas de ségrégation accentuée du fer, niveau profond d'un sol tronqué.

- LEM 4. A 40 m de LEM 3, en bordure d'une barkane. 0 - 8 cm : couche argileuse sur 2 - 3 cm, puis lits sableux beiges alternant avec de fines pellicules argileuses. A 8 cm : "voile néolithique". 8 - 100 cm : sable fin, très blanc. Un sondage jusqu'à 180 cm ne révèle aucune présence ferrugineuse.

Dépôts de ruissellement semblables à ceux de LEM 2 et 3, mais au-dessous le sable fin a perdu la totalité du fer. Hydromorphie prolongée.

---

(1) Couleurs Munsell Soil Color Charts.

- LEM 5. A 5 m au Sud de LEM 4, traverse un matériau légèrement en relief (20 à 30 cm) et occupant 15 à 20 m<sup>2</sup>. Description de la face est, partie centrale. En surface : gris-blanc, bosselé, assez dur : calcaire, quelques éléments du "voile néolithique". 0 - 95 cm : gris clair (10 YR 7/1-6/1) ; sable fin, blanc ; ciment gris avide d'eau : matière organique et calcaire ; cohésion très forte à sec ; petites fissures verticales initiant de gros prismes de 30 - 40 cm ; quelques cavités tapissées de calcaire, à partir des parois diffuses vers la masse des taches rouille ; petits amas calcaires cylindriques ; pas de porosité intergranulaire. 95 - 120 cm : sable blanc identique au niveau 8 - 100 cm de LEM 4.

Accumulation de matière organique et expurgation quasi-totale du fer se sont réalisées dans des conditions d'hydromorphie importante. Par ailleurs, dans d'autres matériaux de ce genre, des coquilles de gastéropodes d'eau douce du genre *Limnée* (1) ont été trouvées. Il s'agit bien d'une formation d'origine lacustre.

## 2.2 - Conclusions sur la stratigraphie superficielle

L'observation des tranchées met en évidence les formations suivantes, de la plus récente à la plus ancienne : barkanes actuelles, dépôts de ruissellement, vestiges néolithiques, formation lacustre, sable de l'erg ancien.

## 2.3 - Les formations sous-jacentes au sable de l'erg ancien

Après 5 m de sable blanc, les puisatiers rencontrent une formation plus grossière et plus argileuse à la fois, où se situe la nappe phréatique. Dans un échantillon appartenant au niveau supérieur de la formation, la fraction argileuse dans le sable est notable mais difficile à exprimer, car au moment de son extraction le matériau était en milieu aqueux.

L'étude granulométrique et morphoscopique des sables (2) révèle un important stock de grains éolisés, comme dans les sables de l'erg ancien (LEM 34), mais moins bien triés. Le pourcentage des grains anguleux est aussi plus important. Les graviers de quartz, fortement émoussés et à cupules constituent la majorité des éléments grossiers (quelques gravillons ferrugineux arrondis et patinés, rares graviers de quartzite sombre usés). Deux graviers présentent la structure polyédrique caractéristique des galets usés par le vent. Quelques quartz et gravillons ont une cassure peu usée ; présence de quartz anguleux et brillants.

Il faut donc conclure à une action éolienne prolongée avant la mise en place du matériau par ruissellement et épandage fluviatile. S'agit-il d'une phase aride ancienne, ou plus simplement de la même phase qui permit la formation de l'erg ancien ? Il est vraisemblable que la région ne fût envahie que tardivement par l'erg ; les nappes éoliennes, déposées à proximité ou dans le lit du Khatt Aguedim, étaient reprisés et mélangées aux matériaux plus frais lorsque un écoulement survenait. D'après les rapports oraux des puisatiers cette formation resterait homogène sur 5 m

(1) D'après P. ELOUARD, Laboratoire de géologie, faculté des sciences de Dakar, novembre 1968.

(2) Mme D. DELAUNE, Laboratoire de géologie, services scientifiques centraux de l'O.R.S.T.O.M. 93 - BONDY (France).

d'épaisseur et reposerait sur la roche en place. Il serait donc indispensable de savoir si l'action éolienne est aussi nette dans les niveaux inférieurs, auquel cas la conclusion à l'existence d'une phase aride plus ancienne s'imposerait.

### 3. Les principales phases d'évolution au Quaternaire récent

#### 3.1 - Une phase aride

Elle correspond à la formation de l'erg ancien qui s'étend sur une grande partie de la Mauritanie et du Sénégal, et serait contemporaine de la régression de l'Ogolien (P. ELOUARD, H. FAURE, 1967).

L'échantillon LEM 34 révèle des sables particulièrement fins et bien triés, médiane : 0,160 mm, Qd. : 0,30. La taille des grains dépasse rarement 0,4 mm. Outre la prédominance des grains picotés (62 %) et des formes intermédiaires (subanguleux 37 %, émoussés 56 %), le caractère nettement éolien apparaît par l'importance des grains mats (28 %) et la présence de grains ronds (4 %). Il faut noter aussi l'existence de formes anguleuses et de surfaces luisantes. L'usure est plus nette aux tailles les plus grandes : indice d'usure 0,336 à 0,4 mm et 0,400 à 0,8 mm. L'édification de l'erg sous l'action éolienne prolongée proviendrait donc d'une reprise d'épandages sableux fluviatiles proches, le façonnement éolien n'ayant pu éliminer totalement les caractères originaux des sables. A Lemdena, la proximité de zones d'écoulement non ensablées se manifesterait par la présence de formes non usées.

#### 3.2 - Une phase humide (fig. 4 a)

Les eaux du Khatt Aguedim s'accumulent en avant du barrage sableux. Un lac à niveau variable submerge les zones basses interdunaires de la bordure de l'erg ancien. Sur les pentes, le ruissellement entraîne le sable vers le bas et jusqu'au milieu des cuvettes. A cet endroit marécageux, les conditions d'anaérobiose gênent la décomposition de la matière organique qui s'accumule, mélangée au sable apporté. Elle est encore présente sur toute l'épaisseur des dépôts : 0,1 à 0,2 % et très évoluée : C/N 5,6. Ces valeurs sont comparables à celles obtenues dans les sols subdésertiques de Mauritanie méridionale (P. AUDRY et Ch. ROSSETTI, 1962). Le sable constitue 85 à 90 % du matériel ; les grains sont plus petits que ceux de LEM 34, médiane : 0,145 mm, Qd. : 0,30. On note toujours la présence de quelques grains anguleux (1 %) ; mais la proportion des luisants augmente (28 %), au détriment des picotés (39 %) un polissage de ces derniers a pu se produire en milieu lacustre.

Le marécage crée des conditions favorables à l'expurgation du fer qui est réduit, complexé (P. SEGALEN, 1964), puis exporté avec le soutirage des solutions vers l'ancien lit de l'oued. A la périphérie de la cuvette, l'hydromorphie permanente fait place à l'hydromorphie temporaire où la fixation périodique du fer est possible. Les sondages S2 et S3 pratiqués à 8 m l'un de l'autre, correspondent à chacun des deux milieux envisagés, S2 : sable beige à taches diffuses, S3 : sable blanc. Ces considérations nous obligent à penser que la surface du secteur S2 - LEM 3 de la toposéquence n'appartenait pas au domaine marécageux et n'était que temporairement inondée, les sols hydromorphes à pseudogley qui l'occupaient ayant

été sévèrement tronqués au cours de la phase climatique suivante. Plus haut sur la pente, se développe une pédogénèse de type ferrugineux. D'après les limites actuelles de la ferruginisation sur formations éoliennes récentes (J. PIAS, 1968 ; R. BOULET, 1968), on peut estimer que les précipitations annuelles devaient être au moins de l'ordre de 500 mm. Des diatomites et calcaire de l'Adrar correspondant à cette phase ont été datés au C14 entre 11.000 et 8.000 B.P. (P. MICHEL, 1969).

### 3.3 - Une phase aride (fig. 4 b)

Les dépôts lacustres subsistant par lambeaux dispersés sont indirectement les seuls témoins apparents de cette phase, au cours de laquelle a dû se développer aussi l'excavation du secteur S2 - LEM 3 ; toute érosion d'origine hydrique est en effet exclue dans ces dépressions où la moindre fluctuation humide se manifeste par un dépôt. Ainsi que le montrent les études de W.S. CHEPIL (1945, 1950), les sables de Lemdena sont naturellement sensibles à l'action du vent. Le contact entre les sables colluvionnaires de bas de pente et les dépôts lacustres plus cohérents semble avoir été une zone favorable à l'initiation de l'érosion éolienne aboutissant à l'excavation du secteur S2 - LEM 3. Le matériau lacustre en relief subit la corrasion et le sable blanc sous-jacent est déblayé. La destruction est rapide aux endroits d'épaisseur faible ; ailleurs, le matériau se trouve partiellement enfoui, et son usure ralentie, par l'arrasement du sable blanc mis à jour.

Sans pouvoir préjuger de l'intensité de l'aridité, il semble que cette phase ait été relativement courte puisqu'elle n'est pas parvenue à éliminer en totalité la formation lacustre, d'autant plus que celle-ci devait être beaucoup moins consolidée, ni durcie en surface par le calcaire, et donc plus vulnérable qu'actuellement.

### 3.4 - Une phase humide

Le retour à des conditions climatiques plus clémentes est général dans tout le Sahara où cette nouvelle phase est associée à la civilisation néolithique (G. CONRAD, 1963). A Lemdena, les vestiges néolithiques sont nombreux et comptent des témoins d'une métallurgie du cuivre. Sur des charbons provenant du Guelb Moghreim près d'Akjoujt, des datations au C14 ont donné des résultats variant entre 400 et 572 B.C. (1) ; compte tenu des besoins en bois, le climat était donc à cette époque encore plus humide qu'actuellement (105 mm/an à Akjoujt sur 30 ans).

Dans les formations lacustres, le calcaire poursuivait une accumulation discrète autour des racines. Avec le maintien d'une matière organique fortement évoluée, ces caractères impliquent des conditions d'altération relativement peu agressives. Dans sa phase la plus active la pédogénèse devait être de type steppisation ; mais elle a sans doute toujours été faible et aucune différenciation n'apparaît dans le matériau lacustre. Actuellement, les sols bruns ou steppiques ne dépassent pas l'isohyète 500 mm (R. MAIGNIEN, 1949 ; M. GAVAUD, 1966), et il semble qu'à Lemdena la pluviométrie soit restée assez loin de cette valeur. Des fragments de coquilles d'oeufs d'autruche, trouvés parmi les vestiges néolithiques, attestent aussi l'existence d'une steppe.

---

(1) Communication de Mme N. LAMBERT.

Tableau 1 : Evolution du site de Lemdena au Quaternaire récent. Confrontation avec les régions voisines

Lemdena		Aouker (1) (18° lat. N)		(2) Majâbat Al-Koubrât	Sembkha (3) de Chemcha- ne et Ri- chât	(4) Sénégal inférieur	Chronologie	
		Dune	bas-fond				Régio- nale (5)	Interna- tionale
Aride (pulsation plus humi- de)	Reprise éolienne (dépôts de ruisselle- ment)	Remanie- ments éo- liens loca- lisés 17° lat. N Ravinements	Faibles recouvre- ments éo- liens	Alluvions actuelles	Dépôts sablo- limoneux	Dunes et le- vées subac- tuelles		
Humide < 500 mm de pluie	Steppe Civilisation néolithique	Ravinements	Dépôts ar- gilo-cal- caire Pédogénèse	G B 2	Argile verte des lacs	Levées Delta	Nouak chot- tien 5500 BP	Néoli- thique
Aride	Déblaiement partiel des dépôts lacustres par action éolienne	Remanie- ments éo- liens localisés	Excavation éolienne Baten du Tagent. Entaille sable blanc			Remaniement des dunes		
Humide (tropical) > 500 mm de pluie	Formations lacustres Ferruginisation	Grands ravine- ments	Sables blancs à cailloutis	G B 1	Sables rouges à cailloutis	Recreusement du lit	Lacustre 11.000 8.000 BP	
Aride	Erg. Barrage du Khatt Aguedim				- Erg - Défla- tion	Dunes rouges	Ogolien 20.000 BP	Würm
Climat contrasté	Creusement de la val- lée du Khatt Aguedim. Dépôts de sable et graviers, argile.			S A	Terrasses anciennes et moyennes	Haute, moyen- ne et basse terrasses		

(1) S. DAVEAU, 1965

(3) S. DAVEAU, R. MOUSINHO, Ch. TOUPET, 1967

(5) Communication de P. ELOUARD

(2) Th. MONOD, 1958

(4) P. MICHEL, 1969



### 3.5 - La phase aride actuelle (fig. 4 c)

Elle se développe avec le début de notre ère. Dans l'ensemble, l'ancienne surface sableuse ondulée n'a été que faiblement remaniée ; la déflation trie parfaitement les vestiges qui semblent posés sur le sable : "voile néolithique". Au fond des cuvettes, les dépôts de ruissellement ont sans doute pour origine des ravinements semblables à ceux décrits dans l'Ouest de l'Aouker (S. DAVEAU, 1956). Ils ont été partiellement conservés grâce au recouvrement par une couche argileuse protectrice. L'échantillon LEM 32, appartenant au niveau supérieur des dépôts, a une granulométrie très semblable à celle des sables de l'erg ancien (LEM 34) ; mais l'action éolienne y est beaucoup plus marquée : grains mats 63 % au détriment des picotés 28 %, grains ronds 18 % et subanguleux 7 %. Les formes anguleuses ont totalement disparues et l'indice d'usure est important : 0,452 à 0,4 mm. Les ruissellements se sont donc produits alors que les sables remaniés de l'erg ancien, au façonnement éolien accentué par la reprise de la dernière phase aride, s'étaient déjà déposés à Lemdena. L'origine de la couche argileuse superficielle pose un problème. Il est en effet difficile d'admettre qu'elle puisse provenir des hydroxydes enrobant le sable ; par ailleurs, le recouvrement de la plus grande surface par les barkanes rend impossible de voir si l'enrichissement ne s'est pas produit à partir des hautes eaux argileuses de l'oued temporaire débouchant dans "la grara", un peu plus loin vers l'Ouest (fig. 1).

Cette phase aride a donc connu l'existence d'une pulsation sensiblement plus humide (il a pu y en avoir plusieurs) qui a été très courte, et on ne remarque aucune trace de végétation. Cette pulsation pourrait correspondre, avec une amplitude et une intensité plus faibles, à la dernière poussée humide reconnue dans l'Aouker (S. DAVEAU, 1965), et au développement des civilisations paysannes des anciens terrains Gangara (S. DAVEAU, S. TOUPET, 1963). Cependant, d'après la fragilité des dépôts et l'efficacité de la déflation dès qu'une entaille est ouverte, il est difficile de faire remonter leur mise en place jusqu'au Moyen-Age. Mais il est vrai que le recouvrement par les dunes vives perturbe et retarde l'action du vent.

#### 4. Conclusion

Le tableau 1 résume les principales phases de l'évolution du site de Lemdena en les comparant avec celles des régions voisines connues.

La concordance des grandes phases climatiques du Quaternaire récent en Mauritanie semble bien établie. Mais nous pouvons regretter le manque de connaissances rigoureuses sur les formations profondes, antérieures à l'erg ogolien, qui nous permettraient de préciser certaines caractéristiques climatiques des périodes plus anciennes du Quaternaire. A ce sujet, la région de Damane, pourrait être aussi digne d'intérêt.

#### BIBLIOGRAPHIE

- AUDRY P., ROSSETTI Ch. (1962). - Observations sur les sols et la végétation en Mauritanie du Sud-Est et sur la bordure adjacente du Mali (1959 et 1961). Food Agr. Org., Rome, rap. 2.4067/F/11.

- BOULET R. (1968). - Etude pédologique de la Haute-Volta. Région Centre-Nord. Off. Rech. sci. techn. O.-mer, Dakar, rapp. multigr.
- CHEPIL W.S. (1945). - Dynamics of wind erosion. I/Nature of movement of Soil by wind. II/Initiation of soil movement. Soil Sci., U.S.A., vol. 60.
- CHEPIL W.S. (1950). - Properties of soil which influence wind erosion. I/The governing principle of surface roughness. Soil Sci., U.S.A.
- CONRAD G. (1963). - Synchronisme du dernier Pluvial dans le Sahara septentrional et le Sahara méridional. C.R. Acad. Sci., Fr., p. 2506-2508.
- DAVEAU S., TOUPET Ch. (1963). - Anciens terroirs Gangara. Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal, A, t. 25, n° 3-4.
- DAVEAU S. (1965). - Dunes ravinées et dépôts quaternaires récents dans le Sahel mauritanien. Rev. Géogr. Afr. occ., Fr., n° 1-2.
- DAVEAU S., MOUSINHO R., TOUPET Ch. (1967). - Les grandes dépressions fermées de l'Adrar mauritanien, Sebka de Chemchane et Richât. Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal, A, t. 29, n° 2.
- ELOUARD P., FAURE H. (1967). - Quaternaire de l'Inchirien, du Taffoli et des environs de Nouakchott. Rapp. Lab. géol. fac. sci. Dakar, n° 19.
- GAVAUD M. (1966). - Etude pédologique du Niger occidental. Off. Rech. sci. techn. O.-mer, Dakar, rapp. multigr., t. 2.
- MAIGNIEN R. (1949). - Morphologie et extension des sols bruns et des sols brun rouge au Sénégal, Mauritanie et Soudan. Off. Rech. sci. techn. O.-mer, Paris, note diff. int.
- MICHEL P. (1969). - Les grandes étapes de la morphogénèse dans les bassins des fleuves Sénégal et Gambie. Bull. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal, A, t. 31, n° 2.
- MONOD Th. (1958). - Majâbat Al-Koubrâ. Inst. fond. Afr. noire, Sénégal, Mém. n° 52.
- PIAS J. (1968). - Contribution à l'étude des formations sédimentaires tertiaires et quaternaires de la cuvette tchadienne et des sols qui en dérivent (République du Tchad). Thèse Doct. Etat, Fac. Sci. Paris.
- SEGALEN P. (1964). - Le fer dans les sols. Off. Rech. sci. techn. O.-mer, Paris, Initiations - Documentations techniques.