

## DÉCOUVERTE D'« OOLITHES FERRUGINEUSES » EN STRATIGRAPHIE SOUS LE DELTA ACTUEL DU CHARI (TCHAD)

Philippe MATHIEU

Géologue Centre O.R.S.T.O.M., B.P. 65, N'Djamena (Tchad).

### RÉSUMÉ

*Un niveau d'oolithes ferrugineuses identiques à celles trouvées dans le lac au large de l'embouchure du Chari a été découvert sous le delta actuel du fleuve. La datation d'un niveau organique situé au sommet de l'argile gris-bleu sous-jacente permet d'avancer que la formation des « oolithes ferrugineuses » a été continue depuis les bas niveaux lacustres enregistrés pendant le dernier millénaire, antérieurement à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle jusqu'à l'époque actuelle. Des changements brutaux des paramètres sédimentologiques sur les coupes relevées suggèrent un déplacement de l'embouchure du Chari et la mise en place du delta actuel à partir de 2000 ans B.P.*

MOTS-CLÉS : Bassin du lac Tchad. Sédimentation deltaïque. Oolithes ferrugineuses. Géochronologie.

### ABSTRACT

*A bed of oolitic ironstones similar to those that were found in the lake off the mouth of river Chari has been discovered under the current delta of the latter. Through dating of an organic level lying at the top of underlying blueish grey clay, it is made possible to assert that oolitic ironstone formation has proceeded in a continuous way from the lowermost lacustrine levels recorded during the last thousand years, prior to the end of 16th century and up to present times. Sudden changes in the sedimentological parameters in studied sections suggest a shift of river Chari mouth and the emplacement of the current delta from 2,000 y. B.P. onwards.*

KEY WORDS: Lac Chad Basin. Deltaic sedimentation. Oolitic ironstones. Geochronology.

### РЕЗЮМЕ

Уровень « железистых оолитов », идентичных найденным в открытом озере перед устьем р. Шари, был обнаружен под современной дельтой этой реки. Датировка органического уровня, находящегося на вершине подстилающей серо-синей глины, позволяет считать, что образование « железистых оолитов » было постоянным со времени низких уровней озера, зарегистрированных в течение последнего тысячелетия, перед концом 16-ого века и до сих пор. Резкие изменения седиментологических параметров на отмеченных разрезах наводят на предположение о перемещении устья Шари и о размещении современной дельты начиная с 2000 лет ВР.

### INTRODUCTION

Les « oolithes ferrugineuses » du lac Tchad ont été signalées et décrites par GUICHARD (1957). Leur répartition dans les fonds lacustres a été précisée par DUPONT (1970) dans son étude sédimentologique

du lac Tchad (fig. 1). Elles occupent une superficie d'environ 2 700 km<sup>2</sup> au large du delta du Chari, dans la partie sud-ouest du lac dont elles tapissent le fond sur une épaisseur pouvant dépasser 40 cm. Elles reposent toujours sur de l'argile. Leur structure, constituée d'un noyau et d'un cortex plus ou moins épais, peut être celle, dans leur aspect le plus évolué,

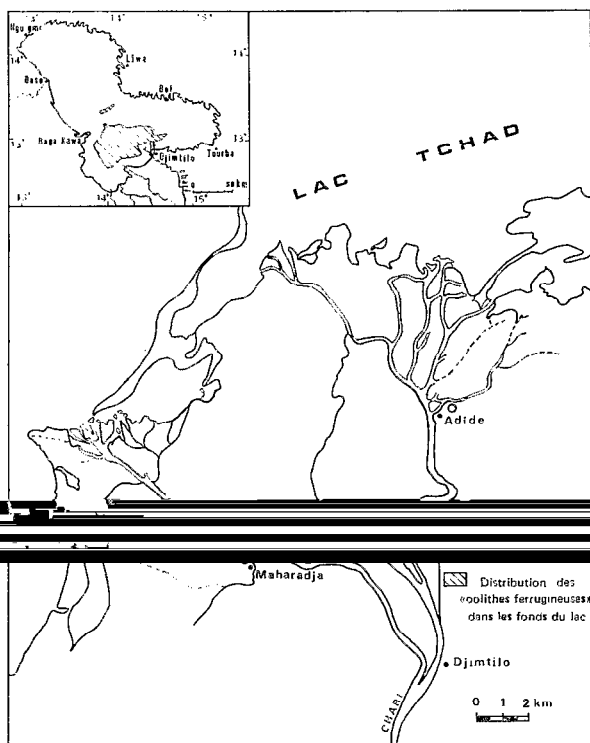


Fig. 1.

de véritables petites oolithes (DUPONT et LEMOALLE, 1972).

Leur caractérisation chimique et minéralogique (CARMOUZE, 1976) a permis d'établir que ces granules sont composés de nontronite néo-formée dans le lac.

Ce matériau dont l'autochtonie semble établie (DUPONT, 1970; MALEY, 1972) est donc lié aux apports du Chari.

Jusqu'à présent, ces « oolithes ferrugineuses » n'ont pas été découvertes en stratigraphie dans les sédiments du quaternaire tchadien (SERVANT, 1973; MALEY, 1973).

Or, une prospection réalisée dans l'aire d'extension des deltas actuel et récents du Chari a révélé leur présence en deux points sous le delta actuel (fig. 1). Cette note a pour but de situer cette formation dans son contexte sédimentaire et dans la chronologie des dépôts deltaïques récents grâce à la détermination d'un âge absolu.

#### POSITION DES COUPES

Trois coupes seront décrites. Elles ont été réalisées sur le delta actuel du Chari (fig. 1).

Le sondage d'Adidé a été exécuté à proximité du village du même nom en rive droite de la branche tchadienne du delta. Les échantillons ont été prélevés sur des carottes obtenues par battage.

La coupe de Maharadja (T 4) est située sur la rive gauche de la branche camerounaise sur une petite levée de terre actuellement protégée de l'immersion lors de la montée de la crue annuelle du lac. Les échantillons ont été prélevés à la carrière à main.

La coupe P. XVI a été relevée dans une concavité de la rive gauche de la branche camerounaise du delta à quelques centaines de mètres du village de Maharadja, en période de basses eaux du Chari.

#### DESCRIPTION DES COUPES

0-1 m	Sable fin argilo-silteux, moins argileux à la base.
1-2 m	Oolithes ferrugineuses : granules ovoïdes présentant le même aspect que ceux rencontrés dans le fond du lac au large de l'embouchure.
2-2,80 m	Zone de transition avec appauvrissement progressif de la teneur en oolithes ferrugineuses et augmentation des proportions d'argile.
3,80-4,40 m	Argile gris-bleu, collante, homogène.
4,40-7,20 m	Sable moyen. Limite très nette entre l'argile gris-bleu et le sable.
7,20-8 m	Alternance d'argile sableuse et de sable argileux.

L'étude sédimentologique de cette coupe montre d'importantes variations de faciès. Sur la base des études granulométriques (fig. 3), quatre faciès ont été reconnus, de haut en bas :

— Les sables argilo-silteux superficiels sont bien classés, la médiane passant de 10  $\mu\text{m}$  au sommet à 160  $\mu\text{m}$  au centre du dépôt. Cette évolution est essentiellement due aux variations des apports en éléments fins avec les suspensions du fleuve. Les indices de Trask (« Sorting index » compris entre 2,2 et 8,4 et « Skewness coefficient » compris entre 0,04 et 0,31) montrent que les sédiments sont mal triés avec un étalement de la distribution vers les fractions fines. La partie de la courbe cumulative qui définit les éléments fins à un faciès parabolique traduisant le mauvais classement des apports en suspension. La fraction grossière (sables fins) est mieux classée. La variation des apports de matériaux en suspension peuvent être l'indice de modifications notables du régime des écoulements superficiels.

— Les « oolithes ferrugineuses », néoformées dans le milieu lacustre, constituent la presque totalité du sédiment au centre du dépôt. L'absence d'éléments détritiques grossiers et les apports en fer nécessaires

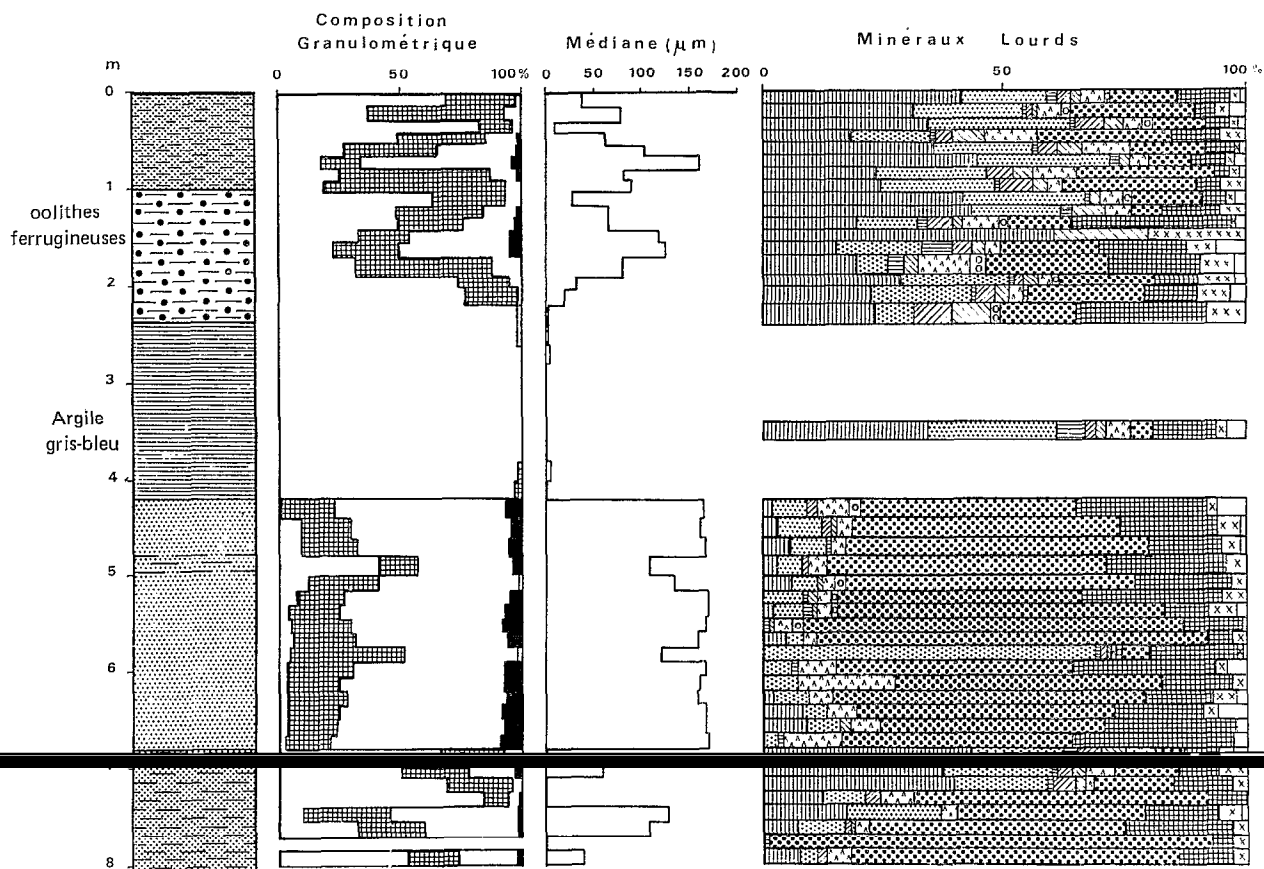
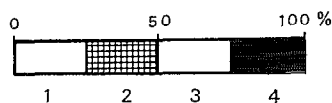


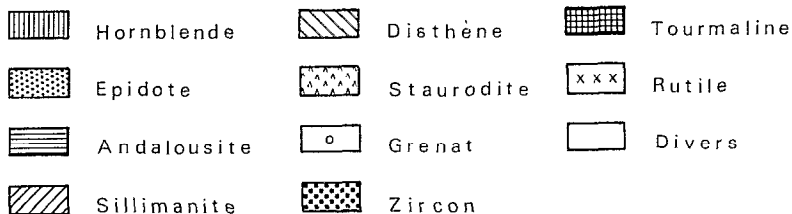
Fig. 2.

Légende des figures 2, 3 et 4

1 - Granulométries :



2 - Minéraux lourds:



à leur genèse sont probablement l'indice de conditions phytoclimatiques particulières sur le bassin.

— L'argile gris-bleu sous-jacente est mélangée à des éléments silteux. Les médianes sont généralement inférieures à 1  $\mu\text{m}$ . Les courbes granulométriques cumulatives tendent vers un faciès logarithmique indiquant un dépôt par excès de charge.

— La formation sableuse inférieure apparaît, par sa granulométrie, comme un ensemble très

homogène. La taille maximale des grains augmente et les médianes restent comprises à l'intérieur de limites très étroites (de 160 à 170  $\mu\text{m}$ ) mis à part de brefs passages plus argileux. Les coefficients de Trask ( $S_0$  compris entre 1,3 et 1,4 et  $S_k$  compris entre 0,83 et 0,92) révèlent des sables très bien classés proches d'une distribution gaussienne. Ces indices peuvent caractériser des sables ayant subi d'importants remaniements éoliens.

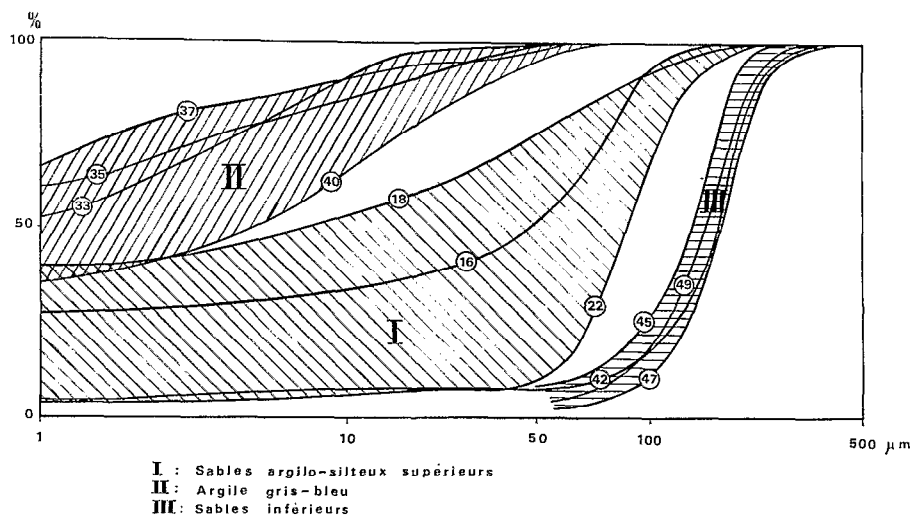


Fig. 3.

Sur toute la hauteur de la coupe, les sables sont généralement émoussés-luisants. Dans la formation sableuse inférieure, quelques grains ronds-mats sont présents dans les fractions les plus grossières. Ce caractère ajouté au faciès granulométrique tend à confirmer l'existence d'un façonnement éolien antérieur au dépôt de l'argile gris-bleu. Il est cependant difficile de préciser, en l'absence d'une étude exoscopique détaillée, si cette éolisation a été suivie ou précédée de remaniements fluviaux. D'autre part, l'état de la surface des grains est ici un critère peu utilisable étant donné la petite taille des grains qui n'excède pas 400 µm.

de kaolinite (fire-clay) au sommet de la coupe. Elle est relayée au niveau des oolithes ferrugineuses par de la montmorillonite (nontronite ?). L'argile gris-bleu est composée d'un mélange de kaolinite et de montmorillonite en proportions équivalentes associé à un peu d'illite et à un minéral interstratifié mal déterminé.

Les minéraux lourds se répartissent, le long du profil, en deux stocks de compositions différentes. Les sables argilo-silteux, les oolithes ferrugineuses et l'argile gris-bleu renferment de fortes proportions d'hornblende et d'épidote (de 30 à 70 % de la totalité du stock). Dans les sables inférieurs situés sous l'argile gris-bleu, les proportions de ces minéraux tombent à moins de 10 %. Ils sont relayés par des minéraux ubiquistes (70 à 90 %) parmi lesquels dominent le zircon et la tourmaline.

L'ensemble de ces données sédimentologiques indique donc qu'il existe une coupure bien nette que l'on peut situer à la base de l'argile gris-bleu

Cette brusque évolution est révélée en particulier par l'apparition de fortes proportions de hornblende et d'épidote à partir du dépôt de l'argile gris-bleu.

#### Maharadja (T 4)

0-0,50 m	Sable fin.
0,50-1,75 m	Sable argilo-silteux.
1,75-2,00 m	Sable silteux.
2,00-2,15 m	Argile grise.
2,15-2,65 m	Sable argilo-silteux.
2,65-2,90 m	Oolithes ferrugineuses
2,90 m	Argile gris-bleu.

Les deux coupes d'Adidé et de Maharadja contiennent

reposant, comme dans le lac actuel, sur l'argile gris-bleu qui constitue un niveau très constant sous le delta. L'extension de l'argile gris-bleu vers l'intérieur des terres a été notée mais son origine est alors plus ancienne. Une coupe réalisée sur la berge de la branche camerounaise du delta (P. XVI) a permis de mettre à jour un niveau organique qui a pu faire l'objet d'une datation.

#### P. XVI (fig. 4)

0-1 m	Argile silteuse brun-clair à brun-jaunâtre.
1-1,35 m	Sable fin argilo-silteux, à stratification entrecroisée, induré à la base. Taches rouilles d'hydro-morphie.
1,35-2,50 m	Succession de bancs de sable fin à faible teneur en silts (moins de 10 %). L'épaisseur de ces bancs est régulière, de l'ordre de 20 cm. Certains présentent une stratification entrecroisée, d'autres une stratification horizontale. Le litage élémentaire est souligné par un liseré

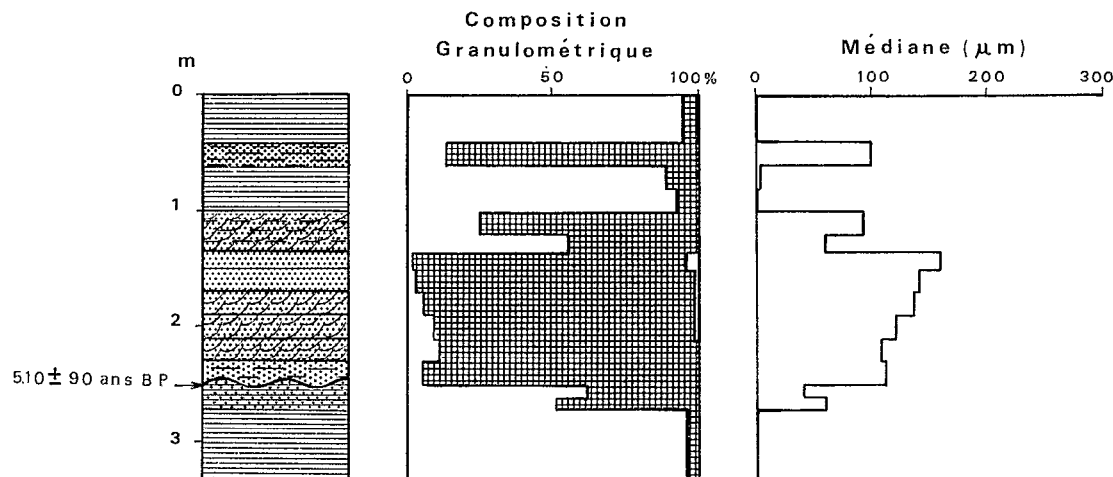


Fig. 4.

- 2,50-2,70 m Niveau argilo-silteux à argilo-sableux à nombreuses taches rouilles.
- 2,70 m Argile gris-bleu à nombreuses taches noires organiques.

Les débris organiques du sommet de l'argile gris-bleu ont fourni un âge radiométrique de  $510 \pm 90$  ans BP (échantillon GIF 3460) (1).

Les lits sableux intercalés entre le niveau argileux supérieur et l'argile gris-bleu inférieure présentent un granoclassement, les médianes passant progressi-

L'âge obtenu permet d'estimer une vitesse moyenne d'accumulation de 5 mm/an. Cette valeur est élevée si on la compare aux chiffres généralement admis en milieu lacustre et en particulier dans le nord du lac Tchad (0,5 à 1 mm/an, DUPONT, 1970). Cette vitesse peut cependant être considérée comme vraisemblable en milieu deltaïque dont les sédiments sont plus riches en matériel grossier soumis à un plus faible tassement que les vases lacustres, et par ailleurs situé à l'entrée du bassin de réception.

Les sables fins ont une distribution gaussienne ( $S_k$  voisin de 1). Notons que ces sables fins, partout où ils ont été trouvés sur le delta, ont des faciès granulométriques très homogènes. Il s'agit d'un matériau très évolué ayant subi un tri éolien avant d'être brassé par les actions fluviales et déposé dans les chenaux du delta. Ces sables ont raviné l'argile gris-bleu sous-jacente.

#### ÂGE DES OOLITHES FERRUGINEUSES

L'âge de  $510 \pm 90$  ans BP est trouvé au sommet de l'argile gris-bleu sous 2,70 m de sédiments. Des âges obtenus également sur des échantillons organiques prélevés à partir d'autres sondages sur le delta sont douteux et semblent nettement rajeunis. On ne peut pas exclure une certaine contamination du fait de l'entraînement de débris organiques en profondeur par le jeu des circulations souterraines dans un tel milieu. Une certaine prudence est donc de rigueur.

barrière » séparant les cuvettes nord et sud du lac, sous 55 cm de vase, auraient un âge supérieur à 550 ans, ce qui les situerait antérieurement à 1400. Dans la chronologie des oscillations lacustres pendant le dernier millénaire se situent antérieurement à la fin du  $xvi^e$  siècle des bas niveaux lacustres soumis à des fluctuations de faible amplitude (MALEY, 1973). Cette phase de retrait des eaux a été mise en évidence sur une carotte prélevée au nord du lac Tchad et datée de  $460 \pm 95$  ans BP par DUPONT et DELIBRIAS (1970), soit vers l'an 1500.

Les granules à nontronite ont donc commencé à se former dans le lac antérieurement à la phase humide qui s'est étendue de la fin du  $xvi^e$  siècle à la fin du  $xviii^e$  siècle. Si, comme l'affirme MALEY (1973), d'après l'étude des spectres polliniques des oolithes ferrugineuses au large du delta, la formation de ces granules est liée, sur le bassin, à un changement climatique rapide entraînant la dégradation de la végétation et une reprise de l'érosion des sols permettant notamment la mobilisation du fer nécessaire à leur genèse, il faut envisager que ce processus de

(1) Datation exécutée au laboratoire des faibles radioactivités du C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette par M<sup>me</sup> DELIBRIAS.

dégradation s'est amorcé pendant la période de bas niveaux lacustres qui se serait étendue du x<sup>e</sup> siècle à la fin du xvi<sup>e</sup> siècle (d'après la chronologie des oscillations lacustres établie par MALEY).

Le fait que l'on ne retrouve ces oolithes ferrugineuses dans aucun autre sondage, en particulier dans les niveaux plus anciens de l'Holocène (SERVANT, 1973; MALEY, 1973; MATHIEU, en préparation) peut donc venir de ce que les conditions phytoclimatiques antérieures au dernier millénaire n'étaient pas favorables à leur genèse. Il est également possible que les oolithes ferrugineuses n'aient pas résisté à une dessiccation prolongée.

En conclusion, on peut donc avancer que leur formation a été continue pendant le dernier millénaire jusqu'à l'époque actuelle. Cependant, on ne peut déterminer l'âge exact du début de leur mise en place dans les sédiments lacustres. De plus, leur aire d'extension a varié en fonction des fluctuations du niveau du lac et du déplacement de l'embouchure du Chari.

#### VARIATIONS PALÉOGÉOGRAPHIQUES RÉCENTES

Un important changement dans les conditions paléogéographiques a dû intervenir avant le dépôt de l'argile gris-bleu. Les faits qui en témoignent peuvent se résumer de la manière suivante, où l'on constate, sur la carotte d'Adidé, qui traverse le niveau argileux, une coupure brutale marquée par d'importants changements dans la nature sédimentologique des dépôts lors du passage de la for-

— A la base de la coupe, dans la formation sableuse, la très large prédominance des minéraux lourds ubiquistes, les fortes proportions de montmorillonite dans les intercalations argileuses et l'homogénéité des faciès granulométriques semblent indiquer que le milieu de dépôt n'est pas en communication directe avec les apports du bassin ou que ces apports sont eux-mêmes réduits tandis que se développent des actions éoliennes.

— A partir de l'argile gris-bleu, la nature des minéraux argileux, les variations granulométriques, l'abondance de la hornblende et de l'épidote, la présence des oolithes ferrugineuses traduisent une ouverture du milieu aux apports du bassin versant probablement accompagnée d'une reprise de l'érosion à l'amont.

Notons que dans les fonds du lac actuel, le stock de minéraux lourds est constitué presque exclusivement de minéraux ubiquistes. A l'embouchure du Chari, la composition du stock est modifiée par suite de la plus grande abondance de la hornblende et de l'épidote (de l'ordre de 30 %, DUPONT, 1970). La superposition de ces deux types de faciès sur une même coupe laisse supposer qu'il y a eu déplacement de l'embouchure à une époque récente.

L'argile gris-bleu est transgressive sur la formation sableuse inférieure. Sa mise en place correspond à une réactivation des écoulements et de l'érosion à l'amont. Le milieu de sédimentation est sous l'influence directe de l'embouchure qui doit se trouver alors en position plus méridionale. Cette influence est attestée par la composition minéralogique du dépôt.

Si l'on attribue à ce dépôt argileux une vitesse moyenne de sédimentation de 1 mm/an, la base de l'argile gris-bleu aurait un âge voisin de 2 000 ans BP à l'aplomb du delta actuel. On peut donc admettre qu'il y a eu à cette époque, simultanément à une reprise de l'érosion, un brusque déplacement de l'embouchure du Chari qui, d'après le tracé actuel de son cours inférieur, a pu se produire d'est en ouest.

La présence d'un lit discontinu d'oolithes ferrugineuses recouvrant l'argile gris-bleu indique la proximité de l'embouchure tandis que la série argilo-silteuse supérieure marque la progression du sud vers le nord du delta dont les dépôts recouvrent les formations lacustres littorales.

Manuscrit reçu au Service des Publications de l'O.R.S.T.O.M.,  
le 3 février 1979.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- CARMOUZE (J. P.), 1976. — La régulation hydrogéochimique du lac Tchad. Contribution à l'analyse biogéodynamique d'un système lacustre endoréique en milieu continental. *Thèse Sci.* Univ. Pierre et Marie Curie, 418 p.
- DUPONT (B.), 1970. — Distribution et nature des fonds du lac Tchad (nouvelles données). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. II, n° 1 : 9-42.
- DUPONT (B.) et DELIBRIAS (G.), 1970. — Datation par le carbone 14 d'un niveau sédimentaire de l'archipel du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Géol.*, vol. II, n° 1 : 43-47.
- DUPONT (B.) et LEMOALLE (J.), 1971. — Les oolithes et pseudo-oolithes ferrugineuses du lac Tchad. *C.R. Som. soc. Géol. Fr.*, 4 : 309-310.
- GUICHARD (E.), 1957. — Sédimentations du lac Tchad. O.R.S.T.O.M., *Comm. Scient. Logone-Tchad*, Paris, 46 p. *nulligr.*
- MALEY (J.), 1972. — La sédimentation pollinique actuelle dans la zone du lac Tchad (Afrique Centrale). *Pollen Spores*, 14 (3) : 263-307.
- MALEY (J.), 1973. — Mécanisme des changements climatiques aux basses latitudes. *Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*, 14 : 193-227.
- MATHIEU (P.), en préparation. — Nouvelles données sur la sédimentation fluvio-lacustre du quaternaire récent au sud du lac Tchad.
- SERVANT (M.), 1973. — Séquences continentales et variations climatiques : évolution du bassin du Tchad au cénozoïque supérieur. *Thèse Sci.*, Université de Paris VI, 348 p.