

DISTRIBUTION ET NATURE DES FONDS DU LAC TCHAD (NOUVELLES DONNÉES)

B. DUPONT

Section Géologie du Centre ORSTOM de Fort-Lamy

RÉSUMÉ

Etude des fonds d'un grand lac d'eau douce, endoréique et de faible profondeur. Répartition et nature des sédiments. Passage de l'argile plastique à des argiles très fortement structurées. Présence de « pseudo-sables » constitués d'oolites et de pseudo-oolites ferrugineuses à noyau d'argile. Interprétation des données recueillies en vue de la reconstitution de l'histoire des cycles lacustres.

ABSTRACT

A study of the bottom of a large shallow fresh water lake with endoreic drainage : the distribution and nature of the sediments. Passage from plastic to very strongly structured clays ; presence of « pseudo-sands » consisting of oolites and ferruginous pseudo-oolites with clay nuclei. An interpretation was made of the data gathered with the object of reconstituting the history of the lacustrine cycles.

ZUSAMMENFASSUNG

Untersuchung des Bodens eines grossen Süswassersees, ohne Abfluss und mit geringer Tiefe. Verteilung und Art der Sedimente. Übergang von plastischem Ton zu sehr stark strukturierten Tonarten. Vorliegen von « Pseudo-Sanden » aus Oolith oder eisenhaltigen Pseudo-Oolithen mit einem Tonkern. Auslegung der Daten, die zwecks Wiedergabe der Geschichte der Zyklen der Binnenseen, ermittelt worden sind.

РЕЗЮМЕ

Изучение дна большого пресноводного озера незначительной глубины, с внутренним дренажем. Распределение и природа осадков. Переход от пластичных глин к глинам с прочной структурой. Наличие « псевдо-песков », состоящих из оолитов и железистых псевдо-оолитов с глинистым ядром. Интерпретация полученных данных в виду восстановления истории озёрных циклов.

INTRODUCTION

Le lac Tchad recouvre approximativement une superficie de 20 000 km² entre les parallèles 12° 20' et 14° 20' de latitude nord et les méridiens 13° et 15° 20' de longitude est. Sa plus grande dimension, mesurée

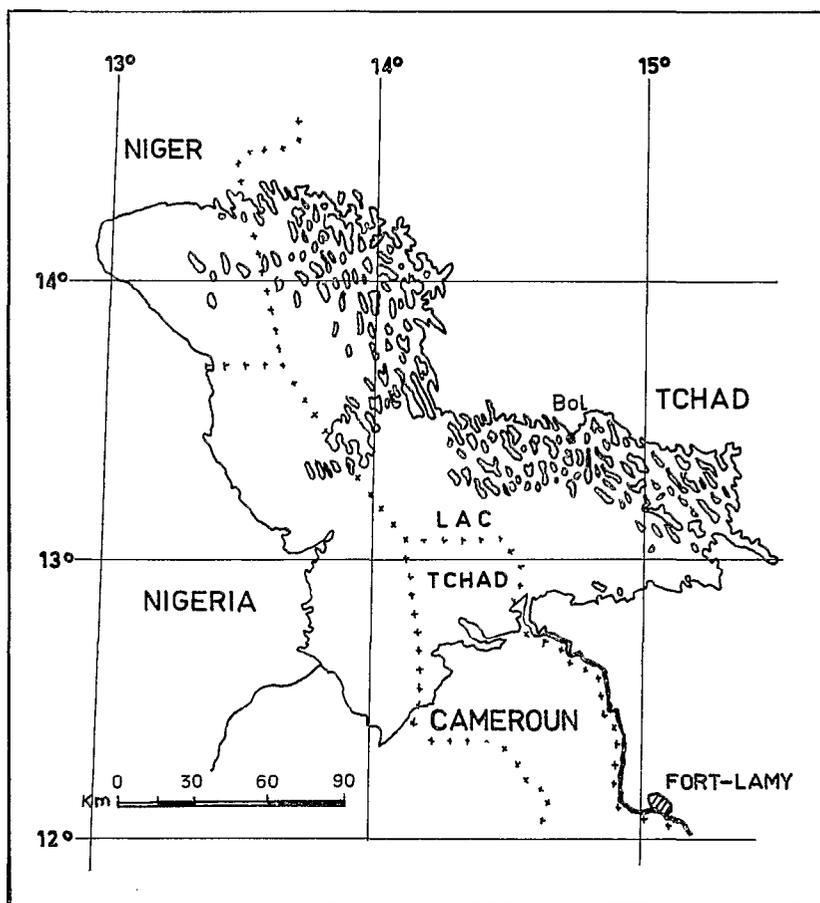


FIG. 1. — Carte de situation.

selon un axe N-NW - S-SE atteint 230 km. Il s'étend sur le territoire de 4 états : le Tchad, le Niger, le Nigéria et le Cameroun. Son alimentation est assurée, pour 95 % environ, par le Chari et son affluent le Logone. On y distingue habituellement :

- des eaux libres : eaux libres du nord, du sud et de l'est.
- un archipel formé d'un très grand nombre d'îles allongées dans le sens NW-SE et correspondant aux sommets des dunes d'un ancien erg. Il borde la côte nord-est sur une largeur variable pouvant atteindre une trentaine de km.
- des îlots bancs : zone de hauts-fonds correspondant à des sommets de dunes submergées sur lesquels s'est développée une importante végétation aquatique à base de roseaux et de papyrus. Ces hauts-fonds sont surtout importants dans la zone dite de la Grande Barrière, entre Baga-Kawa au sud-ouest, sur la côte nigériane et Baga-Sola au nord-est sur la côte tchadienne, ainsi qu'aux extrémités nord et sud du lac. On leur rattache les zones marécageuses ou herbiers surtout développées de part et d'autre du delta du Chari et dans la branche sud du lac.

Les « Kirtas » sont des îlots flottant dérivant au gré des vents et des courants. Elles se détachent, généralement à la montée des eaux, des îlots-bancs. De formes variées, elles peuvent atteindre une centaine de mètres.

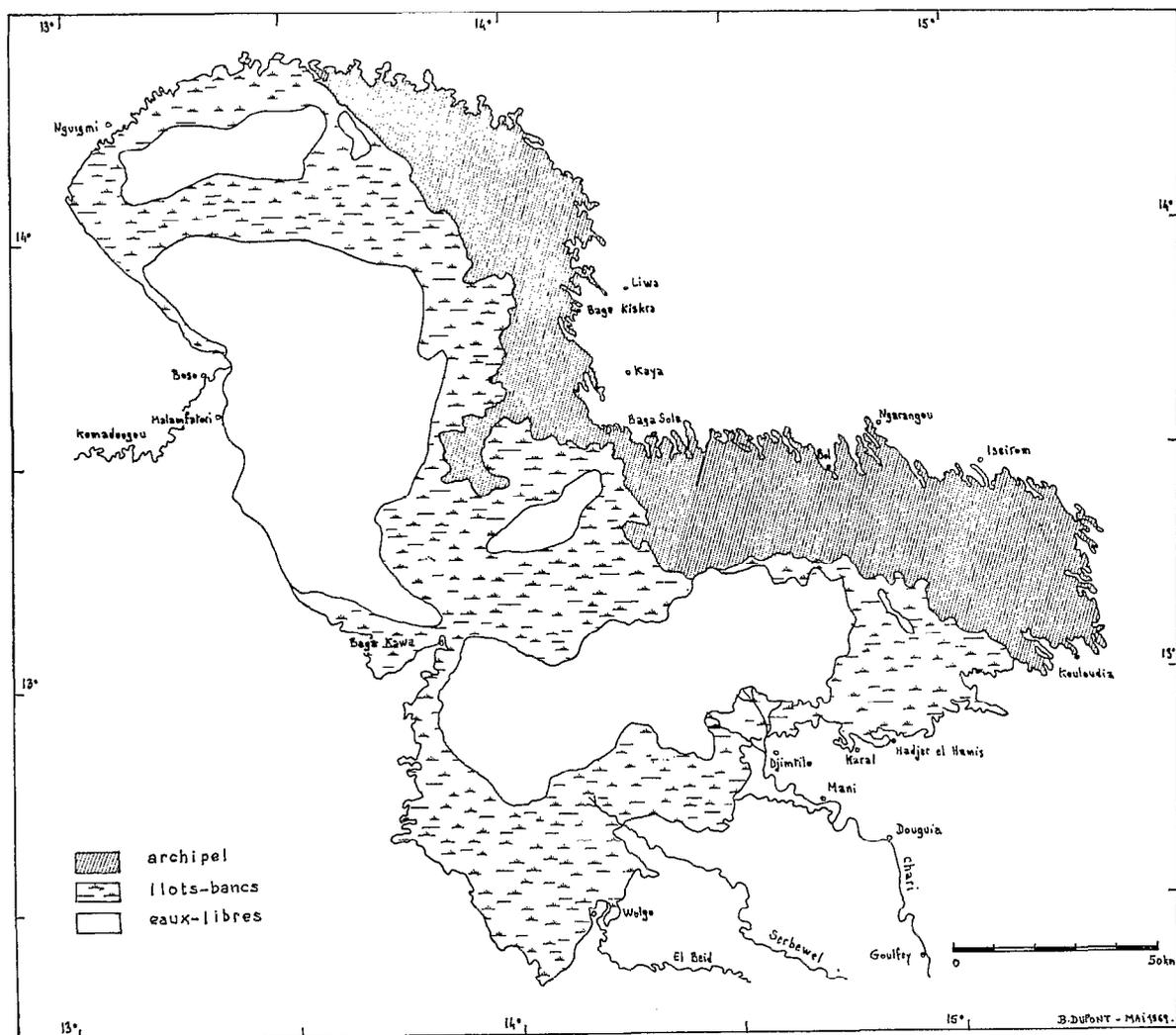


FIG. 2. — Les zones du lac Tchad (carte provisoire).

La profondeur moyenne du lac est faible, elle est habituellement inférieure à 3 m dans les eaux libres, au sud et à l'est de la Grande Barrière, de 3 à 6 m au nord de celle-ci et souvent supérieure à 6 m à l'extrémité nord du lac. Dans les bras de l'archipel sur sa frange côtière elle est de 3 à 5 m. C'est dans cette zone que les plus grands fonds ont été mesurés (11 m). Le niveau du lac subit des variations annuelles dont l'ampleur est de l'ordre du mètre, le niveau est minimum en juillet, maximum en décembre et janvier. Pour un niveau à la cote 281,8 m (IGN 1956) le volume d'eau est de 35 milliards de m³. Malgré une très forte évaporation, de l'ordre de 3 300 mm par an, et une pluviosité faible de 320 mm en moyenne, le lac reste très peu salé. La conductivité de l'eau, variable selon les saisons, est de l'ordre de 70 micromhos à 25 °C au delta du Chari, elle atteint 700 micromhos dans le nord et dépasse 1 000 micromhos à l'extrémité de certains bras de l'archipel.

En conclusion, les caractères les plus marquants du lac sont :

— son caractère endoréique,

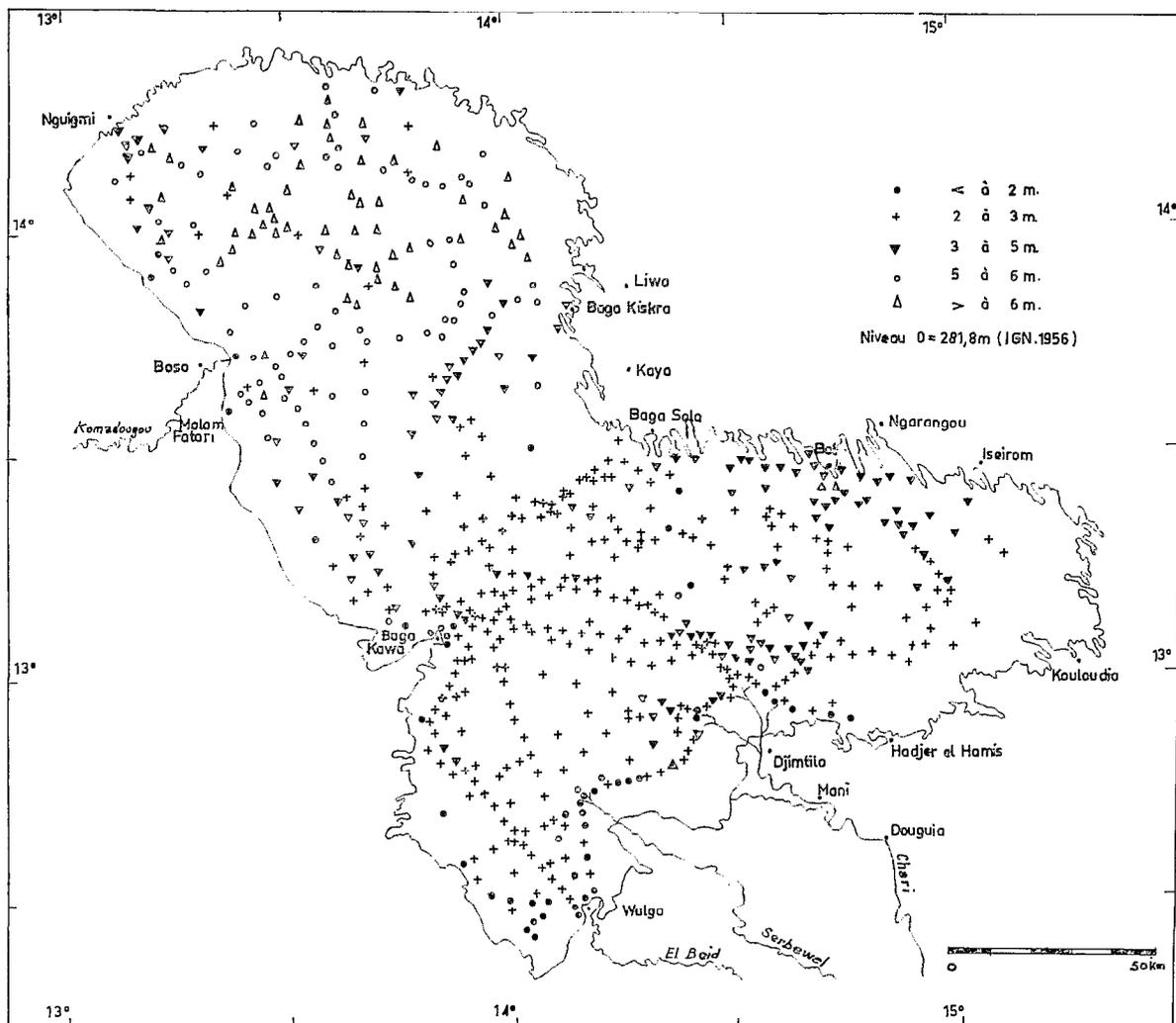


FIG. 3. — Profondeur du lac Tchad.

- sa faible profondeur,
- sa faible salinité,
- la diversité des milieux.

DISTRIBUTION GÉOGRAPHIQUE

Les sédiments observés sur les fonds du lac Tchad peuvent être ramenés à 4 types principaux : vase, argile, sable, pseudo-sable.

Les fonds de vase sont surtout abondants dans la partie nord du lac, au-delà de la grande barrière ainsi que dans les bras de l'archipel. Ils se rencontrent également au débouché de la Serbawel et de l'El Beid et le long de la côte nigérienne dans la partie sud du lac. L'épaisseur de la vase, n'est habituellement que de quelques dizaines de centimètres mais elle peut localement atteindre et dépasser 1 m notamment dans la zone de la grande barrière et dans les anses de l'archipel. Sur l'ensemble du lac la vase a été trouvée dans 52 % des stations. Dans l'archipel elle couvre 80 % des fonds et tapisse des bras entiers.

L'argile se rencontre partout dans le lac mais parfois recouverte par les autres types de sédiments. Elle se présente habituellement, sous forme d'argile structurée dans la partie sud et en bordure de l'archipel, sous forme d'argile molle dans la partie nord, sous forme d'argile granulaire dans les parties est et sud, là où la hauteur d'eau ne dépasse pas 3 m. Sous ces trois aspects elle a été trouvée en surface dans 22 % des stations. Dans l'archipel elle couvre 12 % des fonds et reste localisée aux zones balayées par les courants.

Les fonds de sable sont peu importants et localisés le long de la côte nigériane, notamment entre Baga-Kawa et la Komadougou, au débouché du Chari, de la Serbewel et de la Komadougou ainsi qu'à l'est de l'actuel delta du Chari. Dans le lac lui même le sable n'apparaît que localement sur de petites surfaces correspondant à des hauts-fonds (sommets de dunes immergées). Sur l'ensemble du lac le sable n'a été rencontré qu'en 14 % des stations. Dans l'archipel il ne couvre que 2 % de la surface des fonds, soit sous forme d'une frange très étroite en bordure des îles, soit dans certaines passes entre ces îles.

Le pseudo-sable formé de petits grains brun-rouge sombre de la taille des sables se rencontre sur une vaste zone s'étendant du delta du Chari à la Grande Barrière et couvrant une large part de la branche sud du lac. Sur l'ensemble du lac il n'a été trouvé que dans 12 % des stations.

NATURE DES SÉDIMENTS

La vase

Le terme de vase désigne ici un matériau sans aucune structure, de couleur brune, grise ou noire se présentant habituellement sous forme de suspension homogène, parfois, essentiellement dans la zone nord du lac, zone où la salinité est plus forte, sous forme de gros flocons de l'ordre du centimètre. Sa phase aqueuse est toujours importante (de 230 à 500 % du poids sec), sa fraction minérale représente environ 80 % du poids sec total et se répartit en trois lots granulométriques d'importance sensiblement égale (argile jusqu'à 0,002 mm, limon de 0,002 à 0,050 mm, sable de 0,050 à 2 mm). La fraction organique est élevée (13 % du poids sec) et se présente sous forme de débris végétaux de 0,5 à 2 ou 3 mm, encore peu décomposés et facilement identifiables. Ces derniers sont parfois très abondants et l'on se trouve en présence d'une véritable tourbe (30 % de matière organique). Dans certaines zones balayées par les courants, notamment entre certaines îles de l'archipel, la vase, de couleur gris-clair, a une certaine rigidité et fait penser à une sorte de gelée. Ses teneurs en eau et en matière organique sont semblables à celle des autres vases mais sa teneur en sable est plus élevée (50 à 60 % du poids sec au lieu de 30 à 35 %).

Le tassement des vases après dessiccation à l'étuve à 105 °C atteint 55 %. Leur densité est voisine de 1,1 à l'état normal, de 1,2 à l'état sec. L'étude diffractométrique de la fraction argileuse montre qu'elle est surtout composée de montmorillonite, la kaolinite et l'illite n'existant qu'en faible quantité. Les teneurs moyennes en carbone et en azote sont de 70 et 6 ‰, le rapport C/N étant égale à 11. Cette dernière valeur souligne la part prépondérante des végétaux supérieurs dans l'accumulation de matière organique, le rôle du phyto et du zooplancton n'étant, comparativement, que secondaire. La capacité d'échange calculée sur des échantillons totaux et non sur la seule fraction argileuse, est voisine de 45 mé/100 g.

L'argile

Ce matériau gris-bleu (5 QY 4/1 à l'état humide), dont la fraction minérale renferme toujours plus de 55 % d'éléments inférieurs à 0,002 mm se présente sous divers aspects :

- argile molle, homogène, sans structure. Son épaisseur peut dépasser 2 m.
- argile structurée, se débitant en polyèdres anguleux de quelques centimètres dont les faces sont habituellement lisses et brillantes et en agrégats de plus petite taille. Cet aspect est le plus fréquent.
- argile granulaire : matériau gris à noir, plus sombre que les précédents, petits éléments de quelques millimètres à 2 ou 3 cm, anguleux à subanguleux, résistants, ne s'écrasant que difficilement à la main. Leur indice d'aplatissement est d'environ 2,4.
- blocs d'aspect scoriacé, déchiqueté, brun-rouge à noir, durs, ne s'écrasant pas à la main, de 1 à 3 ou 4 cm. Ces blocs sont très peu abondants.

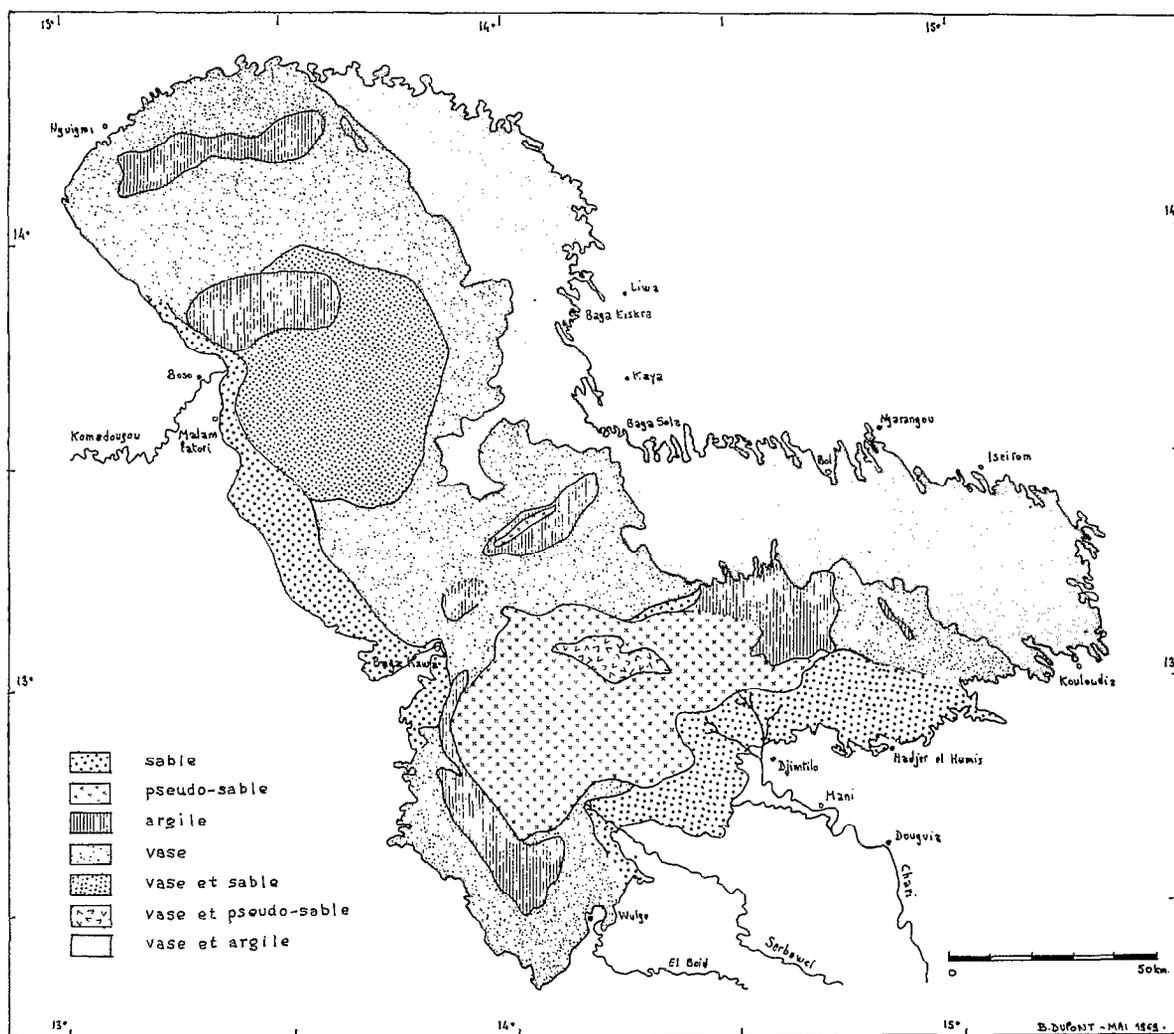


FIG. 4. — Nature des fonds du lac Tchad (carte provisoire).

La phase aqueuse représente entre 120 et 320 % du poids sec de l'argile molle, entre 40 et 130 % de celui de l'argile structurée. La fraction argileuse (inférieure à 0,002 mm) représente 55 à 85 % de la phase minérale, le limon (de 0,002 à 0,05 mm) représente de 10 à 40 %, le sable (supérieur à 0,5 mm), de 10 à 20 %. La matière organique environ 3 à 4 % du poids sec, a un rapport C/N moyen de 10, ce qui souligne de nouveau le rôle prépondérant des végétaux supérieurs. Ce rapport légèrement inférieur à celui des vases, garde les mêmes valeurs en profondeur (jusqu'à 1,30 m). L'analyse diffractométrique montre que la montmorillonite est toujours largement dominante et bien cristallisée. La kaolinite et l'illite n'existent qu'en très faible quantité. La capacité d'échange est voisine de 30 mé/100 g.

La différenciation de ces types d'argiles à partir d'un même matériau originel, l'argile molle, a pu être observée grâce, notamment, à l'examen de carottes. Schématiquement le mécanisme est le suivant :

— structuration de l'argile molle par suite du développement d'un réseau racinaire dû à l'installation d'une abondante végétation à base de roseaux et papyrus dès que la hauteur d'eau n'est plus que de

quelques dizaines de centimètres. Le rôle des réseaux racinaires est double : il isole des polyèdres et provoque une baisse de la teneur en eau.

— formation des granules d'argile par suite de l'intensification du processus précédent lors de l'exondaison. La dessiccation subie par le matériau en cours de saison sèche isole les polyèdres qui jouent alors indépendamment les uns des autres. Cette dessiccation était souvent accentuée par l'action du feu. Les polyèdres sont ensuite repris par l'eau et plus ou moins émoussés par suite, entre autres, de l'action des vagues et des courants.

— les blocs d'aspect scoriacé sont dus à l'action du feu. Il s'agit d'argile ayant subi une dessiccation irréversible par cuisson. Ces blocs sont abondants à l'emplacement des foyers allumés par les pêcheurs (cuisine, séchage du poisson...).

Ces mécanismes expliquent la teneur en matière organique plus élevée dans l'argile structurée, par suite de la présence de racines et radicelles que l'on observe tapissant les faces des polyèdres. Ils expliquent aussi la superposition de l'argile structurée sur l'argile molle, cette superposition montre de plus que l'enfouissement n'est pas à l'origine de cette structuration. L'argile molle peut cependant exister au-dessus d'un niveau d'argile structurée là où il y a eu reprise de la sédimentation après la formation de l'argile structurée.

Analyse diffractométrique() des vases et des argiles*

L'analyse aux rayons X de 20 échantillons du lac montre que ceux-ci, aussi bien les divers types de vases que les divers types d'argiles, ont la même composition minéralogique : montmorillonite largement

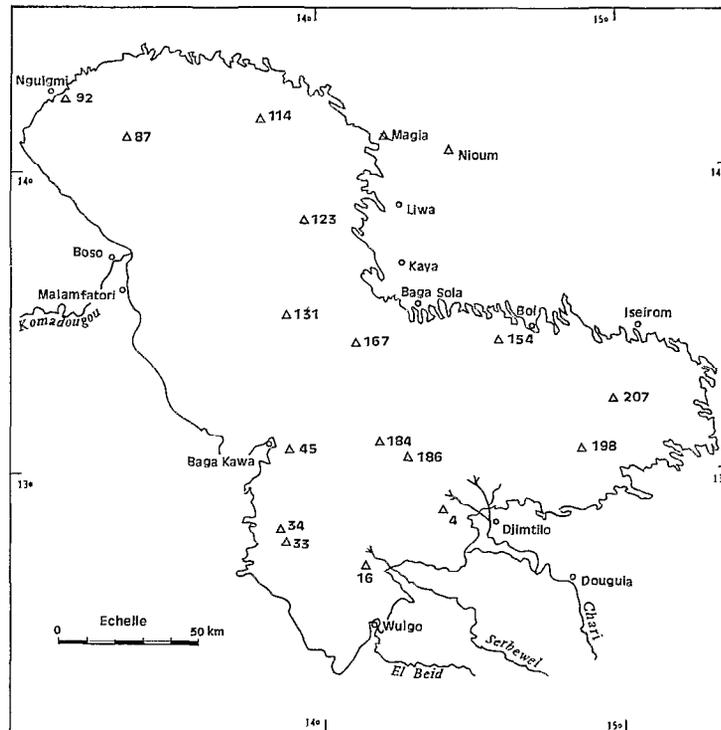


FIG. 5. — Localisation des échantillons étudiés par diffractométrie (n° des stations).

* Tous les échantillons ont été étudiés par M. PINTA au laboratoire de diffractométrie de l'ORSTOM à Bondy.

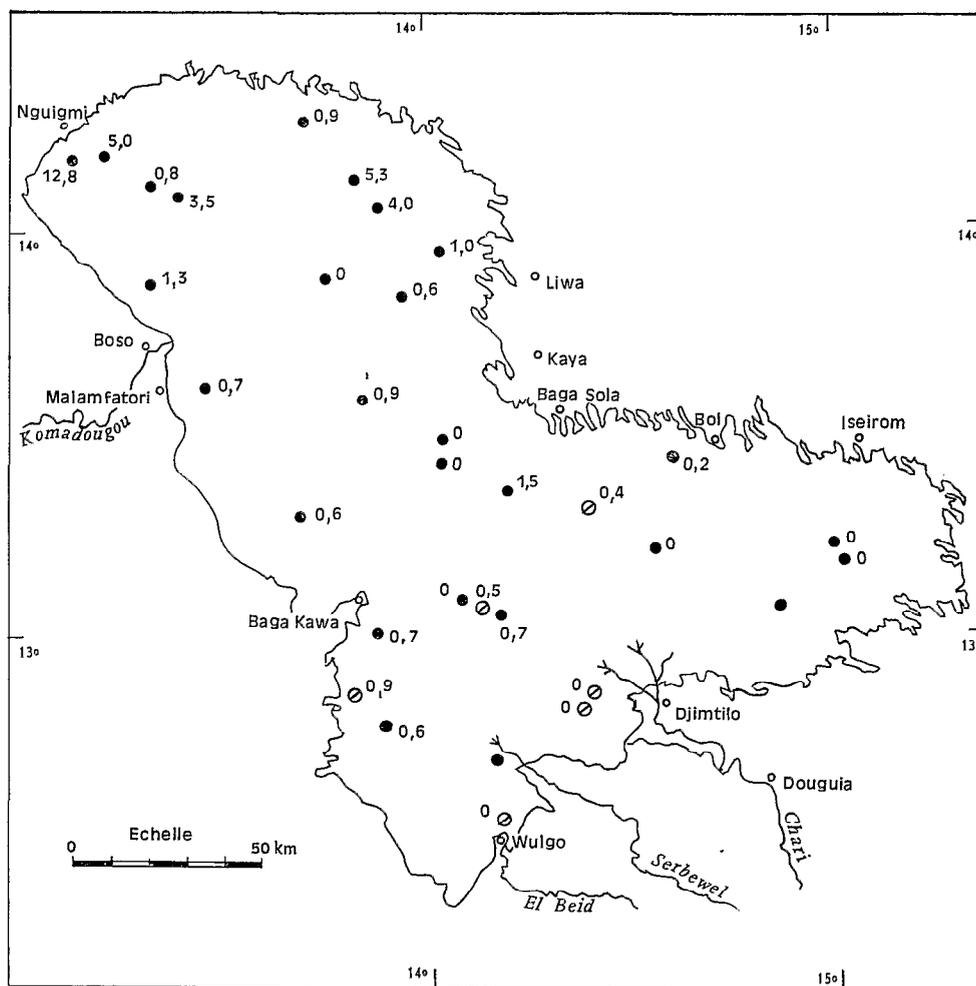
dominante, généralement bien cristallisée, kaolinite et illite en faible quantité ou à l'état de traces. Aucune différence de composition n'est apparue entre les sédiments des différentes zones du lac mais 3 échantillons, un de vase, un d'argile granulaire, un d'argile structurée, tous les trois recueillis à l'extrémité nord du lac présentent en plus les raies caractéristiques de la calcite. Des échantillons prélevés à diverses profondeurs sur plusieurs carottes de moins de 1 m n'ont révélé aucune différence de composition.

Ces résultats sont semblables à ceux obtenus pour des échantillons prélevés dans les ouadis (dépressions interdunaires) de la bordure du lac. Les échantillons de surface, correspondant à des fins de cycle lacustre étant riches en calcite. La montmorillonite y est généralement mal cristallisée.

Les pseudo-sables du lac sont composés quant à eux d'un noyau de montmorillonite bien cristallisée avec des traces de kaolinite, l'illite n'apparaissant pas, et d'un cortex présentant les raies de la goethite.

Teneurs en carbonates des sédiments du lac

Les vases et les argiles du lac, prélevées en surface ou en profondeur, ont généralement des teneurs en carbonates nulles, mais au nord du parallèle passant approximativement par le delta de la Komadou-



○ Echantillon de surface ● Echantillon profond

FIG. 6. — Teneurs en carbonates des sédiments du lac (résultats en % de CaCO_3).

gou, les teneurs peuvent atteindre 5 %. Dans cette zone la surface de nombreux blocs et granules d'argile présente un encroûtement carbonaté blanchâtre de très faible épaisseur. L'analyse diffractométrique aux rayons X y révèle la présence de calcite.

Dans les ouadis et les anciens bras du lac, aujourd'hui asséchés, ces encroûtements sont beaucoup plus largement développés, certains prennent même l'aspect de véritables tufs calcaires.

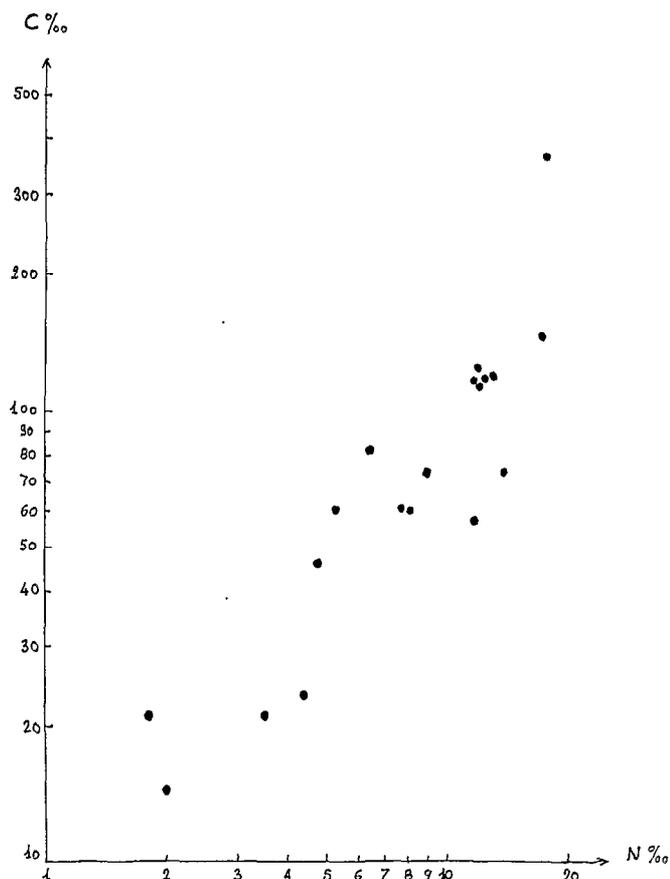


FIG. 7. — Diagramme carbone/azote des vases du lac.

Le pseudo-sable

Le pseudo-sable, signalé et décrit il y a plus de 10 ans par E. GUICHARD, se présente à l'état humide sous une teinte et un aspect caractéristique, exactement ceux du marc de café, sec il est brun-rougeâtre sombre (5 YR 3/2). Il est formé de petits grains arrondis de 0,2 mm dont la surface lisse et brillante montre presque toujours des fissures. Parfaitement individualisés, sans aucun ciment entre eux, les grains s'écrasent sous une faible pression ce qui permet de distinguer un cortex se détachant facilement d'un noyau. L'examen de plaques minces permet de distinguer deux types de grains :

— les uns formés d'un noyau d'argile brun-jaune clair, entouré d'un cortex sombre d'épaisseur irrégulière, généralement très mince mais parfois épais (1/5 du diamètre du grain) et à structure pelliculaire nette. Ce cortex présente fréquemment des marques d'érosion : épaisseur moindre sur les faces bombées et aux angles saillants où elle est parfois nulle.

— les autres à structure oolithique nette, ont un noyau rouge très sombre à noir arrondi ou ovoïde, entouré d'un cortex brun-rouge plus clair, épais, à structure pelliculaire. Les grains de ce type sont très généralement plus gros que les premiers, leur diamètre est presque toujours supérieur à 0,4 mm. Ils ne représentent qu'une très faible fraction du total, environ 5 %.

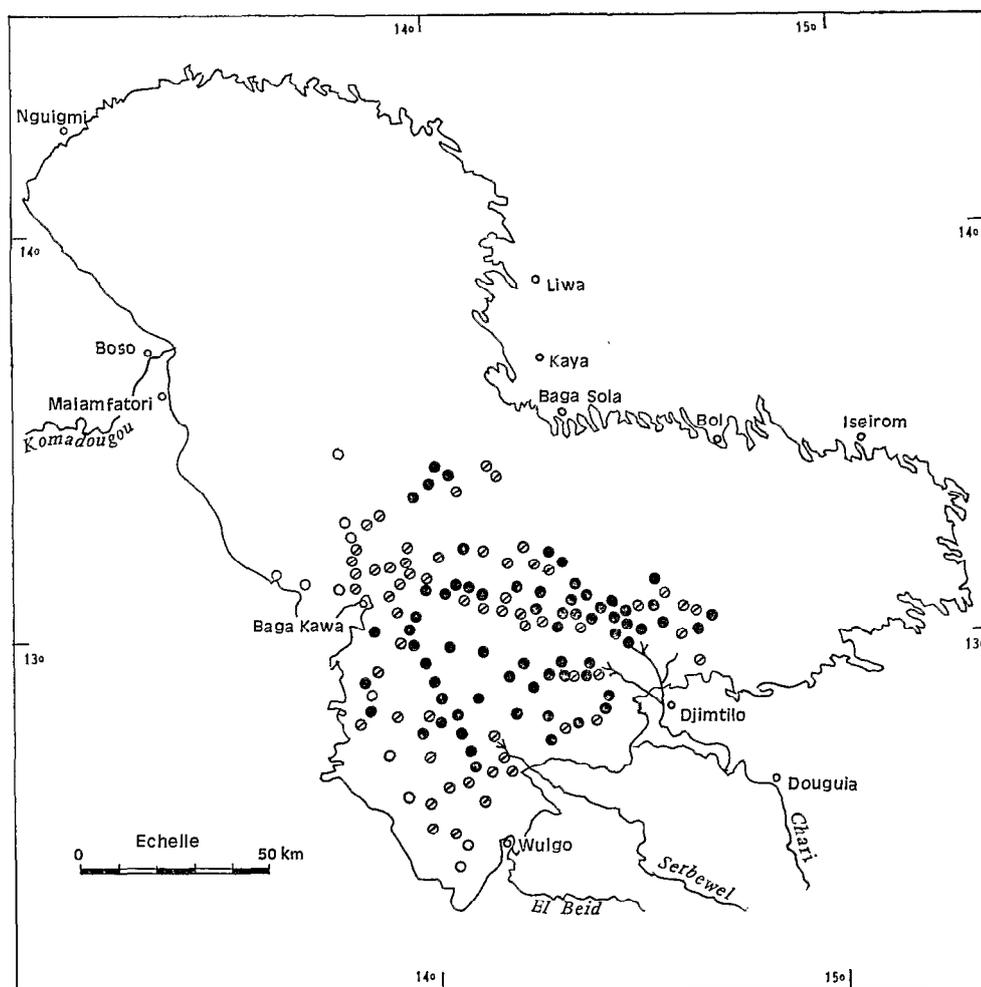


FIG. 8. — Répartition des « pseudo-sables » dans le lac Tchad.

- pseudo-sable en surface
- ⊗ pseudo-sable recouvert
- pseudo-sable et vase

Les courbes de fréquence des pseudo-sables sont unimodales avec un pic marqué pour 0,250 mm. Les médianes sont comprises entre 0,205 et 0,283 mm. Les courbes cumulatives sont très redressées, le sorting index de Trask est voisin de 1,2 ce qui correspond à un matériau très bien trié. La densité des grains est supérieure à celle du quartz, 2,80 au lieu de 2,65. La teneur en eau varie de 70 à 150 % du poids sec, elle est plus élevée que celle des sables. L'analyse diffractométrique montre que le noyau est formé de montmorillonite très bien cristallisée avec des traces de kaolinite, le cortex renferme de la goéthite

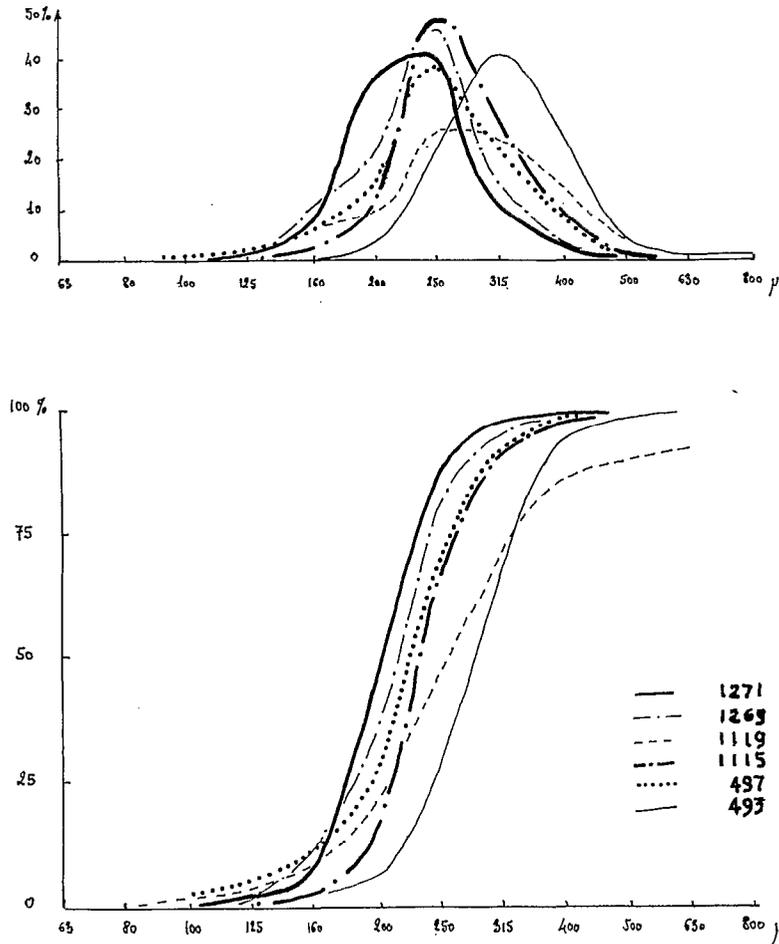


FIG. 9. — Courbes de fréquence et courbes cumulatives de 6 échantillons de pseudo-sables du lac.

(Fe_2O_3 , H_2O). La teneur en fer est importante 31 % en moyenne pour le fer total (de 14 à 44 %), le rapport fer libre sur fer total étant voisin de 0,6. Dans les argiles et les vases le fer total représente seulement 7,5 % du poids sec.

En adoptant pour les pseudo-sables une teneur moyenne en Fe_2O_3 de 30 % on obtient un poids de 42 kg de Fe_2O_3 au m^2 pour une épaisseur de dépôt de 5 cm. Pour l'ensemble du lac le poids total de Fe_2O_3 des pseudo-sables serait alors de 110 000 000 tonnes et le poids de fer de 77 000 000 tonnes.

Les sables

Les sables du lac sont essentiellement fins et bien triés, leurs médianes sont comprises entre 0,280 et 0,110 mm, ils se répartissent en :

- sables moyens, de 0,500 à 0,250 mm pour 10 %.
- sables fins, de 0,250 à 0,125 mm pour 80 %.
- sables très fins de 0,125 à 0,062 mm pour 10 %.

- 20 % des sables sont moyennement triés, $So < 0,80$.
 - 48 % des sables sont bien triés, $0,80 < So < 0,85$.
 - 32 % des sables sont très bien triés, $So > 0,85$.
- (So = sorting-index de Trask).

Leur teneur en matière organique, toujours faible, est voisine de 1 %, le pourcentage d'éléments fins (inférieurs à 0,050 mm) n'atteint qu'exceptionnellement des valeurs voisines de 10 %. Ils proviennent de 2 stocks différents :

- des sables dont la moyenne se situe autour de 0,250 mm.
- des sables dont la moyenne se situe autour de 0,160 mm.

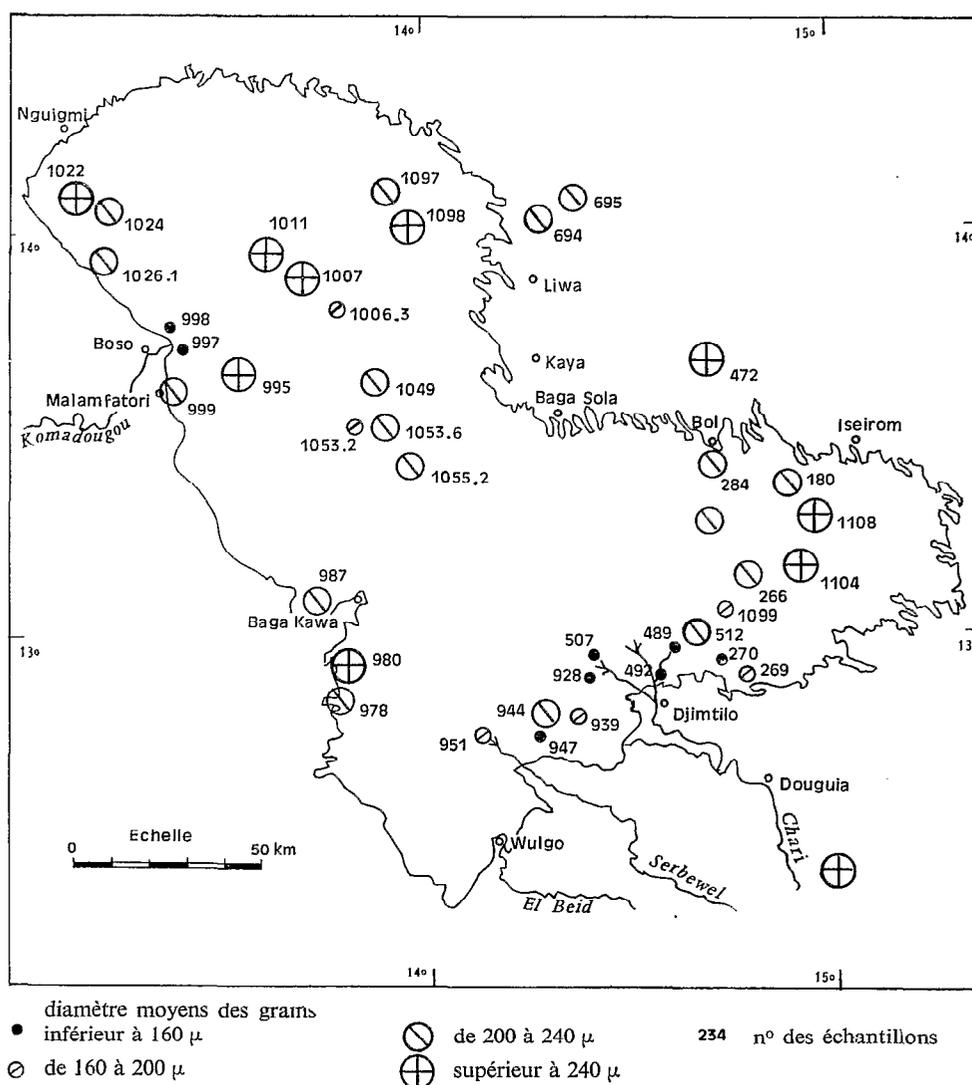


FIG. 10. — Etude des sables du lac Tchad.

Ces deux stocks sont généralement mêlés, le plus grossier dominant dans près de 70 % des cas. Le premier correspondant à l'erg s'étendant au nord-est du lac, il est presque uniquement quartzeux. Le second correspond aux apports des fleuves, celui du Chari étant micacé et mieux trié que celui de la Komadougou. Un troisième stock apparaît mais toujours en mélange où il ne représente pas plus de 14 % du total, il correspond à des sables dont la moyenne se situe autour de 0,400 mm.

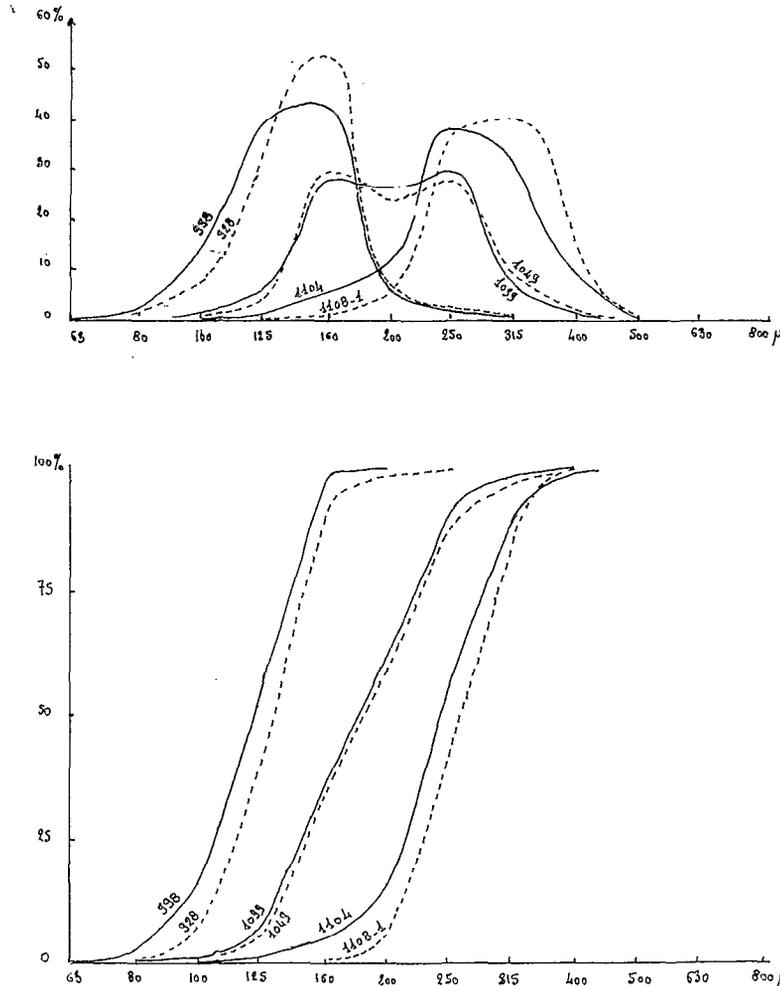


FIG. 11. — Courbes de fréquences et courbes cumulatives des sables du lac, (les chiffres sur les courbes se rapportent aux numéros des échantillons).

Diverses constructions graphiques ont été essayées pour différencier les types de sable. Sur le diagramme C/M de PASSEGA (1964) des nuages bien différenciés correspondent aux sables de l'erg, aux sables de plage, aux sables fluviaux et à ceux correspondant à un mélange. L'interprétation de ce diagramme indique que les sables fluviaux ont été transportés en suspension uniforme. Le diagramme obtenu en portant en abscisse la moyenne et en ordonnée la déviation standard permet également de distinguer plusieurs nuages de points correspondant chacun à un type de sable. Un résultat analogue est obtenu en remplaçant la déviation standard par l'asymétrie. Par contre si on porte en ordonnée l'angulosité, les types de sables ne se différencient plus clairement. D'une façon générale c'est la moyenne qui permet de les dis-

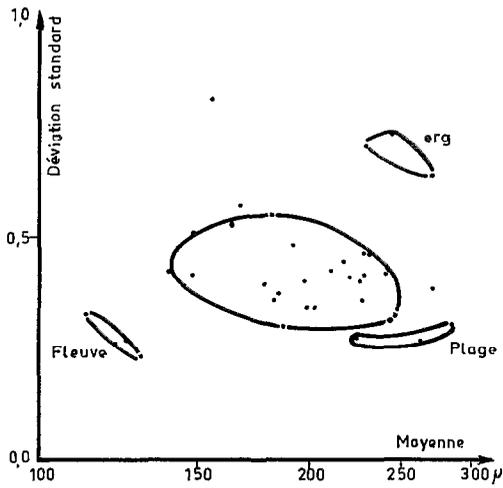


FIG. 12. — Diagramme déviation standard/moyenne des sables.

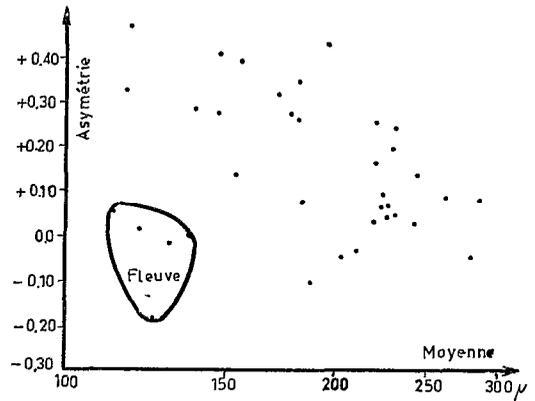


FIG. 13. — Diagramme asymétrie/moyenne des sables.

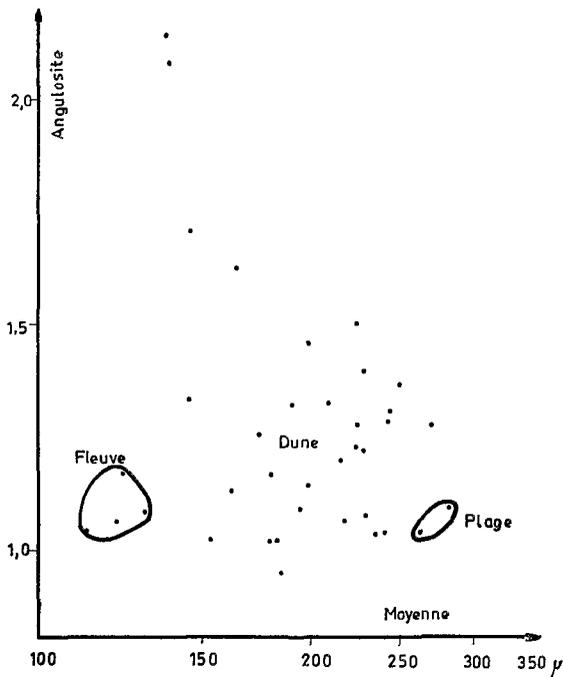


FIG. 14. — Diagramme angulosité/moyenne des sables.

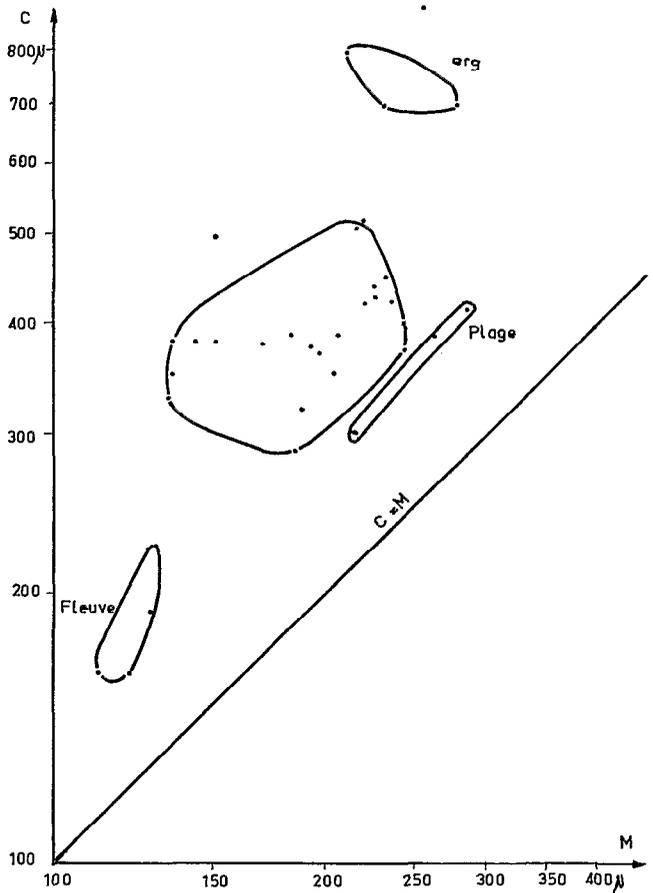


FIG. 15. — Diagramme CM des sables du lac.

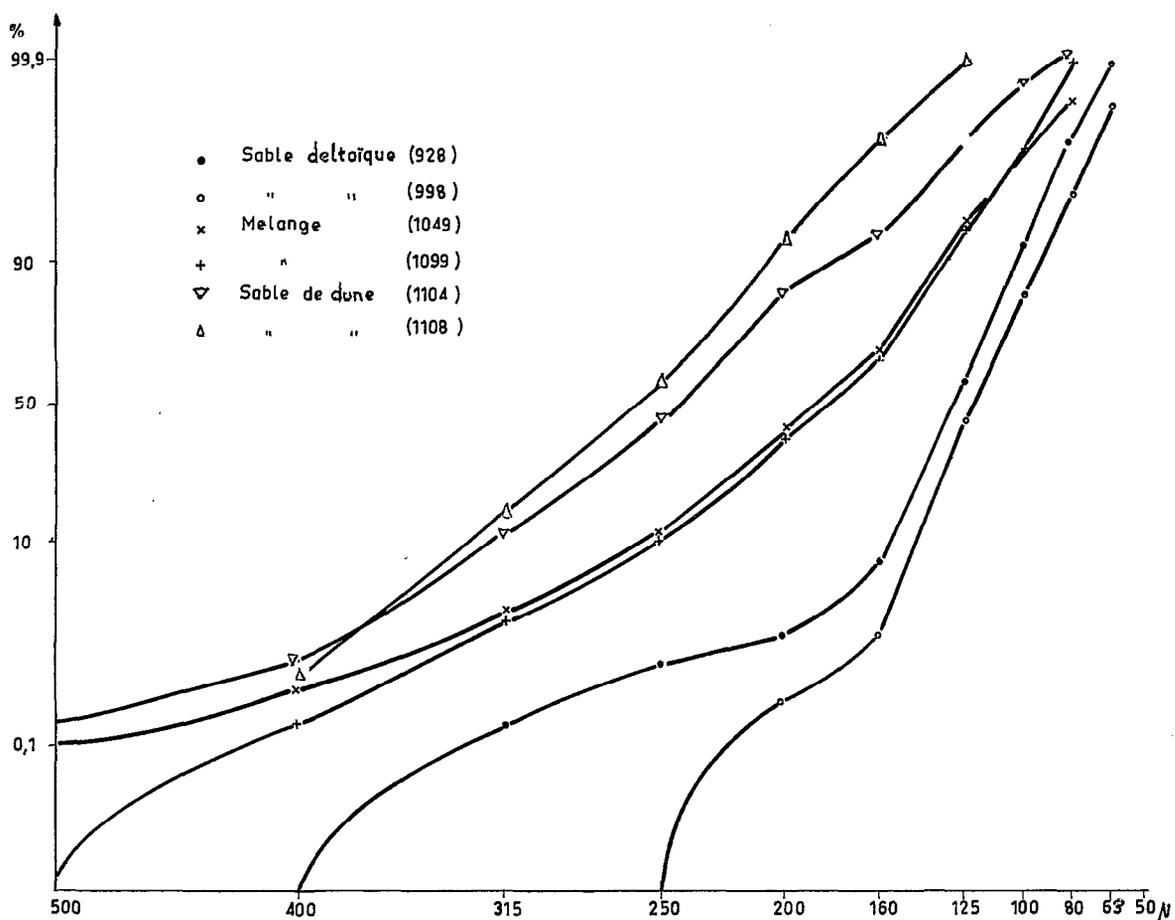
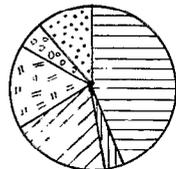
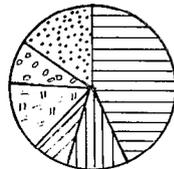


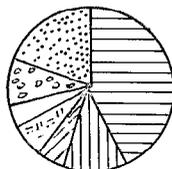
FIG. 16. — Courbes granulométriques de sables.



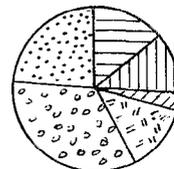
74 Chari



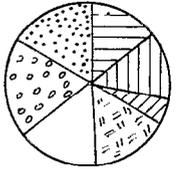
286 Chari



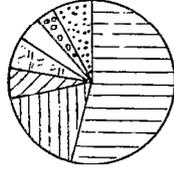
928 Delta du Chari



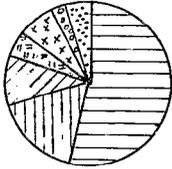
279 Delta du Chari



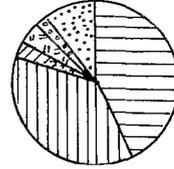
951 Delta de La Serbewel



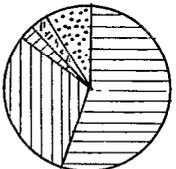
997 Delta de la Komadougou



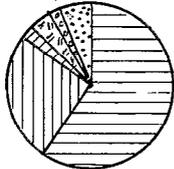
998 Delta de la Komadougou



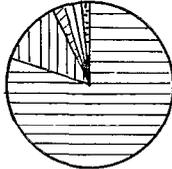
262



257

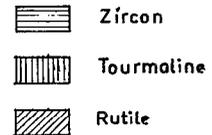


980



939

MINERAUX UBIQUISTES



MINERAUX DE METAMORPHISME

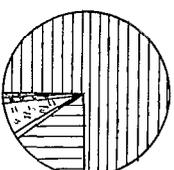
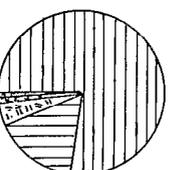
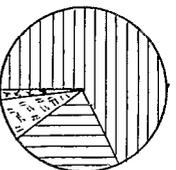
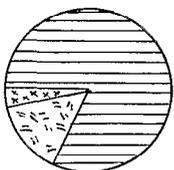
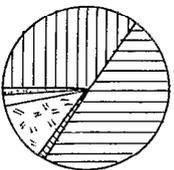
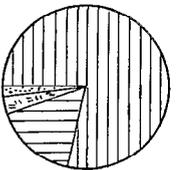
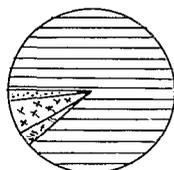
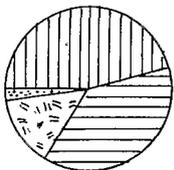
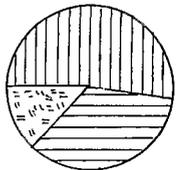
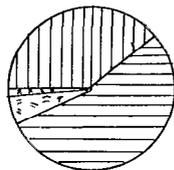
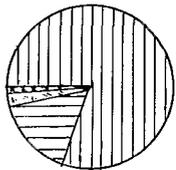
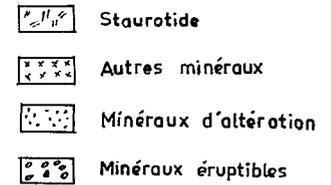


FIG. 17. — Composition minéralogique des sables du lac.

tinguer le plus nettement. Elle est faible pour les sables fluviaux, fortes pour les sables de l'erg, plus forte pour les sables de plage, ces résultats soulignant bien l'entraînement des éléments fins par le vent ou les vagues. La déviation standard est élevée pour les sables de l'erg, faible pour les sables de plage et les sables fluviaux. Le tri effectué par les vagues étant plus important que le tri éolien.

Analyse minéralogique des sables ()*

Les sables du lac renferment peu de minéraux lourds, habituellement de 0,1 à 0,2 %. Les minéraux résistants ubiquistes, zircon, tourmaline, rutile, représentent plus de 80 % du total, les minéraux de métamorphisme, staurotide, andalousite, disthène, sillimanite, environ 10 %. Cette composition est semblable à celle des sables de l'erg situé au nord-est du lac, mais différente de celle des sables recueillis au débouché du Chari, de la Serbewel et de la Komadougou. Ceux-ci sont plus riches en minéraux lourds par suite de l'importance des minéraux d'altération, épidote et zoïsite, et de la présence d'hornblende verte. Ces deux derniers types de minéraux représentent plus de 50 % du stock dans le cas de la Serbewel, environ 30 % dans le cas du Chari et 10 % dans le cas de la Komadougou, alors que dans le lac les minéraux d'altération ne représentent qu'environ 2 % du stock, la hornblende verte étant absente. Cette différence dans la composition minéralogique souligne la localisation très étroite à l'embouchure même des fleuves, des apports, localisation déjà mise en évidence par l'étude granulométrique, et permet de rattacher les sables de la zone est du lac aux anciens deltas reconnus par J. PIAS (1968).

L'étude de la composition minéralogique de 2 échantillons souligne de façon très nette l'action de tri effectuée par les vagues sur les petites plages de l'archipel : les zircons, habituellement associés à la fraction fine des sables (de 0,1 à 0,3 mm) ont été éliminés en même temps que celle-ci, la tourmaline et la staurotide, associées à la fraction grossière, ont par contre été conservées.

INTERPRÉTATION

La répartition géographique des différents types de sédiments conduit à certaines constatations :

La vase n'existe que là où l'absence de courant lui permet de se déposer sans être remise en suspension, d'une part dans les zones d'herbier et sur les hauts-fonds où la végétation a pu s'installer, d'autre part dans certaines zones profondes du lac. Par contre elle est presque totalement absente de la partie sud où les fonds ne dépassent pas 3 mètres.

L'argile molle n'existe, que là où la profondeur d'eau est toujours restée trop importante, de l'ordre de plusieurs dizaines de cm pour permettre le développement de la végétation. L'action de celle-ci se traduisant par la structuration de l'argile. L'argile structurée n'existe par contre que là où cette hauteur d'eau a suffisamment baissé pour que les papyrus et les roseaux puissent s'installer. L'argile granulaire, dans la mesure où les granules n'ont pas été déplacés, correspond à des zones venues à l'émergence. L'argile structurée et l'argile granulaire peuvent se rencontrer aujourd'hui à plus de 5 mètres sous le niveau du lac sans que leur existence à une telle profondeur implique une baisse aussi importante du niveau du lac. En effet par suite de l'existence de hauts-fonds, notamment ceux correspondant à la zone dite de la Grande Barrière, des zones du lac peuvent se trouver isolées à la suite d'une baisse peu importante du niveau de l'eau. Ces zones sont ensuite facilement asséchées par le jeu de l'évaporation (de l'ordre de 3,3 m par an).

Les sables apportés par les fleuves, restent localisés au débouché du Chari, de la Serbewel et de la Komadougou. Dans la partie est du lac ils correspondent aux apports anciens du Bahr el Ghazal et des cours antérieurs du Chari. La plus grande partie des sables sont ceux de l'erg envahi par le lac.

* Toutes les déterminations ont été faites par Mme DELAUNE au laboratoire de géologie de l'ORSTOM à Bondy.

Les pseudo-sables se rencontrent dans les eaux libres du sud du lac et entre le delta du Chari et la Grande Barrière. Ils paraissent totalement absents à l'est du delta actuel, dans l'archipel et les eaux libres du nord. Ils existent en petite quantité et mêlés à la vase sur la bordure nord-ouest de la Grande Barrière. Ils reposent toujours sur l'argile, soit l'argile molle plastique, soit, plus souvent l'argile structurée dont ils remplissent les fentes de dessiccation et les terriers creusés par les mollusques fouisseurs. Généralement en surface ils peuvent cependant être recouvert par un niveau d'argile molle, plastique, ou, plus souvent, par une couche de vase d'une dizaine de cm. (Cette couche atteint 55 cm dans la Grande Barrière). Leur épaisseur est habituellement de 5 à 10 cm, elle atteint 45 cm à 20 km au nord-est du delta mais aucun rapport n'apparaît entre l'épaisseur et la distance à celui-ci. Une carotte ayant traversé le pseudo-sable sur 18 cm montrait un lit argileux à 5 cm au-dessus de la base, une autre carotte qui les a traversés sur 20 cm montrait 2 lits argileux de 0,5 cm à 7 et 11 cm au-dessus de la base, leur dépôt n'a donc pas été toujours et partout continu. Le Chari dépose actuellement, juste à l'extrémité de son delta, des sables fins les pseudo-sables ne se rencontrant qu'au-delà. Le rapport du poids des pseudo-sables à celui de ces sables est de 3,6 (pour un diamètre moyen de 0,23 mm pour les premiers, de 0,13 mm pour les seconds). La forme des grains étant semblable il semble, donc qu'aujourd'hui le Chari ne soit pas en mesure d'amener au lac le type de pseudo-sable qu'on y rencontre en abondance.

La localisation géographique des pseudo-sables paraît rattacher leur origine au Chari, cette origine pouvant être soit allochtone : apports détritiques, soit autochtone : précipitation du fer apporté en solution ou sous forme de complexes.

L'hypothèse de l'allochtonie est suggérée par l'étude morphoscopique des grains : le cortex est aminci sur les parties saillantes, parfois absent, les traces d'usure sont très nettes sur certains grains. Elle paraît confirmée par l'existence de très rares agrégats formés de plusieurs grains soudés entre eux par un ciment ferrugineux. Ces agrégats correspondraient à des débris de cuirasse ou de croûte ferrugineuse. Des pseudo-sables ferrugineux ont été signalés dans les formations limoneuses du Tchad et dans les sols ferrallitiques au sud du 10^e parallèle (PIAS, 1962, et 1968, VIZIER, 1968) ; observés en lame mince ils se révèlent très différents de ceux trouvés dans le lac : ils sont formés de nombreux grains de quartz noyés dans un ciment ferrugineux. Par contre à Gala Ngodoum, à une quarantaine de km au nord-est du lac une dalle de grès ferrugineux couvrant le sommet d'une dune, montre en lame mince des oolithes très proches de celles observées dans le lac.

L'hypothèse de l'autochtonie est, quant à elle, suggérée par la présence de vraies oolithes ne présentant aucune trace d'usure. Elle l'est également par le fait que ces pseudo-sables n'ont encore jamais été observés dans les alluvions du Chari. Elle l'est encore par l'impossibilité mécanique dans laquelle paraît se trouver aujourd'hui le Chari de transporter des grains de la taille et du poids des pseudo-sables.

Il paraît possible de préciser l'âge du dépôt de ces pseudo-sables. Ceux-ci ne paraissent pas exister au large des anciens delta reconnus par J. PIAS, dont le plus récent aurait été fonctionnel jusque vers 1 800 ans BP (150 ap. J.C.), (des carottages seraient nécessaires pour confirmer l'absence de pseudo-sables à grande profondeur). D'autre part, dans la zone de Grande Barrière, ils sont localement recouverts par 55 cm de vase. En admettant une vitesse de sédimentation de 1 mm par an, vitesse obtenue à partir d'une carotte prélevée dans l'archipel près de Bol, ils auraient plus de 550 ans et seraient antérieurs à 1400. Mais par ailleurs ces pseudo-sables n'étant recouverts par aucun dépôt dans 49 % des cas, leur accumulation pourrait se poursuivre encore actuellement.

A partir des données recueillies *il est possible de proposer le schéma suivant de l'histoire récente du lac :*

- une phase lacustre dont les dépôts correspondent à l'argile gris-bleu et reposent sur des sables éoliens identiques à ceux de l'erg du Kanem.
- une phase de retrait représentée, par un niveau de quelques centimètres de vase très riche en matières organiques dans les zones les moins profondes, par des argiles sableuses dans les zones les plus profondes.
- une phase lacustre représentée par un niveau franchement argileux.

— une phase de retrait correspondant dans les zones les moins profondes à des sables ou à des vases très riches en matières organiques, dans les zones profondes à des argiles sableuses. La fin de cette phase a été datée, dans l'archipel, de 460 ± 95 ans BP (1490).

— une phase lacustre, le lac ne réatteignant pas son niveau précédent.

— une phase de retrait, encore peu marquée, menant à la période actuelle.

L'épaisseur des niveaux varie en fonction de l'emplacement des stations d'observation. D'une façon très générale elle est faible, parfois nulle, dans les zones peu profondes (bordures des îles de l'archipel, Grande Barrière...), ces zones étant par ailleurs celles qui ont enregistré les variations du niveau du lac avec le maximum de sensibilité. Au contraire les zones profondes n'ont dans la plupart des cas, enregistré aucune variation dans la sédimentation. Ce dernier point conduit à n'attribuer aux fluctuations du niveau du lac décrites qu'une amplitude minime (de l'ordre de quelques mètres), ces fluctuations étant de plus récentes et remontant sans doute, à moins d'un millénaire.

Manuscrit déposé le 25 mai 1970

BIBLIOGRAPHIE

- DUPONT (B.), 1967. — Etude sédimentologique du lac Tchad. Premiers résultats. ORSTOM, Fort-Lamy, 114 p., 33 fig., 25 tabl., bibliogr.
- FOLK (R.L.), 1966. — A review of grain-size parameters. *Sedimentology*, vol. 6, n° 2, pp. 73-93, 1 fig., 3 tabl., bibliogr. (5 p.).
- FOLK (R.L.), WARD (W.C.), 1957. — Brazos river bar : a study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, vol. 37, n° 1, pp. 3-26.
- GUICHARD (E.), 1957. — Sédimentation du lac Tchad. ORSTOM, Fort-Lamy, 46 p. *multigr.*, tabl., croquis, 1 carte HT.
- PASSEGA (R.), 1964. — Grain size representation by CM patterns as a geological tool. *J. Sediment. Petrol.*, vol. 34, n° 4, pp. 830-847.
- PIAS (J.), 1962. — Les sols du moyen et bas Logone, du bas Chari, des régions riveraines du lac Tchad et du Bahr-El-Ghazal. Mémoires ORSTOM n° 2, 438 p., 32 pl. tabl., bibliogr., 14 cartes HT.
- 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). ORSTOM, 426 p., 2 cartes HT.
- VIZIER (J.F.), 1968. — Cartes pédologiques de reconnaissances de la république du Tchad. Feuilles de Manga et Lai. ORSTOM, Fort-Lamy.

ANNEXES

TABLEAU I

Granulométrie des vases

N°	A (%)	L (%)	LG (%)	SF (%)	SG (%)
249	32,6	28,4	5,3	19,7	14
278	30	14	33,5	22,5	
283	22	15,4	25,4	36,2	1
476	42,7	26,5	1,8	9,7	8,6
491	25	16	8,8	49,0	0,5
517	42,5	24,6	2,2	7,3	23,0
619	38	20,2	1,9	12,6	21,5
624	34	20	2,1	15,6	23,3
633	28	24,7	2,5	12,6	25,8
641	34,0	22,2	2,1	21,7	11,6
654	29,2	20,5	2,7	17,0	19,9
667	42	20,7	4,3	9,6	10,2
670	36,0	22,0	3,6	17,9	16,0

TABLEAU II

Granulométrie des vases gris-clair

N°	A (%)	L (%)	LG (%)	SF (%)	SG (%)
649	24,2	20,0	2,9	18,6	29,8
650	22,0	18,5	2,7	18,8	34,7
652-1	18,7	18,5	2,8	20,7	30,0
652-2	22,0	23,5	5,8	28,9	15,4

A : argile : de 0,000 à 0,002 mm.

L : limon : de 0,002 à 0,020 mm.

LG : limon grossier : de 0,020 à 0,050 mm.

SF : sable fin : de 0,050 à 0,200 mm.

SG : sable grossier : de 0,200 à 2,000 mm.

DISTRIBUTION ET NATURE DES FONDS DU LAC TCHAD

TABLEAU III

Granulométrie des argiles

N°	A (%)	L (%)	LG (%)	SF (%)	SG (%)
240	64,4	22,8	1,8	7	4
247	71	17	3	5	4
250	62	24	2,5	6,1	5,4
256	58	19,5	3,5	9	10
259	70	16,5	1,5	6	6
260-1	65	23	3	7	2
265	61	36	1	2	0
273	85	12	1,5	1,5	0
284	59	22	4	13	2
505	65	30,7	1	2	1
511	60,5	26,2	1	6,4	5,8
516	56,5	24,2	1,5	11,7	6,2
628	63,5	11,0	0,4	13,5	4,6
635	60,2	27,7	2,2	6,3	1,9
664	72,7	11,0	0,8	7,0	3,4
666	61,0	16,0	0,8	11,1	3,2

TABLEAU IV

Granulométrie des pseudo-sables

(Légende au bas du tableau V)

N°	Moy.	Md.	So.	D.St.	Asy.	Ang.
493	286	283	1,16	0,32	0,50	1,30
497	226	226	1,16	0,44	0,08	1,79
1094	330	310	1,19		0,40	1,59
1115	243	235	1,13		0,13	1,66
1119	272	260	1,25		0,10	
1204	218	220	1,20		0,10	1,93
1269	214	215	1,16		0,21	1,38
1270	217	220	1,16		0,36	1,41
1271	204	205	1,14		0,02	1,42

TABLEAU V

Granulométrie des sables

N°	Moy.	Md.	So.	D.St.	Asy.	Ang.
180	230	282	1,29	0,71	0,05	1,07
234	189	198	1,25	0,40	0,00	1,09
255	218	215	1,25	0,45	0,14	1,20
266	226	225	1,20	0,41	0,06	1,27
269	177	170	1,22	0,40	0,28	1,25
270	148	135	1,27	0,51	0,41	1,33
489	148	142	1,18	0,42	0,27	1,70
492	124	127	1,14	0,28	0,18	1,17
507	155	136	1,52	0,72	0,40	1,02
512	200	205	1,16	0,35	0,00	1,45
928	130	130	1,13	0,24	0,01	1,08
939	184	188	1,23	0,38	0,10	1,01
944	230	220	1,24	0,48	0,06	1,39
947	139	134	1,15	0,43	0,29	2,14
951	186	184	1,18	0,31	0,08	0,94
978	167	150	1,28	0,57	0,47	1,62
980	245	230	1,45	0,74	0,25	1,28
987	163	152	1,32	0,53	0,32	1,13
995	246	242	1,14	0,32	0,04	1,30
997	113	112	1,21	0,34	0,06	1,04
998	122	121	1,16	0,27	0,02	1,06
999	226	220	1,26	0,48	0,17	1,22
1006-3	191	180	1,27	0,49	0,27	1,32
1007	240	235	1,24	0,42	0,10	1,03
1011	273	255	1,07	0,39	0,43	2,08
1022	271	280	1,30	0,64	0,04	1,27
1024	220	220	1,25	0,42	0,04	1,06
1026-1	199	203	1,18	0,35	0,04	1,14
1037	224	215	1,13	0,28	0,08	1,50
1038	287	285	1,14	0,31	0,09	1,09
1049	236	230	1,03	0,38	0,20	1,23
1053-2	180	165	1,33	0,55	0,35	1,16
1953-6	210	215	1,20	0,43	0,03	1,32
1055-2	226	225	1,22	0,42	0,07	1,22
1099	181	170	1,22	0,37	0,32	1,01
1104	250	242	1,15	0,33	0,14	1,36
1108	265	263	1,15	0,27	0,09	1,03

Moy. : moyenne en μ .Md. : médiane en μ .

So. : Sorting-index de Trask

D.St. : déviation standard.

Asy. : asymétrie.

Ang. : angulosité.

RÉSULTATS DE L'ANALYSE DIFFRACTOMÉTRIQUE DES SÉDIMENTS DU LAC.

(Entre parenthèses : n° des stations et dates de prélèvement).

- 931 (4-4.68) — Pseudo-sable, 0-5 cm.
Montmorillonite très importante, très bien cristallisée,
Traces de kaolinite,
Un peu de goéthite.
- 953 (16-4.68) — Vase, 0-5 cm.
Montmorillonite dominante, bien cristallisée,
kaolinite,
Traces faibles d'illite.
- 969 (33-4.68) — Argile granulaire, 0-5 cm.
Montmorillonite très importante, bien cristallisée,
Un peu de kaolinite.
- 970 (34-4.68) — Argile structurée, 5-25 cm.
Montmorillonite dominante, bien cristallisée,
Kaolinite
Traces d'illite.
- 971 (34-4.68) — Argile structurée, 28-43 cm.
Montmorillonite dominante, bien cristallisée.
Un peu de kaolinite,
Traces d'illite.
- 972 (34-4.68) — Argile structurée, 45-55 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Traces d'illite.
- 983 (45-4.68) — Argile, 0-5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Traces d'illite.
- 1015 (87-4.68) — Vase, 0-5 cm.
Montmorillonite,
Kaolinite,
Un peu d'illite,
Un peu de calcite.
- 1019-2 (92-4.68) — Argile structurée, 0-5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite
Un peu d'illite,
Calcite.
- 1035 (114-4.68) — Argile granulaire, 0-5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite,
Un peu de calcite.
- 1045 (123-4.68) — Vase, 0-5 cm.
Montmorillonite,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 1055-2 (131-4.68) — Argile, 0-5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.

- 1066 (154-4.68) — Argile granulaire, 20-35 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 1067 (154-4.68) — Argile, 35-45 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 1068 (154-4.68) — Vase, 0-20 cm.
Montmorillonite,
Kaolinite,
Trace d'illite.
- 1075 (167-4.68) — Pseudo-sable, 0,5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 1092 (184-4.68) — Argile, 20-30 cm.
Montmorillonite assez bien cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
Montmorillonite,
- 1094 (186-4.68) — Pseudo-sable, 0-5 cm.
Montmorillonite bien cristallisée et très importante,
Traces de kaolinite,
Probablement goethite.
- 1100 (198-4.68) — Vase, 0-5 cm.
Montmorillonite assez bien cristallisée,
Kaolinite,
Illite.
- 1107 (207-4.68) — Argile, 0-5 cm.
Montmorillonite,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 674 (Magia, Kanem) — Limon de surface.
Un peu de montmorillonite mal cristallisée,
Traces de kaolinite,
Calcite très importante.
- 692 (Magia, Kanem) — Argile, 130-200 cm.
Montmorillonite mal cristallisée,
Kaolinite,
Un peu d'illite.
- 713 (Nioum, Kanem) — Limon de surface.
Montmorillonite,
Traces de kaolinite,
Traces possibles d'illite,
Calcite assez importante.
- 719 (Nioum, Kanem) — Argile, 400-450 cm.
Montmorillonite mal cristallisée,
Un peu de kaolinite,
Probablement produits amorphes.

DISTRIBUTION ET NATURE DES FONDS DU LAC TCHAD

TABLEAU VI

Pourcentage des minéraux lourds dans les sables du lac

	74	286	928	279	951	997	998	262	257	980	939
Zircon	45	45	43	14	15	54	55	44	56	60	82
Tourmaline	2	12	12	12	16	18	17	37	30	25	12
Rutile	20	6	6	2	3	6	10	3	3	2	2
Grenat	1	1	1	+	1	+		+	+	+	
Staurotide	11	8	6	10	16	6	4	5	5	4	2
Disthène	6	2	2	2	6	3	4	+	+	+	+
Sillimanite	1	3	+	3	6	1	2	+	+	+	+
Andalousite.....		+	1	+	2	1	+	+	+	+	
Epidote	7	17		23		8	6	10	6		
Zoisites	3		20		16					7	1
Allanite	1										
Hornblende verte	2	6	9	34	19	3	2	1		1	1
Pyroxènes monocliniques		+	+	+							
Hypersthène											
Sphène		+		+							
Corindon	1										
% pondéral		0,19	0,92	0,72	0,38	0,50	0,43	0,12	0,22	0,16	0,44

74 : Chari à 300 km du lac

286 : Chari à 60 km du lac

928 : Delta du Chari

279 : Delta du Chari

951 : Delta de la Serbewel

997 : Delta de la Komadougou

998 : Delta de la Komadougou

262 : zone est du lac

257 : zone est du lac

980 : côte nigériane au sud de Baga-Kawa

939 : bordure sud-ouest du delta du Chari

+ : pourcentage inférieur à 0,5 %

TABLEAU VII

Pourcentage des minéraux lourds dans les sables du lac (suite)

	995	999	1 006	1 007	1 024	1 026	1 049	1 055-2	1 099	1 038	1 108	202	694
Zircon	68	79	53	81	78	34	46	38	76			64	20
Tourmaline	22	16	34	15	16	49	38	55	14	79	89	25	65
Rutile	+	+	+	+		1	+		1			2	
Grenat							+		+			+	
Staurotide	8	3	13	3	4		13	6	6	14	2	4	2
Disthène			+			12	+		1		3	+	9
Sillimanite	2						+	+				+	2
Andalousite	10	+	+	+	1	3	+	1	+	7	4	+	
Epidote		2	+	1	1	1	3	2			2	5	
Zoisite													2
Allanite													
Hornblende verte					+							+	
Pyroxènes monocliniques ..												+	
Hypersthène												+	
Sphène													
Corindon													
% pondéral	0,12	0,28	0,06	0,23	0,14	0,06	0,07	0,02	0,40	0,01	0,02	0,11	0,08

1 038 - 1 108 : plage de l'archipel

202 - 694 : dune de l'erg au nord-est du lac.

TABLEAU VIII

Teneurs en carbonates de quelques sédiments du lac
(station : n° de la tournée d'avril 1968)

N°	Station	Nature	Profondeur (en cm)	CaCO ₃ (%)
932-A	5	argile	10-30	0
932-B	—	—	30-60	0
932-C	—	—	60-80	0
934	6	—	10-20	0
938	—	—	70-80	0
953	16	vase	0-10	0
956	30	argile	10-20	0
969	33	argile	0-10	0,6
974	37	vase	0-10	0,9
981	43	argile	0-10	0,7
990	53	vase	0-10	0,6
996	64	—	0-10	0,7
1005	74	—	0-10	0
1015	87	—	0-10	3,5
1016	88	argile	0-10	0,8
1017	90	vase	0-10	5,1
1020	93	argile	5-10	12,8
1027	101	vase	0-10	1,3
1033	112	argile	0-10	0,9
1035	114	—	0-10	5,3
1036	115	vase	0-10	4,0
1041	119	vase	0-10	1,0
1045	123	vase	0-10	0,6
1051	130	—	0-10	0,9
1054	133	argile	5-10	0
1055-4	134-1	—	30-40	0
1057	138	—	0-10	1,5
1061	145	vase	0-10	0,4
1063	149	argile	0-10	0
1067	154	—	35-45	0,1
1068	—	vase	0-20	0,2
1089	182	argile	30-50	0
1091-1	183	vase	0-15	0,5
1092	184	argile	20-30	0
1100	198	vase	0-5	0
1106	206	—	0-8	0
1107	207	argile	0-10	0

TABLEAU IX

Teneurs en carbone et en azote des sédiments du lac

N°	Station	Profondeur	Nature	C ‰	N ‰	C/N	MO (%)
953	16		V	45,91	4,67	9,83	7,94
955	19		V	60,03	8,15	7,48	10,38
974	37		V	21,05	3,48	6,04	3,64
990	53		V	73,03	9,02	8,09	12,63
996	64		V	23,32	4,37	5,33	4,03
1005	74		V	73,41	13,86	5,29	12,69
1006-1	74-1		S	14,53	1,95	7,45	2,51
1015	87		V	116,64	11,80	9,88	20,17
1017	90		V	113,78	12,05	9,44	19,68
1027	101		V	63,14	11,72	5,38	10,92
1032-1	110-1		V	60,23	7,68	7,84	10,41
1036	115		V	124,29	11,94	10,40	21,50
1041	119		V	118,51	12,70	9,33	20,51
1045	123		V	146,26	17,50	8,35	25,30
1051	130		V	120,47	12,80	9,41	20,84
1068	154		V	60,23	5,26	11,45	10,41
1081	173		V	83,20	6,45	12,89	14,39
1100	198		V	21,05	1,84	11,44	3,64
1166	56-1		T	443,66	10,45	42,45	76,75
1212	1		S	0,29	0,12	2,42	0,05
1219	7		S	3,95	0,44	8,98	0,68
1223	10		V	151,12	9,09	16,62	26,14
1224	10	10-15	PS	4,86	0,64	7,59	0,84
1225	10	20-25	A	11,98	1,49	8,04	2,07
1226	10	40-45	A	26,78	2,34	11,44	4,63
1227	10	60-65	A	27,54	2,32	11,87	4,76
1228	11	0-5	V	49,06	3,52	13,94	8,49
1229	—	5-10	V	123,43	6,54	18,87	21,35
1230	—	10-15	PS	82,29	5,52	14,91	14,24
1231	—	15-20	A		2,90		
1232	—	20-25	—	8,16	0,99	8,24	1,41
1233	—	25-30	—	3,49	0,76	4,59	0,60
1234	—	30-35	—	4,33	0,66	6,56	0,75
1236	—	40-45	—	3,90	0,59	6,61	0,67
1237	—	45-50	—	4,04	0,61	6,62	0,69
1238	—	50-55	—		0,72		
1239	—	55-60	—	14,54	1,39	10,46	2,51
1242	17	0-10	V		8,73		
1243	—	10-15	V	166,92	9,63	17,33	28,88
1244	—	20-25	A	28,80	2,47	11,66	4,98
1245	—	30-35	A	21,74	1,85	11,75	3,76
1246	—	40-45	A	19,12	1,79	10,68	3,39
1247	—	50-55	A	2,80	1,66	1,69	16,19
1251	24		V	34,47	2,63	13,12	5,96
1252	—		V	30,87	2,57	12,03	5,34
1253	26		V	168,32	9,96	16,90	29,12
1254	27		V	90,85	6,09	14,92	15,72
1259-A	38	0-5	PS		0,91		
— B	—	5-10	A	19,25	1,73	11,13	3,33
— C	—	10-15	A		1,83		
— D	—	15-20	A	19,74	2,23	8,85	3,41

DISTRIBUTION ET NATURE DES FONDS DU LAC TCHAD

TABLEAU IX (suite)

N°	Station	Profondeur	Nature	C ‰	N ‰	C/N	MO (%)
1259-E	—	20-25	A	23,40	2,36	9,91	4,05
— F	—	25-30	A	20,28	2,20	9,22	3,51
— G	—	30-35	A	21,45	2,31	9,28	3,71
— H	—	35-40	A	23,79	2,39	9,95	4,12
— I	—	40-45	A	20,67	2,25	9,19	3,57
1260-A	39	0-2	V		2,61		
— B	—	5-10	PS	75,40	5,04	14,96	13,04
— C	—	10-15	A	24,18	2,51	9,63	4,18
— D	—	15-20	A	27,69	2,72	10,18	4,79
— E	—	20-25	A	26,52	2,47	10,74	4,59
— F	—	25-30	A	27,69	2,87	9,65	4,79
— G	—	30-35	A	28,47	2,70	10,54	4,92
— H	—	35-40	A	28,08	2,84	9,89	4,86
— I	—	40-45	A	30,42	2,90	10,49	5,26
— J	—	45-50	A	30,03	3,08	9,75	5,19
— K	—	50-55	A		2,96		
— L	—	55-60	A	22,56	2,82	8,00	3,90
— M	—	60-65	A	23,52	2,75	8,55	4,07
— N	—	65-70	A	25,43	2,89	8,79	4,39
— O	—	70-75	A	27,93	3,15	8,87	4,83
1260-P	39	75-80	A	26,96	2,94	9,17	4,66
— Q	—	80-85	A	24,9	3,12	7,96	4,30
— R	—	85-90	A	39,83	4,11	9,69	6,89
1262-A	46	0-5	V	97,5	6,17	15,8	16,9
— B	—	5-10	V	101	6,05	15,8	17,5
— C	—	10-15	PS	21,51	1,99	10,81	3,72
— D	—	15-20	PS	10,33	1,15	8,98	1,79
— E	—	20-25	A	11,09	1,53	7,25	1,92
— F	—	30-35	A	12,94	1,36	9,51	2,24
— G	—	35-40	A	20,8	1,84	11,3	3,60
— H	—	40-45	A	19,45	1,99	9,77	3,36
— I	—	45-50	A	21,51	1,95	11,03	3,72
— J	—	50-55	A	20,32	2,04	9,96	3,51
— K	—	55-60	A	19,36	1,97	9,83	3,35
— L	—	60-65	A	13,50	1,85	10,00	3,20
— M	—	65-70	A	18,03	1,90	9,49	3,12
— N	—	70-75	A	19,53	1,71	11,42	3,38
— O	—	78-80	A		1,90		
1264	49		V	77,76	0,30	25,9	13,45
1265-O			S	1,59	0,53	3,00	0,27
1265-A	58	0-5	A	42,80	3,41	12,55	7,40
— B	—	5-8	A	45,05	3,83	11,76	7,79
— C	—	8-13	S	2,79	0,35	7,97	0,48
— D	—	13-18	S	1,52	0,29	5,24	0,26
— E	—	18-23	S	1,54	0,25	6,16	0,27
— F	—	23-28	S	1,07	0,21	5,09	0,18
— G	—	28-33	S	0,75	0,23	3,26	0,13
1266-A	60	0-5	S	2,10	0,28	7,50	0,36
— B	—	10-15	S	1,56	0,22	7,09	0,27
— C	—	20-25	A	13,27	1,64	8,09	2,29
— D	—	30-35	A	16,51	1,83	9,02	2,86
— E	—	40-45	A	18,22	1,78	10,23	3,15

TABLEAU IX (suite)

N°	Station	Profondeur	Nature	C ‰	N ‰	C/N	MO (%)
1266-F	—	50-55	A	17,66	1,60	11,04	3,05
— G	—	60-65	A	17,28	1,64	10,54	2,98
— H	—	70-75	A	19,90	1,57	12,67	3,44
— I	—	80-85	A	19,34	1,63	11,86	3,34
— K	—	90-95	A	21,22	1,73	12,26	3,67
— F	—	100-105	A	19,13	1,67	11,45	3,31
— L	—	110-115	A	20,65	1,84	11,22	3,57
— M	—	120-125	A	21,99	1,81	12,15	3,80
— N	—	130-135	A	21,23	1,95	10,89	3,67
1267-A	62	0-10	V	75,92	5,61	13,53	13,13
— B	—	10-15	V	84,24	5,54	15,20	14,57
— C	—	20-25	V		5,21		
— D	—	30-35	V	52,28	3,78	13,83	9,04
— E	—	40-45	V	52,92	3,66	14,46	9,15
— F	—	50-55	V		9,09		
— G	—	60-65	A	15,29	2,49	6,14	2,64
— H	—	70-75	A	11,76	1,29	9,12	2,03
— I	—	80-85	A	12,52	1,48	8,46	2,16
— J	—	90-95	A	12,33	1,36	9,07	2,13
— K	—	100-105	A	12,04	1,29	9,33	2,08
— L	—	110-115	A	16,64	1,34	12,42	2,88
— M	—	120-125	A	14,92	1,29	11,56	2,58
— N	—	130-135	A	17,22	1,46	11,79	2,98
1269	71		PS		0,47		
1270	72		PS	2,02	0,38	5,37	0,35
1271	73		PS	2,64	0,82	3,22	0,46
1272	74		A ?	46,27	3,45	13,41	8,00
1279	82		PS	3,44	0,62	5,55	0,59
1277	89		S	5,59	0,61	9,16	0,97

MO : matière organique.

A : argile, V : Vase, S : sable, PS : pseudo-sable, T : tourbe.

Les échantillons pour lesquels la profondeur, en cm, n'est pas précisée correspondent à des échantillons de surface.

Les échantillons 928 à 1 106 ont été prélevés en avril, le 1 166 en septembre, de 1 212 à 1 277 en décembre 1968.

TABLEAU X

Capacité d'échange des sédiments du lac

Numéros	Station	Profondeur	Nature	CE
1228	11	0-5	V	36,2
1229	—	5-10	V	54,4
1230	—	10-15	PS	44,1
1231	—	15-20	A	35,2
1232	—	20-25	A	29,4
1236	—	40-45	A	22,8
1239	—	55-60	A	34,1
1242	17	0-10	V	58,0
1243	—	10-15	V	66,8
1244	—	20-25	A	35,4
1245	—	30-35	A	32,9
1246	—	40-45	A	31,3
1247	—	50-55	A	33,8
1 267-A	62	0-10	V	39,2
— B	—	10-15	V	44,3
— C	—	20-25	V	43,2
— D	—	30-35	V	35,1
— E	—	40-45	V	34,3
— F	—	50-55	V	64,4
— G	—	60-65	A	95,3
— H	—	70-75	A	41,4
— I	—	80-85	A	31,7
— J	—	90-95	A	28,5
— K	—	100-105	A	27,6
— L	—	110-115	A	25,9
— M	—	120-125	A	22,2
— N	—	130-135	A	24,6
1270	72	0-5	PS	91,4
1271	73	0-5	PS	99,0
1273	82	0-5	PS	84,8

Profondeur en cm.

CE : capacité d'échange en mé/100 g de sédiment sec.

TABLEAU XI

Teneurs en fer des sédiments du lac
(résultats exprimés en Fe₂O₃ ‰)

Numéros	Station	Profondeur	Nature	Fe libre ‰	Fe total ‰	Fe libre/Fe total
928	1		S	3,04	5,60	0,54
1007	77		S	2,90	34,00	0,08
1066	154	20-35	A	31,00	62,4	0,49
1075	167		PS	96,52	140,2	0,68
1094	186		PS	275,57	440,8	0,62
1212	1		S	4,16	4,4	0,94
1219	7		S	202,24	276,6	0,73
1223	10		V	104,48	136,4	0,76
1224	—	10-15	PS	187	299,0	0,62
1225	—	20-35	A		79,2	
1226	—	40-45	A	35,8	70,2	0,51
1227	—	60-65	A	39,0	78,0	0,50
1228	11	0-5	V	24,5	61,6	0,39
1229	—	5-10	V	27,0	53,8	0,50
1230	—	10-15	PS + A	24,0	56,8	0,42
1231	—	15-20	A	37,3	63,2	0,59
1232	—	20-25	—	59,5	82,4	0,72
1233	—	25-30	—	41,8	61,8	0,67
1234	—	30-35	—	42,2	64,6	0,65
1236	—	40-45	—	57,3	78,0	0,73
1237	—	45-50	—	72,0	92,8	0,77
1238	—	50-55	—	120,6	159,6	0,75
1239	—	55-60		49,4	91,0	0,54
1242	17	0-10	V	67,0	80,6	0,83
1243	—	10-15	V	53,8	85,0	0,63
1244	—	20-25	A	39,2	87,8	0,44
1245	—	30-35	A	30,7	78,6	0,39
1246	—	40-45	A	31,5	80,6	0,39
1247	—	50-55	A	31,4	81,6	0,38
1251	24		V	24,96	52,0	0,48
1252	—		V	20,16	46,4	0,44
1253	26		V	1,60	67,6	0,02
1254	27		V	1,92	73,0	0,02
1259-A	38	0-5	PS		307,0	
— B	—	5-10	A	30,6	87	0,35
— C	—	10-15	A		82,8	
— D	—	15-20	A	27,5	77,4	0,35
— E	—	20-25	A	34,7	82,6	0,42
— F	—	25-30	A	25,0	76,0	0,32
— G	—	30-35	A	24,8	73,2	0,33
— H	—	35-40	A	31,4	81,2	0,38
— I	—	40-45	A	28,0	76,2	0,36
1260-A	39	0-2	V		194,4	
— B	—	5-10	PS	126,0	185,8	0,67
— C	—	10-15	A	43,4	78,2	0,55
— D	—	15-20	A	52,0	88,8	0,58
— E	—	20-25	A	55,8	91,8	0,60
— F	—	25-30	A		89,4	

DISTRIBUTION ET NATURE DES FONDS DU LAC TCHAD

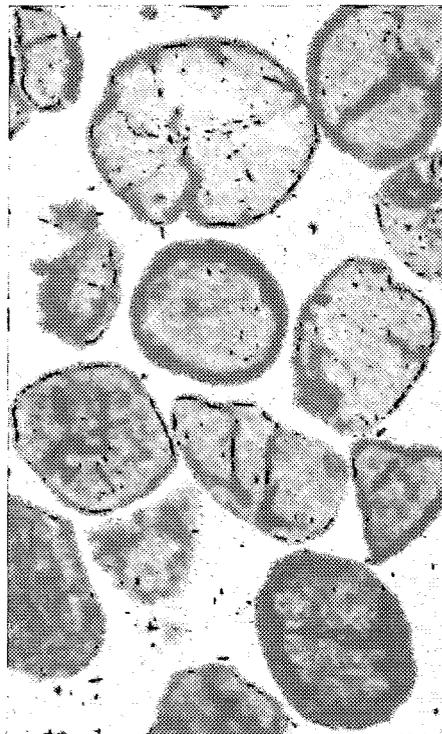
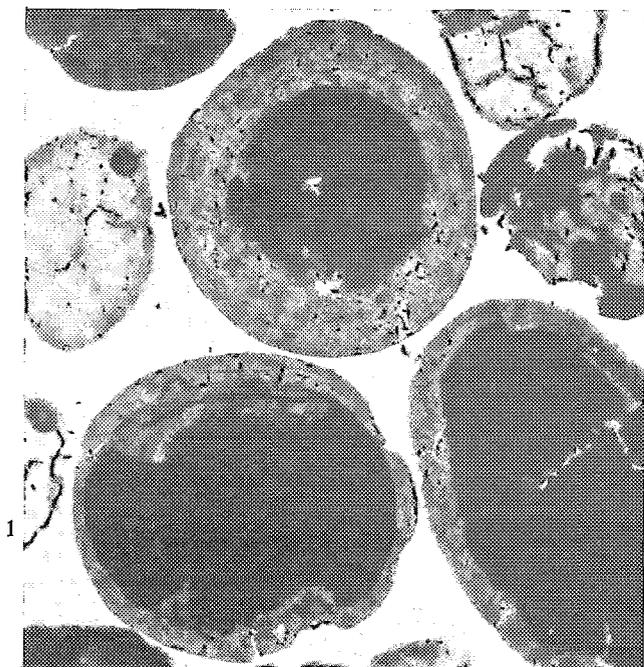
TABLEAU XI (suite)

Numéros	Station	Profondeur	Nature	Fe libre ‰	Fe total ‰	Fe libre/Fe total
— G	—	30-35	A	44,2	82,6	0,53
— H	—	35-40	A	55,0	86,6	0,63
— I	—	40-45	A	62,1	107,8	0,57
— J	—	45-50	A	59,0	86,6	0,68
— K	—	50-55	A	23,5	80,6	0,29
— L	—	55-60	A	39,0	74,4	0,52
— M	—	60-65	A	31,0	63,8	0,48
— N	—	65-70	A	31,2	62,4	0,50
— O	—	70-75	A		67,6	
— P	—	75-80	A	47,5	70,0	0,67
— Q	—	80-85	A		82,0	
— R	—	85-90	A	28,0	58,8	0,47
1262-A	46	0-5	V		123,8	
— B	—	5-10	V		90,0	
— C	—	10-15	PS	224	313,6	0,71
— D	—	15-20	PS	223	294,6	0,75
— E	—	20-25	A	196	247,8	0,79
— F	—	30-35	A	190	249,2	0,76
— G	—	35-40	A		72,8	
— H	—	40-45	A		79,4	
— I	—	45-50	A		78,6	
— J	—	50-55	A		80,2	
— K	—	55-60	A		90,0	
— L	—	60-65	A		84,0	
— M	—	65-70	A		85,4	
— N	—	70-75	A		83,2	
— O	—	75-80	A		82,6	
1264	49		V		75,6	
1265-O	58		S	5,92	6,4	0,92
1265-A	58	0-5	A	21,6	50	0,43
— B	—	5-8	A	14,6	53,8	0,27
— C	—	8-13	S	5,12	6,6	0,77
— D	—	13-18	S	7,04	13,4	0,52
— E	—	18-23	S	7,68	9,2	0,83
— F	—	23-28	S	13,4	13,4	1,0
— G	—	28-33	S	14,2	15,0	0,94
1266-A	60	0-5	S	19,8	22	0,90
— B	—	10-15	S	27,8	28,8	0,96
— C	—	20-25	A	49,4	69,8	0,70
— D	—	30-35	A	56,3	82,6	0,68
— E	—	40-45	A	55,7	84,6	0,65
— F	—	50-55	A	41,6	64,6	0,64
— G	—	60-65	A	40,6	63,2	0,64
— H	—	70-75	A	32,2	55,2	0,61
— I	—	80-85	A	37,6	54,0	0,69
— J	—	90-95	A	32,5	54,8	0,50
— K	—	100-105	A	30,2	50,2	0,60
— L	—	110-115	A	31,4	53,2	0,58
— M	—	120-125	A	31,0	53,2	0,58
— N	—	130-135	A	29,8	54,4	0,54

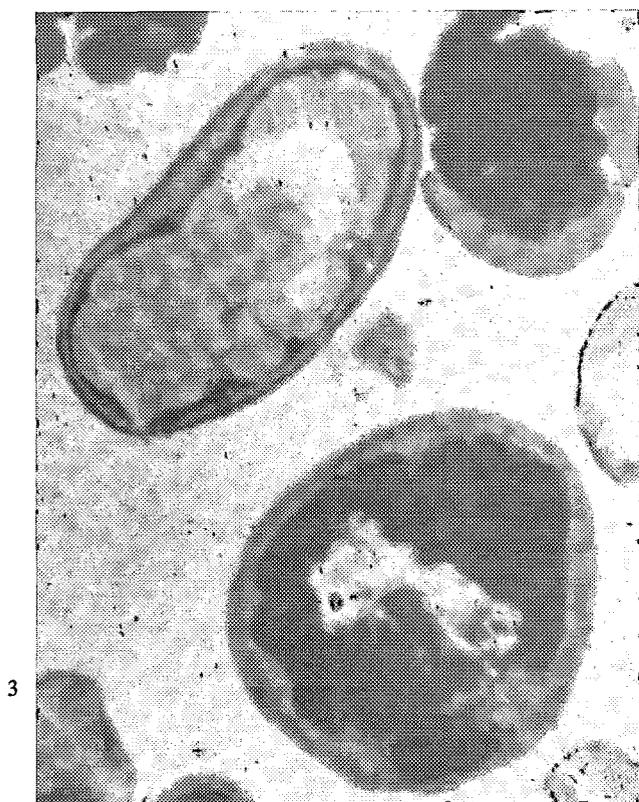
TABLEAU XI (suite)

Numéros	Station	Profondeur	Nature	Fe libre ‰	Fe total ‰	Fe libre/Fe total
1267-A	62	0-10	V	45,8	68,4	0,66
— B	—	10-15	V	55,0	72,2	0,76
— C	—	20-25	V	61,8	84,0	0,73
— D	—	30-35	V	58,1	76,0	0,76
— E	—	40-45	V	58,1	66,6	0,87
— F	—	50-55	V		128,4	
— G	—	60-65	A	91,5	318,4	0,76
— H	—	70-75	A	91,5	119,0	0,61
— I	—	80-85	A	48,2	78,0	0,58
— J	—	90-95	A	36,6	62,4	0,59
— K	—	100-105	A	37,3	62,4	0,58
— L	—	110-115	A	32,96	56,2	0,59
— M	—	120-125	A	28,64	48,0	0,60
— N	—	130-135	A	48,32	54,6	0,88
1269	71		PS		367,6	
1270	72		PS	192,96	372,6	0,51
1271	73		PS	201,92	359,2	0,56
1272	74		A?		49,2	
1273	82		PS	228,16	373,8	0,61
1277	89		S	4,48	5,4	0,82

Profondeur en cm.



0,5 mm



1. Pseudo-sable à structure oolithique ; le noyau arrondi est entouré d'un cortex à structure pelliculaire.

2. Pseudo-sable à noyau d'argile et cortex d'épaisseur irrégulière (avec marques d'érosion).

3. et 4. Détails.

(clichés ORSTOM)