

B. DUPONT

**ÉTUDE SÉDIMENTOLOGIQUE
DU LAC TCHAD**

PREMIERS RÉSULTATS

OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE OUTRE-MER

CENTRE DE FORT-LAMY



OFFICE DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

ET TECHNIQUE OUTRE - MER

CENTRE DE FORT-LAMY

ETUDE SEDIMENTOLOGIQUE DU LAC TCKAD

PREMIERS RESULTATS

B. DUPONT

1967

S O M M A I R E

- I Introduction
 - II Etude des fonds
 - II/1 Introduction
 - II/2 Description des carottes
 - II/3 Essai d'interprétation
 - III Etude des sédiments.
 - III/1 L'argile gris-bleu
 - III/2 L'argile granuleuse
 - III/3 La vase
 - III/4 L'argile molle
 - III/5 La tourbe
 - III/6 Le pseudo-sable
 - III/7 Remarque
 - III/8 Les sables
 - IV Annexes
 - IV/1 Etude de la profondeur
 - IV/2 Etude de la transparence
 - IV/3 Etude du résidu sec
 - IV/4 Etude de la conductivité
 - IV/5 Analyse ionique de l'eau
 - IV/6 Etude des minéraux lourds
 - IV/7 Etude morphoscopique des sables
 - IV/8 Etude de la faune fossile
 - IV/9 Dosage de l'uranium dans quelques carottes
-

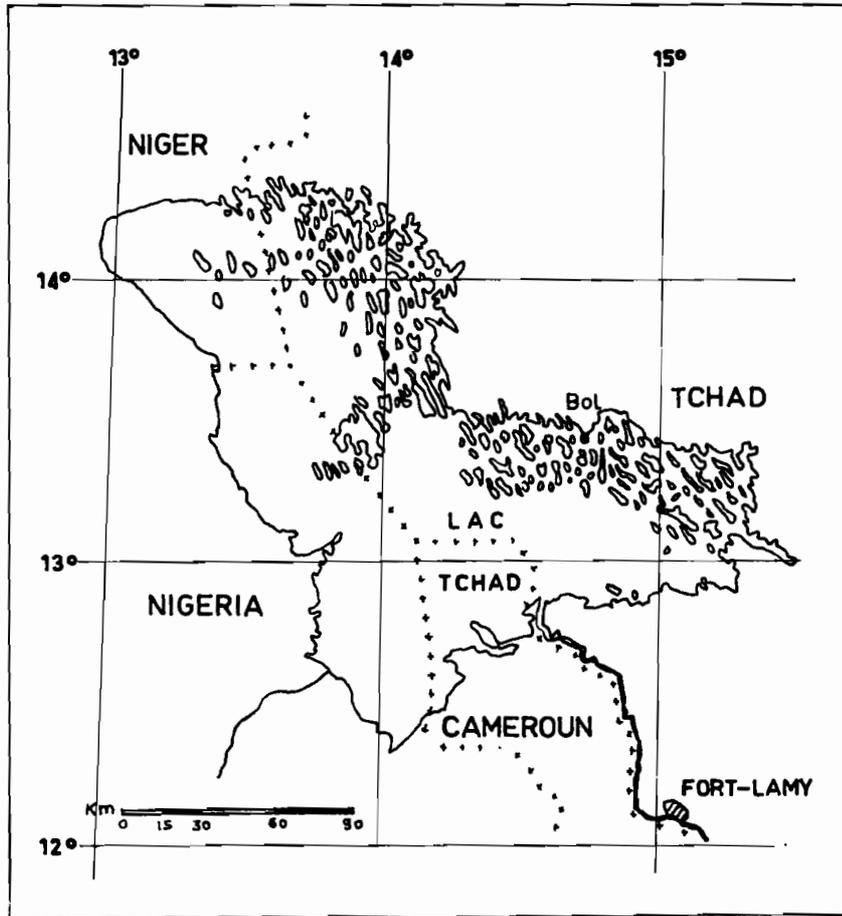


Fig. 1 CARTE DE SITUATION

I - INTRODUCTION

Les résultats ici présentés constituent une première approche de l'étude du lac Tchad entreprise d'un point de vue sédimentologique au cours des années 1965 et 1966. Dans un premier temps on a cherché à préciser la nature des dépôts ainsi que leur succession chronologique ce dernier aspect devant permettre par la suite de retracer l'histoire des transgressions et régressions au cours du quaternaire le plus récent.

Les travaux n'ont porté que sur un secteur limité du lac, secteur tout entier compris dans sa branche orientale entre le delta du Chari au sud et Bol sur la rive nord de l'archipel. Une étude détaillée, entreprise par ailleurs autour de Bol, a abouti à l'établissement d'une carte au 1/20.000 de la nature des fonds de ce secteur.

Le lac Tchad couvre approximativement 22.000 kilomètres carrés, sa profondeur moyenne est très faible, de l'ordre de 3,5 m. On y distingue :

- deux zones d'eau libre, l'une dans sa branche nord l'autre dans sa branche est.
- une zone d'herbier bordant la rive sud de part et d'autre du delta du Chari.
- un archipel s'étendant sur une largeur d'une trentaine de kilomètres à partir de la rive nord. Il est formé d'une multitude d'îles correspondant chacune au sommet d'un ancien modelé dunaire orienté NW.SE dont les creux ont été envahis par le lac.
- une zone dite des îlots-bancs s'étendant au sud de l'archipel. Zone de hauts fonds sableux sur lesquels s'est installée une végétation à base de roseaux et de papyrus.

L'alimentation du lac est assurée à 95% par le Chari qui lui apporte annuellement environ 38 milliards de mètres cubes d'eau ce qui représente une couche d'eau de 1.900 mm sur toute sa surface, l'évaporation annuelle étant voisine de 2.000 mm.

Origine des Echantillons

E = Numéros des échantillons.

S = Numéros des stations (cartes au 1/200.000).

E	S	E	S	E	S	E	S
232	18	271	52	499	73	636	B. 68
233	20	272	52	500	73	637	B. 65
234	17	273	59	501	74	638	B. 61
235	15	274	59	502	75	639-1	B. 54
236	14	275	59	503	76	639-2	B. 54
237	14	276	59	504	77	639-3	B. 54
238	14	277	70	505	77	640	B. 41
239	14	278	70	506	85	641	B. 41
240	13	279	78	507	85	642	B. 41
241	7	280	78	508	85	643	B. 94
242	6	281	80	509	88	644	B. 94
243	1	282	80	510	91	645	B. 94
244	1	283	83	511	48	646	B. 94
245	1	284	82	512	47	647	B. 94
246	2	285	Chari	513	45	648	B. 94
247	3	286	Chari	514	44	649	B. 88
248	3	476	50	515	44	650	B. 89
249	3	477	50	516	44	651	B. 37
250	11	478	50	517	42	652-1	P. 38
251	11	479	48-1	518	42	652-2	B. 38
252	16	480	48-1	519	Chari	653	B. 77
253	16	481	48-1	617	53-1	654	B. 78
254	16	482	49	618	53-1	655	B. 69
255	30	483	56	619	B. 10	656	B. 69
256	32	484	57	620	B. 2	657	B. 69
257	31	485	57	621	B. 4	658	B. 69
258	31	486	57	622	B. 4 1	659	B. 69
259	33	487	57	623	B. 9	660	B. 66
260	33	488	57	624	B. 28.1	661	B. 44
260-1	36	489	58	625	B. 28.1	662	B. 34
261	36	490	58	626	B. 28.1	663	B. 67
262	38	491	61	627	B. 28.1	664	B. 11
263	38	492	61	628	B. 32	665	B. 11.1
264	38	492.2	62	629	B. 81	666	B. 10.3
265	39	493	68	630	B. 84	667	B. 18.5
266	40	494	67	631	B. 85	668	B. 18.5
267	41	495	71	632	B. 85	669	B. 18.5
268	54	496	71	633	B. 75	670	B. 25
269	54	497	69	634	B. 75	671	B. 25
270	53	498	72	635	B. 75	672	B. 103

Les stations dont le numéro est précédé de la lettre B sont portées sur la carte au 1/20.000 de la zone de Bol.

Tableau 1

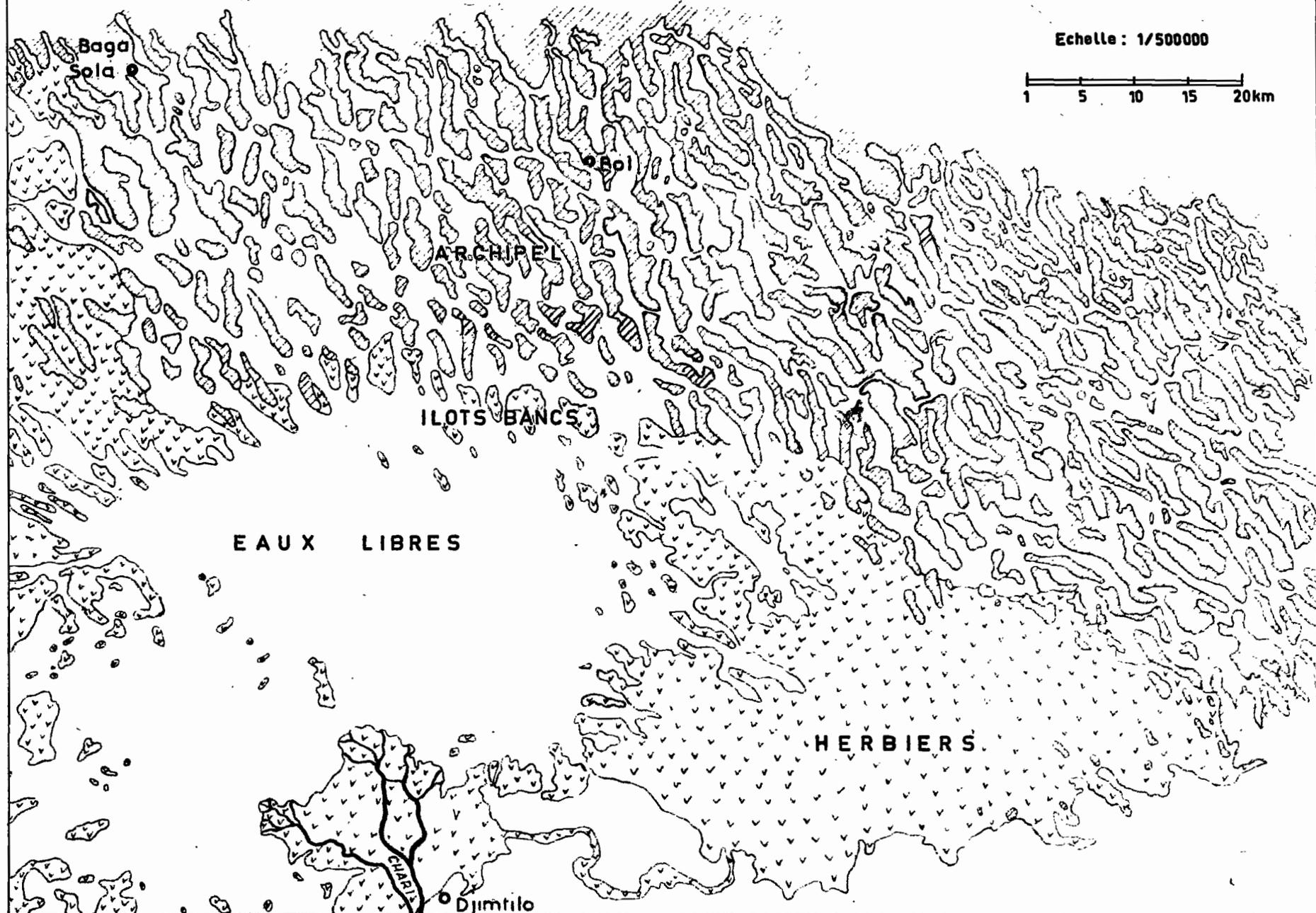
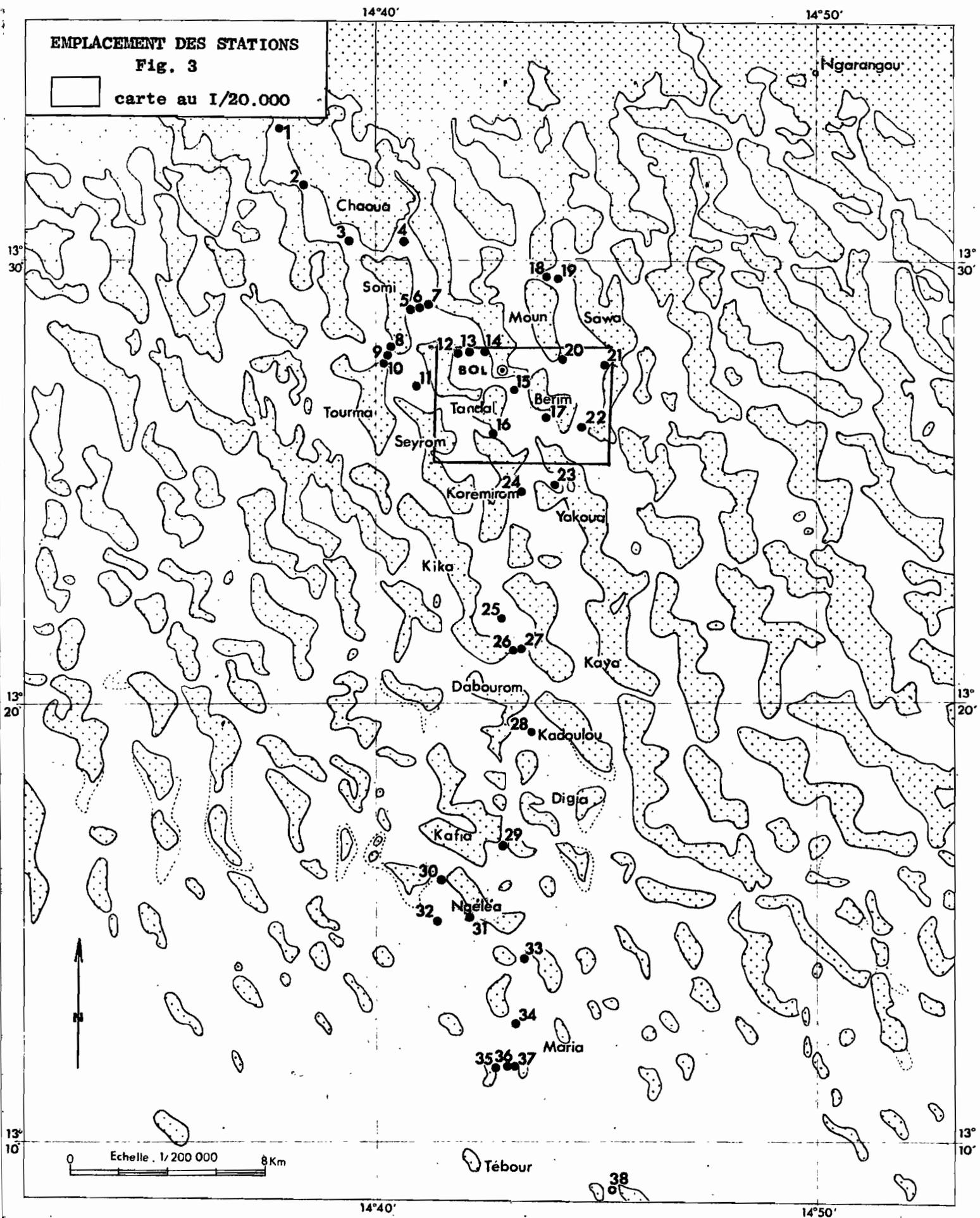


Fig.2 ZONE EST DU LAC TCHAD

EMPLACEMENT DES STATIONS

Fig. 3

carte au 1/20.000



14°30'

14°40'

Fig. 4 **EMPLACEMENT DES STATIONS**

..... Limite des herbiers



13°

13°

12°

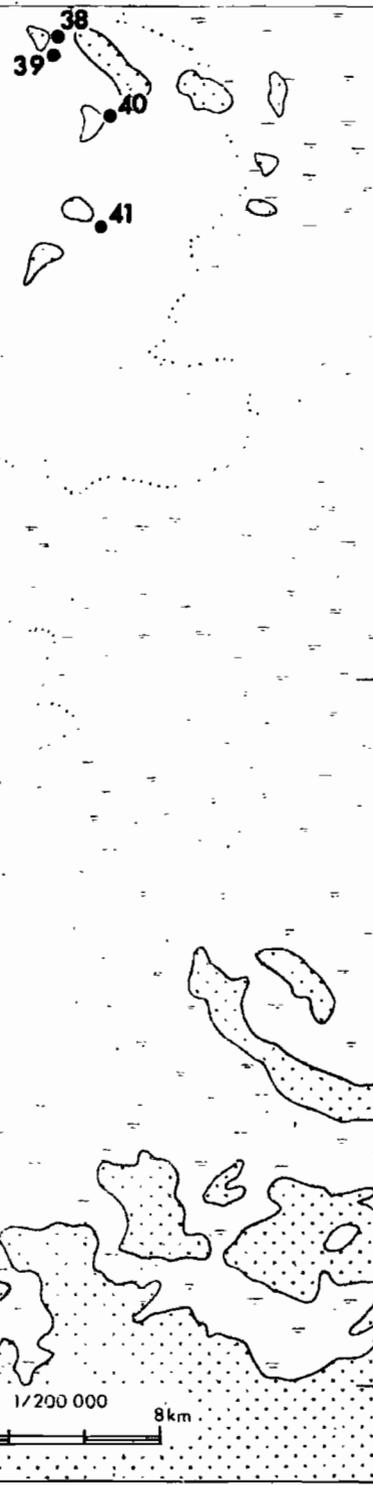
50'

12°

50'

14 30'

14°40'

Echelle : 1/200 000
0 8 km

II - ETUDE DES FONDS

II/1 - Introduction

L'étude des dépôts sédimentaires du lac a été entreprise par dragages et carottages. Dragages effectués d'abord avec un cône type Berthois puis avec une benne d'Eckmann de 15 cm de côté. Carottages effectués avec un carottier de fabrication locale donnant des carottes de 6,5 cm de diamètre et 60 cm de long. La plupart des carottes étaient ouvertes et décrites sur place au moment du prélèvement. Au total plus de 100 dragages et 200 carottages ont été réalisés. Les échantillons, placés dans des sacs de polyéthylène étaient ramenés à Fort-Lamy pour y être étudiés au laboratoire. En plus des dragages et carottages on mesurait pour chaque station la profondeur, la transparence, la conductivité et la température de l'eau, dont des échantillons étaient prélevés pour l'analyse ionique et la mesure du résidu sec.

Les analyses de laboratoire ont porté sur :

- la granulométrie des sables, des limons et des argiles,
 - la teneur en eau, en matière organique, en carbonates,
 - la morphoscopie, les minéraux lourds et les diatomées pour quelques échantillons.
-

II/2 - Description des carottes

Ne sont données ici que les descriptions de quelques carottes parmi les plus intéressantes.

II/2/A - Carottes de l'archipel

- Carotte B. 17-1 - A 30 m de la ceinture végétale. Profondeur = 2,30 m
 - 10 cm - Tourbe brune vaseuse avec débris végétaux pouvant atteindre plusieurs cm.
 - 8 cm - Argile
 - 15 cm - Tourbe brun-noir avec débris végétaux de quelques mm. à 1 cm
 - 12 cm - Argile grise se débitant en polyèdres de 0,5 cm environ, granuleuse
 - Argile gris-bleu fortement structurée, renfermant du sable irrégulièrement réparti, base non atteinte.

Les numéros des carottes précédés de la lettre B renvoient à la carte au 1/20.000 de la zone de Bol, les autres numéros à la carte au 1/20.000.

- Carotte B. 18-1 Profondeur = 4,20 m
 - 20 cm - Vase fluide grise
 - 10 cm - Tourbe brune avec débris végétaux pouvant atteindre plusieurs cm.
 - 8 cm - Argile noire, dure, massive
 - Argile gris-bleu, fortement structurée, se débitant en polyèdres irréguliers de plusieurs cm, base non atteinte.
- Carotte B. 27 - A 40 m de la ceinture végétale - Profondeur = 3,50 m
 - 8 cm - Tourbe sableuse brune à éléments végétaux de 1 à 2 cm
 - 15 cm - Sable gris-brun légèrement argileux
 - 2 cm - Tourbe argileuse
 - 10 cm - Sable brun clair.
 - Argile grise, granuleuse, base non atteinte.
- Carotte B. 38 - Profondeur = 5,60 m
 - 10 cm - Sable clair, légèrement argileux en surface.
 - 15 cm - Argile grise, vaguement granuleuse, plus foncée sur les 3 derniers cm
 - 15 cm - Sable clair.
 - 2 cm - Tourbe avec débris végétaux de 1 cm, brun-noir, brûlés.
 - Argile gris-bleu, bien structurée, se débitant en polyèdres de 4 à 5 cm, base non atteinte.

- Carotte B.56 - A 15 m de la ceinture végétale. Profondeur = 5,80 m

2 cm - Tourbe brune

12 cm - Sable brun clair

15 cm - Argile gris-bleu, dure

23 cm - Vase argileuse, grise, molle

- Lit de sable

5 cm - Tourbe, sableuse au sommet, plus riche en débris végétaux à la base, renfermant des coquilles de gastéropodes

-- Vase argileuse, grise, molle, base non atteinte

- Carotte N. 76 Profondeur = 4,00 m

15 cm -- Vase fluide noire, tourbeuse à la base

8 cm - Argile gris-bleu

12 cm - Argile grise, granuleuse

15 cm - Argile gris-bleu, bien structurée, se débitant en polyèdres de 4 à 5 cm

- Lit de sable

- Argile gris-bleu, bien structurée, polyèdres de 4 à 5 cm
Base non atteinte.

II/2/B. - Carottes des eaux libres.

- Carottes 34 - Profondeur = 2,75 m

10 cm - Vase fluide

15 cm - Argile grise très peu structurée

10 cm - Argile noire, dure, petits éléments polyédriques de 0,5 à 1 cm d'aspect vaguement scoriacé

15 cm - Argile grise à gris-bleu, peu structurée, structure plus développée en profondeur ; base non atteinte.

- Carotte 42 - Profondeur = 2,20 m

14 cm - Vase noire, fluide

6 cm - Sable gris

230 cm - Argile gris-bleu, structure bien développée, base non atteinte

II/2/C - Carotte de la zone du delta

- Carotte 57 - Profondeur = 1,50 m

- 55 cm - Vase limoneuse micacée, quelques débris végétaux
- 15 cm - Argile limoneuse gris bleuté
- 5 cm - Sable brun pâle
- 8 cm - Argile
- 5 cm - Sable brun pâle
- 122 cm - Argile sableuse
- 10 cm - Banc d'huitres reposant sur une tourbe grossière avec débris de tiges de papyrus parfaitement identifiables
- 110 cm - Argile gris-bleu, plastique, homogène, base non atteinte.

- Carotte 58 - Profondeur = 0,80 m

- 12 cm - Sable jaune
- 2 cm - Tourbe brune, débris végétaux de 0,2 à 1 cm
- 4 cm - Sable jaune
- 7 cm - Sable argileux gris
- 7 cm - Argile grise, plastique
- 2 cm - Tourbe brune débris végétaux de 0,2 à 1 cm
- 61 cm - Sable gris avec petits lits noirs de 1 à 3 mm, base non atteinte.

- Carotte 59 - Profondeur = 3,60 m

- 15 cm - Vase tourbeuse
- 5 cm - Sable clair
- 5 cm - Argile gris-noir, petits éléments très durs.
- 35 cm - Argile gris-bleu, sans structure, base non atteinte.

Remarque : L'étude des cuvettes interdunaires (ouadis) de la bordure nord-Est du lac, dont certaines sont asséchées depuis une dizaine d'années ou sont encore en cours d'assèchement a permis d'y retrouver la même succession de niveaux sédimentaires (DUPONT B. Etude des formations sédimentaires du Kanem. Premiers résultats).

II/3 - Essai d'interprétation

A partir des données recueillies il est possible de retracer brièvement l'histoire récente du lac et de sa sédimentation postérieurement à la mise en place des sables du Kanem et à leur modelé dunaire.

- Un premier épisode lacustre au cours duquel se dépose une argile gris-bleu. Un lit de sable, à une dizaine de centimètres sous le sommet de cette formation, correspond à une très courte phase aride avec transport et dépôt de sables éoliens, la sédimentation argileuse se poursuivant par la suite. Le sommet de l'argile est parfois enrichi en matière organique sur quelques centimètres et se présente sous un faciès légèrement tourbeux. Cela correspond à une baisse du niveau du lac qui a permis à une ceinture végétale, semblable à celle que l'on retrouve actuellement, de s'installer localement sur l'argile (Cyperus sp., Nymphaea lotus, Polygonum sp., Echinochloa pyramidalis, Typha australis...) L'enrichissement en matière organique restant exceptionnel, il faut supposer que la fin de cet épisode lacustre a été trop rapide pour qu'une végétation vraiment importante puisse se développer.

Là où le matériel utilisé a permis d'atteindre la base de l'argile, on a rencontré soit un limon gris clair correspondant au début de la sédimentation lacustre, soit, et c'est le cas le plus fréquent, le sable de l'ancien modelé dunaire.

- Une phase de retrait. Après le dépôt de l'argile gris-bleu le lac s'assèche partiellement et l'argile exondée se dessèche. Des fentes de dessiccation s'ouvrent alors pouvant atteindre plusieurs centimètres de large et se poursuivre sur près de 1 mètre de haut. Elles seront ensuite comblées par le sable. Dans les zones encore submergées l'argile continue à se déposer.

- Un nouvel épisode lacustre. Le niveau du lac remonte sans atteindre celui précédemment atteint. Sur les bordures une végétation s'installe et donne naissance à un dépôt de tourbe plus ou moins argileux. Des petites variations du niveau, semblables à celles observées au cours de l'année ou d'une période de quelques années, assèchent temporairement la ceinture végétale qui est détruite par le feu. La fraction argileuse subit alors une dessiccation qui peut être irréversible et donne de petits éléments granulaires

bruns à noirâtres. Le développement de la végétation et les oscillations du niveau montrent que cette remontée du lac a été un phénomène moins brutal que ne l'a été son assèchement partiel.

Lorsque le niveau du lac s'élève de nouveau la tourbe est recouverte par un dépôt d'argile ou, sur le pourtour des îles, d'argile sableuse. L'origine du sable n'est donc pas éolienne ou fluviatile mais liée à l'éboulement des pentes des dunes.

- Une phase de retrait. Un niveau de sable ou de tourbe correspond à une baisse du niveau du lac. Le sable, peu épais, est très étroitement localisé aux bordures, il ne s'est donc pas mis en place sous l'action du vent mais par gravité. Cette phase de retrait du lac est de courte durée. La tourbe atteint quelques centimètres seulement.

- Un épisode lacustre. Par suite d'une nouvelle remontée du lac une vase argileuse recouvre les dépôts précédents.

- Une phase de retrait. Elle mène à la période actuelle. Un nouvel abaissement du niveau du lac amène autour des îles et sur les rives le dépôt d'un niveau de tourbe au dessus de la vase.

Remarque : Les variations du niveau du lac décrites ici, n'ont eu qu'une amplitude limitée.

III - ETUDE DES SEDIMENTS

III/1 - L'argile gris-bleu

Il s'agit d'un matériau gris bleuté (5GY 4/1 à l'état humide) se débitant en polyèdres de plusieurs centimètres et en agrégats de plus petite taille à faces lisses et brillantes. Elle renferme toujours plus de 55% d'argile (de 0 à 0,002 mm) et jusqu'à 85% dans certains cas, entre 10 et 40% de limon (de 0,002 à 0,050 mm), moins de 30% de sable (de 0,050 à 2 mm). Aucun gradient n'est apparu jusqu'ici dans les résultats granulométriques entre les échantillons du delta et ceux de la bordure nord de l'archipel. La teneur en eau de l'argile est voisine de 100% du poids sec. Non carbonatée dans sa masse, elle l'est parfois au sommet, les teneurs en carbonates restant faibles, de l'ordre de 1%. Aucun fossile n'y a été trouvé.

Le matériel utilisé n'a permis de traverser cette argile que sur la bordure des files, c'est-à-dire ^{là} où elle se termine par un biseau de sédimentation. Partout ailleurs l'épaisseur rencontrée dépassait 2 m. E. Guichard indique une épaisseur de 13 m d'après des profils enregistrés à l'écho sondeur, P.J. Dieleman et N.A. Ridder, au cours de sondages dans le polder de Bol-Guini l'ont traversée sur 12 m. Nous mêmes lors de l'étude des ouadis de la bordure nord-est du lac l'avons traversée sur des épaisseurs de 2 à 3 m, épaisseurs de plus en plus faibles en s'éloignant du rivage actuel vers le nord. Cette argile repose soit directement sur le sable d'un ancien modelé dunaire, soit sur un limon verdâtre riche en matières organiques, légèrement carbonaté et comprenant de 20 à 30% d'argile, de 30 à 40% de limon 12% de matières organiques, 6,8% de carbonates.

Dans le lac la surface de ce niveau se retrouve à des profondeurs allant de 2,15 m à plus de 6 m (cote : 280,85 à 277 m) Du nord au sud du bras de Chaoua, dans l'archipel à l'ouest de Bol, on l'a rencontré, dans l'axe du bras, successivement à 4,25, 4,70 puis 4,80 m. A l'échelle du bras de l'archipel on observe une forme en fond de bateau de ce dépôt d'argile dont la pente sur les bordures atteint 2 à 4%. Deux carottages à l'Est de Bol, à 200 m l'un de l'autre, l'ont rencontré respectivement à 2,15 et 4,50m Sa profondeur moyenne est de 3,75 m dans l'archipel, elle n'est que de 2,50m dans les herbiers à l'est du delta.

Cette argile, ainsi que le montre les travaux de E. Guichard et les profils enregistrés à diverses reprises à l'écho-sondeur, recouvre un ancien modelé dunaire dont le sommet des rides forme les îles de l'archipel. Ce modelé s'ennoie à la hauteur des flots bancs pour disparaître sous le niveau du lac plus au sud. Dans les eaux libres ces rides ne sont pas encore totalement recouvertes par les sédiments lacustres mais la dénivelée entre la surface de ces derniers et le sommet des rides est très faible, de l'ordre de la vingtaine de centimètres, parfois moins, alors qu'à Bol elle atteignait 13 m.

L'analyse minéralogique de cette argile effectuée au laboratoire de géologie de l'Université de Strasbourg par G. Millot et H. Paquet sur des échantillons prélevés dans le polder de Bol-Guini sur la bordure du lac montre qu'il s'agit de montmorillonite et dans une moindre proportion d'illite et de kaolinite. Les rapports étant de 4 pour la montmorillonite, à 3 pour l'illite et 3 pour la kaolinite.

III/2 -, L'argile granuleuse

Il s'agit d'un matériau gris à noir se présentant sous forme de polyèdres résistant, ne s'écrasant que difficilement à la main, d'environ 0,5 cm de côté, ce qui donne à ce sédiment un toucher granuleux caractéristique. Il renferme de 45 à 60% d'argile, de 15 à 35% de limon, de 15 à 30% de sable. Sa teneur en eau est voisine de 90% du poids sec, sa teneur en matières organiques, mesurée dans l'archipel, atteint 15%. Les débris végétaux contenus dans ce niveau pouvant avoir jusqu'à 1 cm. La teneur en carbonates atteint exceptionnellement 40%. Cette argile, parfois absente dans les eaux libres, a généralement 5 à 10 cm d'épaisseur. Elle peut se réduire à un mince niveau d'éléments argileux bruns à noirâtres, durs, aux angles émoussés d'aspect scoriacé, mesurant jusqu'à 3 ou 4 cm. Il s'agit d'argile ayant subi sous l'action du feu une dessiccation plus ou moins poussée, habituellement irréversible. La formation de ces éléments a été observée, dans les polders de Bol sous l'action des feux allumés par les cultivateurs pour brûler les tiges de maïs mises en tas après la récolte. Elle a également été observée à l'emplacement des foyers dans les campements de pêcheurs de la zone du delta. Cette formation nécessite l'exondaison de l'argile qui se trouve aujourd'hui

à des profondeurs de 2,50 à 4,50 m sous le niveau du lac, c'est-à-dire à des cotes de 278,5 à 280,5 m (nivellement I.G.N. 1954)

III/3 - La vase

C'est un matériau gris à noir, gorgé d'eau (460% du poids sec), sans aucune consistance. Il renferme de 25 à 45% d'argile, de 20 à 30% de limon (parfois jusqu'à 48%), entre 28 et 50% de sable. On y trouve parfois des débris végétaux de très petite taille, de l'ordre du mm. Sa teneur en matières organiques est de 18%. Son épaisseur est habituellement voisine de 20 à 30 cm, elle peut cependant atteindre 70 cm dans l'archipel.

III/4 - L'argile molle.

Il s'agit d'un matériau gris clair offrant une certaine rigidité mais sans aucune structure (il fait penser à une sorte de gelée). Sa teneur en eau est élevée et atteint 400% du poids sec. Il renferme de 20 à 25% d'argile, entre 20 et 30% de limon, de 50 à 60% de sable. Sa teneur en matières organiques est de 20% environ, on n'y distingue pas à l'oeil de débris végétaux. Cette argile semble n'être qu'un facies de la vase, facies qui ne se rencontre que dans les zones parcourues par des courants assez forts, notamment entre certaines îles de l'archipel.

III/5 - La tourbe

De couleur brune à brun foncé, elle renferme de très nombreux débris végétaux de 0,5 à 2 ou 3 cm, encore peu décomposés. Il s'agit d'une tourbe très pauvre, sa teneur en matières organiques n'est que de 30%; contenant une faible proportion de sable et d'argile, Sa teneur en eau, toujours élevée, varie autour de 350%. Son épaisseur est habituellement très faible, voisine de 5 cm, elle peut exceptionnellement atteindre 1 m dans le delta du Chari.

III/6 - Le pseudo-sable

Ce matériau se présente à l'état humide sous une teinte caractéristique, exactement celle du marc de café dont il a de plus l'aspect. A l'état sec il est brun rougeâtre sombre (5YR 3/2). Il est constitué uniquement de petits grains ovoïdes ou fusiformes de 0,20 mm (de 0,1 à 0,5 mm), à surface lisse, légèrement brillante, présentant parfois des fissures en étoile. Ces grains parfaitement individualisés ne sont liés entre eux par aucun ciment. Ils s'écrasent sous une légère pression. Du point de vue granulométrie ce sédiment est bien trié. Sa teneur en eau est faible, de 60 à 100%, par rapport aux autres sédiments du lac.

On le rencontre à quelques centaines de mètres au large du delta et jusqu'à 8 km vers le nord. Il repose sur l'argile gris-bleu, la limite entre ces deux formations étant extrêmement nette. Aucun dépôt ne le recouvre habituellement. Sur la bordure N.W du delta il a cependant été trouvé sous 10 cm de vase et plus loin intercalé entre deux niveaux de sable. Son épaisseur varie entre 10 et 30 cm. Alors que les autres dépôts sédimentaires recueillis dans le lac ne renferment que très exceptionnellement des coquilles; on a récolté jusqu'à 61 valves de mollusque dans une section de carotte de 6,5 cm de diamètre et 5 cm de haut. Il s'agit essentiellement de *Corbicula africana* auxquelles sont associés *Melania tuberculata*, *Cleopatra cyclostomoides* et *Coelatura lacoïni*. La plupart des coquilles correspondant à des individus morts.

Comme l'argile granuleuse ce pseudo-sable semble provenir de la dessiccation irréversible d'une argile sous l'action des feux de brousse. Alors que les éléments de l'argile granuleuse se seraient formés sur place, les pseudo-sables seraient amenés par le Chari. Ils sont en effet arrondis et n'ont été observés jusqu'ici qu'autour du delta.

Granulométrie de l'argile gris-bleu

Nº	A	L	L.G.	S.F.	S.G.
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 2

Granulométrie de l'argile granuleuse

Nº	A	L.	L.G.	S.F.	S.G.
236	51	23,5	1,5	10	14
239	53	27	4	12	3
242	45	29	5	13	8
251	50	23	5	15	7
261	56	18	1	18	7
640	52,2	21,2	1,4	10,5	3,9
665	57,5	15,0	1,5	9,1	7,9
672	57,5	17,5	1,9	4,5	9,6

Tableau 3

Légende des tableaux

- 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

- Md = diamètre médian en micron
Q1 = diamètre correspondant à 25%
Q3 = diamètre correspondant à 75%
Q5 = diamètre correspondant à 5%
Q95 = diamètre correspondant à 95%
Hé = hétérométrie de Cailleux.
So = Sorting index de Trascck : $\sqrt{Q1/Q3}$

Granulométrie de la vase

Nº	A	L.	L.G.	S.F.	S.G.
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 4

Granulométrie de l'argile molle

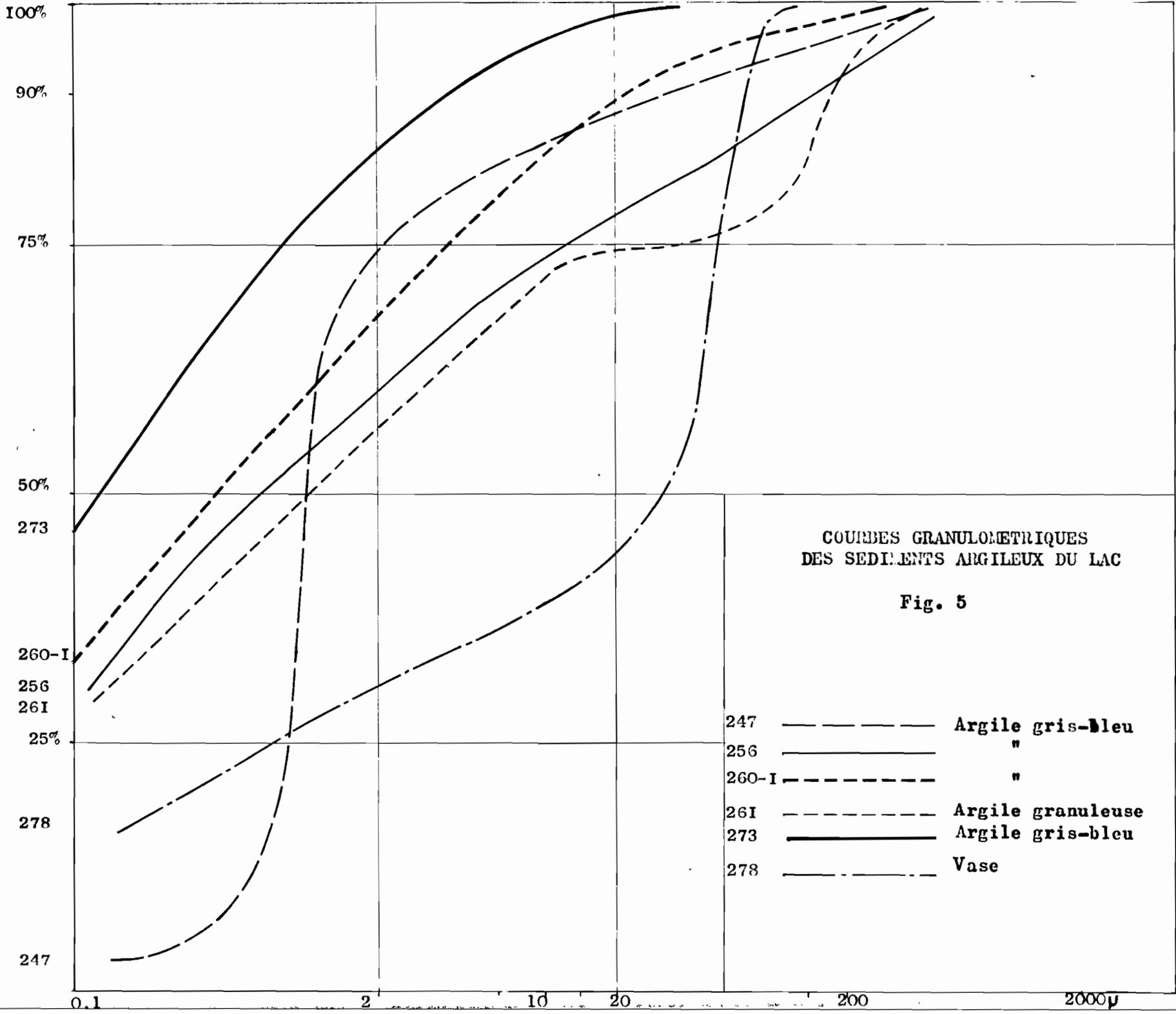
Nº	A.	L.	L.G.	S.F.	S.G.
649	24,2	20,0	2,9	18,6	29,8
650	22,0	18,5	2,7	18,8	34,7
652-1	18,7	18,5	2,8	20,7	30,0
652-2	22,0	23,5	5,8	28,9	15,4

Tableau 5

Granulométrie des pseudo-sables

Nº	Md.	Q1	Q3	Hé x100	So s100	Q5	Q95	50p
504	165	120	235	45	72	85	360	40
493	280	235	350	28	82	200	480	15
497	230	190	280	28	82	120	390	19

Tableau 6



COURBES GRANULOMETRIQUES
DES SEDIMENTS ARGILEUX DU LAC

Fig. 5

- 247 ————— Argile gris-bleu
- 256 ————— "
- 260-I - - - - - "
- 261 - - - - - Argile granuleuse
- 273 ————— Argile gris-bleu
- 278 - - - - - Vase

Fig. 6

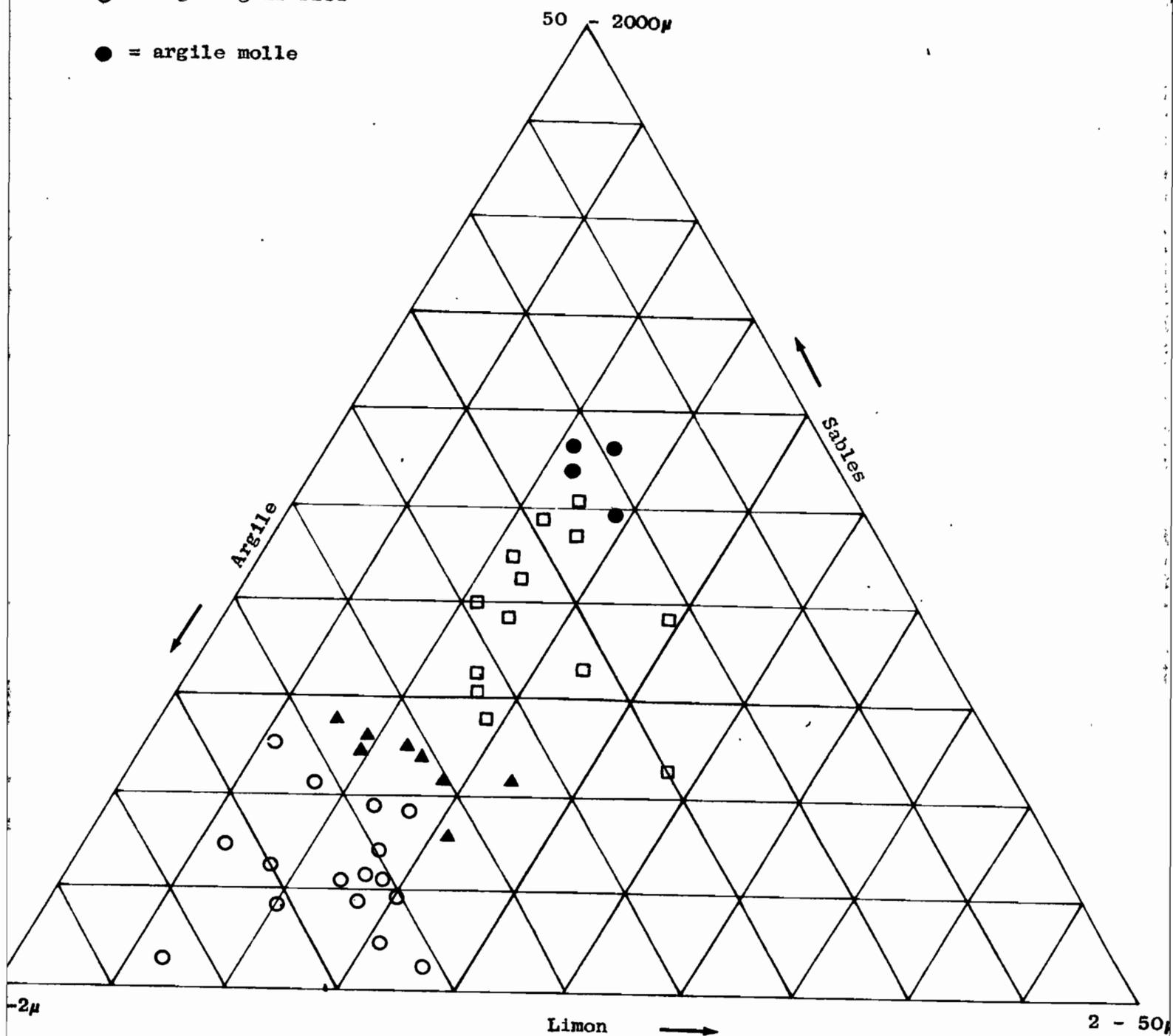
GRANULOMETRE DES SEDIMENTS ARGILEUX DU LAC TCHAD

□ = vase

▲ = argile granuleuse

○ = argile gris-bleu

● = argile molle



Nature des Sédiments	N° des Stations	H ₂ O%	Mo %
Tourbe	66	217	27,1
	66	334	30,2
	18,1	592	34,2
Vase	78	448	19,3
	44	460	18,2
	18-1	480	18,2
	25	465	18,7
Argile molle	41	390	17,3
	41	414	19,9
	89	439	17,8
	89	437	18,8
	38	406	20,9
	38	393	19,5
Argile granuleuse	11,1	87,5	17,3
	18-1	86,0	15,2
	25	98,5	14,5
	103	86,0	16,3
Argile gris-bleu	77	123	18,2
	34	86	16,4
	10-1	80	16,3

Tableau 7

Teneurs en eau et en matière organique
des sédiments du lac exprimées
en % du poids sec

III/7 - Remarque

L'étude de la nature des fonds en fonction de la profondeur n'a fait apparaître aucun résultat positif, ce à quoi on pouvait s'attendre après avoir mis en évidence la forme en fond de bateau des dépôts sédimentaires dans les creux de l'ancien système dunaire. Par contre une étude de la nature des fonds en fonction des courants, étude qui faute de matériel n'a pu encore être entreprise, donnerait certainement, d'après ce que nous avons observé au cours de l'étude détaillée de la région de Bol, des renseignements très intéressants.

Sur les graphiques joints, qui ne concernent que les fonds autour de Bol, on a porté en abscisses le nombre des stations et en ordonnées la profondeur sous la surface de l'eau à laquelle le niveau sédimentaire considéré était rencontré.

III/8 - Les sables

Les sables du lac se classent tous dans la catégorie des sables fins, de 0,125 à 0,250 mm, on y distingue cependant deux séries :

- ceux dont la médiane est comprise entre 0,180 et 0,250 mm.

- ceux dont la médiane est comprise entre 0,160 et 0,130 mm.

Ils sont tous bien triés. Le coefficient de mauvais triage (Sorting index de Trask) est de 0,79 pour les sables dont la médiane est supérieure à 0,180mm de 0,78 pour les autres. L'indice d'hérérométrie de Cailleux étant le même dans les deux cas et égale à 0,34.

- Sables dont la médiane est supérieure à 0,180 mm.

Ces sables entièrement quartzeux sont les mêmes que ceux de l'erq fixé s'étendant au nord du lac. Leur médiane, comprise entre 0,180 et 0,250 mm, décroît vers le sud (tableau 10). Ils se retrouvent partout dans le secteur étudié, soit directement en surface, soit intercalés entre des niveaux argileux et tourbeux, soit à la base de la série. Dans ce dernier cas il s'agit du sable du système dunaire envahi par le lac et n'ayant subi aucun remaniement. Les prélèvements effectués dans l'archipel à l'est et à l'ouest de Bol, en bordure des dunes, mettent en évidence une action de tri par le vent. Les sables situés à l'est des dunes, c'est-à-dire au vent dominant, sont plus grossiers et mieux triés que ceux situés sous le vent des dunes (tableau 11, figure 11)

Ces sables se retrouvent également à l'est et au sud du lac actuel. A Massakory, à 55 km environ à l'est du lac on les trouve sous 3 m de dépôts lacustres argileux. A Moutenak, à 52 km au sud du lac, ils sont surmontés également par 3 m d'argile grise. A Djermaya, à 56 km au sud du lac on les observe dès la surface du sol grâce à la présence d'une ancienne dune dont seul le sommet affleure aujourd'hui.

- Sables dont la médiane est inférieure à 0,160 mm.

Ces sables fréquemment micacés (muscovite) se rencontrent seulement dans le secteur étudié, autour du delta du Chari. On ne les retrouve plus dès qu'on s'en éloigne. Le point le plus extrême où ils aient été rencontré est situé à 4 km au nord-ouest du delta (île de Kofia) Ils sont amenés par le Chari qui les dépose dès son arrivée dans le lac (tableau 12). L'origine fluviatile est confirmée par la morphoscopie et la présence de muscovite. Dans les flots-bancs, au nord-ouest du delta actuel, on retrouve sous 20 cm de vase un sable fin tout à fait semblable. Il marque l'existence d'un ancien delta au cours d'une période de plus faible extension du lac, delta correspondant à un ancien lit que l'on observe à Tourba.

Ces sables fluviatiles se retrouvent à Massakory, à 55 km environ à l'est du lac actuel sous deux niveaux d'argile de 35 et 30 cm d'épaisseur. On les retrouve également à Djermaya, à une soixantaine de km au sud du lac, où ils sont en surface et à Fort-Lamy à environ 1,20 m sous la surface du sol.

Granulométrie des sables dont la médiane est supérieure à 0,180 mm

Origine	Nº	Md.	Q1	Q3	Hé x 100	So x100	Q5	Q95	F
54	268	180	145	237	33	78	103	310	8,3
44	514	180	138	220	30	75	95	300	
15	235	185	150	260	39	87	105	420	8,4
31	257	194	134	280	53	69	88	480	
44	515	195	145	258	40	75	100	310	10
42	518	200	150	258	38	76	103	304	9,7
45	513	210	154	268	38	76	100	370	9
1	237	212	160	270	35	77	125	312	5
47	512	213	161	265	34	78	126	315	4,1
15	177	215	160	270	34	77	120	390	5,4
73	500	218	159	280	40	75			8,8
17	234	220	165	270	30	78	125	310	3,4
18	232	232	194	285	30	85	128	380	4
16	254	240	190	285	28	85	130	420	3
30	255	240	180	290	30	80	127	380	3
40	266	245	200	290	26	83	130	400	3
20	233	250	205	300	28	83	135	450	1,7
Djermaya	361	220	155	280	35	75	88	390	
Massakory	295	225	165	280	35	77	103	140	
Djermaya	359,2	230	165	290	32	75	98	410	
"	360	230	175	285	31	78	92	420	
Moutenak	291	243	205	281	23	85	130	315	

Tableau 8

- Nº = Numéro de l'échantillon
Md = Médiane
Q1 = Diamètre correspondant à 25%, premier quartile
Q3 = Diamètre correspondant à 75%, deuxième quartile
Q5 = Diamètre correspondant à 5%
Q95 = Diamètre correspondant à 95%
Hé = Indice d'hétérométrie de Cailleux
So = Sorting index de Trask, = $V \frac{Q1}{Q3}$
F = Fraction inférieure à 0,125 mm en %

Granulométrie des sables dont la médiane est inférieure à 0,160 mm

Origine	N°	Md	Q1	Q3	Hé	So	Q5	Q95	F.	
					x 100	x 100				
	71	496	130	105	165	32	80	85	200	40,5
	78	280	135	105	170	36	79	85	260	87
	61	498	135	104	165	30	79			40
	85	506	135	100	185	43	73	80	290	40
	85	507	140	100	210	48	69			36,6
	53	270	150	112	190	38	77	85	310	31
	75	502	155	125	190	30	81	88	290	23,4
	78	279	155	130	190	29	83	88	290	21
	58	489	157	128	190	32	82	90	300	23
	74	501	161	119	190	40	79			27
	38	262	150	120	190	32	76	82	302	
Djermaya	292	135	100	175	40	75	68	260		
Massako-										
ry	296	135	105	170	32	62	84	260		
F/Lamy	393	110	90	140	29	80	70	195		
"	474-1	140	103	185	43	74	72	300		

Tableau 9

- N° = Numéro de l'échantillon
 Md = Médiane
 Q1 = Diamètre correspondant à 25%, premier quartile
 Q3 = Diamètre correspondant à 75%, deuxième quartile
 Q5 = Diamètre correspondant à 5%
 Q95 = Diamètre correspondant à 95%
 Hé = Indice d'hétérométrie de Cailleux
 So = Sorting index de Trask, = $\sqrt{Q1/Q3}$
 F = $\frac{\% 0,800 \text{ mm} - \% 0,500 \text{ mm}}{\% 0,125 \text{ mm} - \% 0,080 \text{ mm}}$

Granulométrie des sables

Origine	Nº	Md	Q1	Q3	Hé x100	So x 100	Q5	Q95
Latir	472	245	200	290	29	83	135	450
Bol	232	232	194	285	30	85	128	380
Minara	512	213	161	265	34	78	126	315
Adjilélé	268	180	145	237	33	78	103	310

Tableau 10

Nº	Md	Q1	Q3	Hé x 100	So x100	Q5	Q95
202	250	210	300	27	84	130	440
232	232	194	285	30	85	128	380
233	250	205	300	28	83	135	450
177	215	160	270	34	77	120	390
234	220	165	270	30	78	125	310
237	237	160	270	35	77	125	312

Tableau 11

Origine	Nº	Md	Q1	Q3	He x 100	So x 100	Q5	Q95
Bordure du Delta	270	150	112	190	38	77	85	310
Delta	507	140	100	185	43	73	80	290
Delta	491	109	88	145	33	78	60	190
Chari à Mani	519	105	89	135	29	81	63	190
Ancien delta	262	150	120	190	32	76	82	302

Tableau 12

Niveau du lac = 283 m.

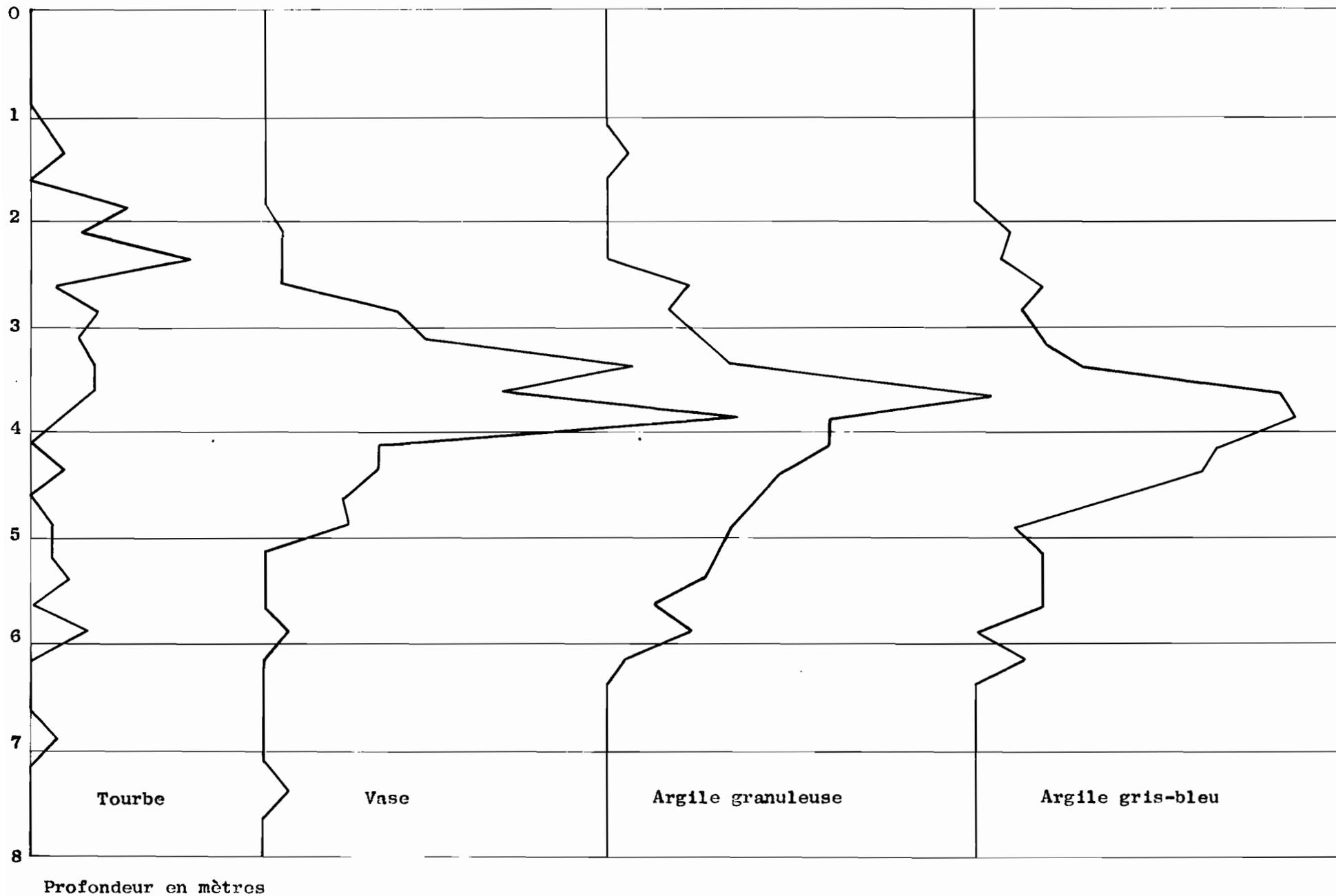
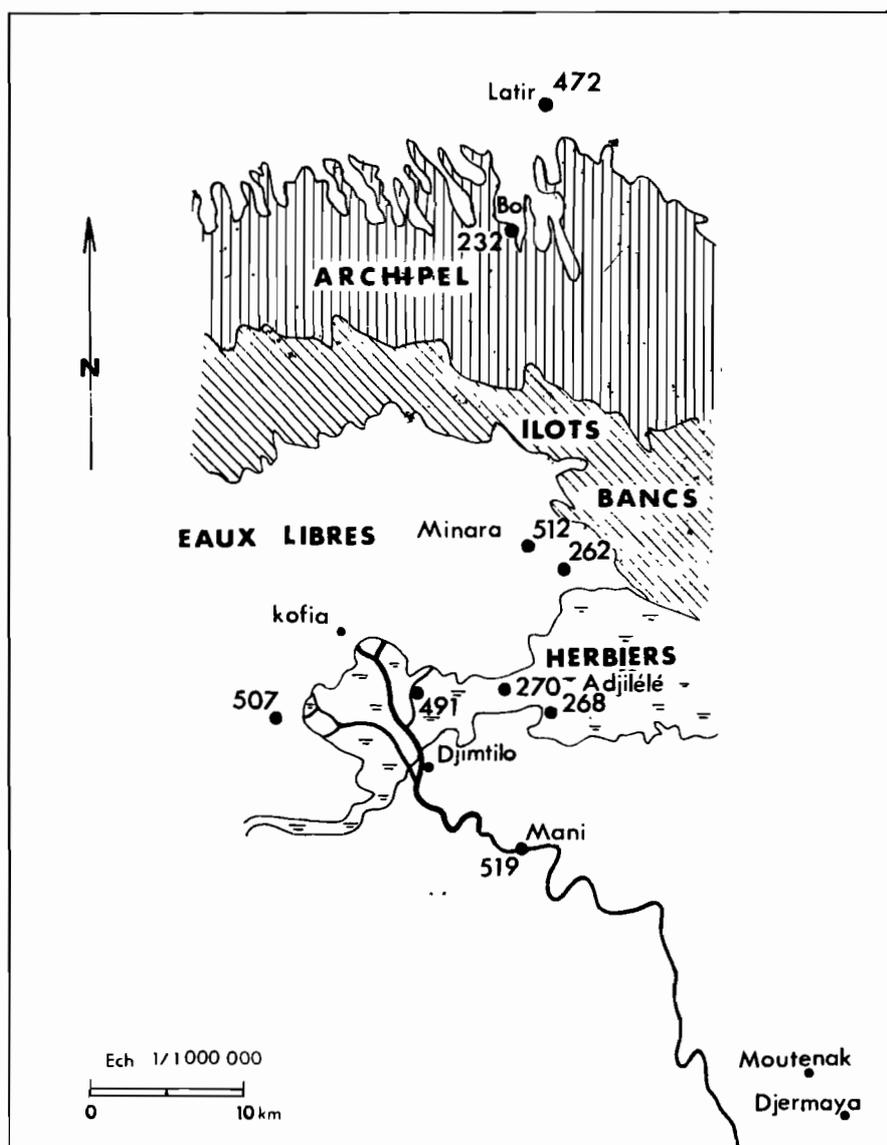


Fig. 7 PROFONDEUR ET NATURE DES FONDS DANS LE SECTEUR DE BOL

Fig. 8 EMBLEMENTS DES PRELEVEMENTS
(étude des sables)



GRANULOMETRIE DES SABLES DU LAC

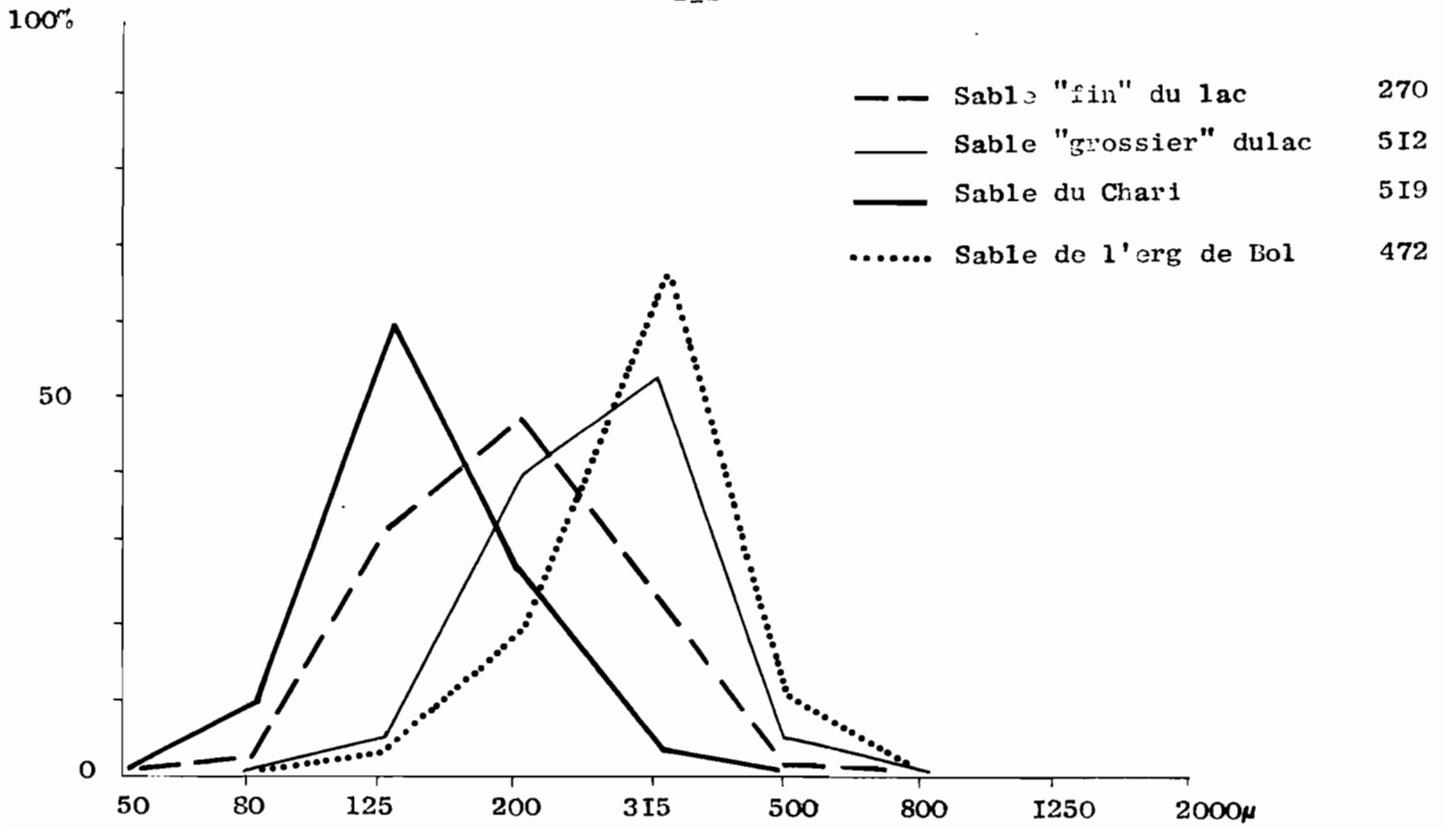


Fig. 9

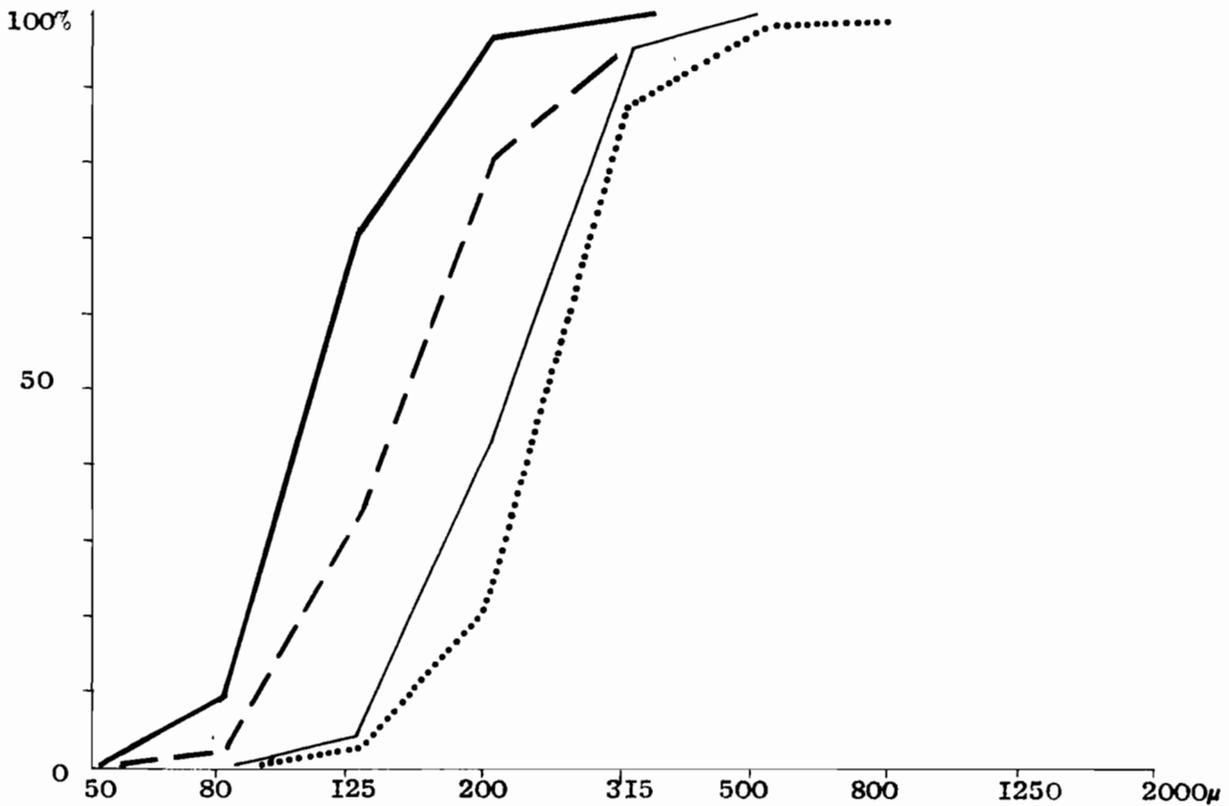


Fig. 10

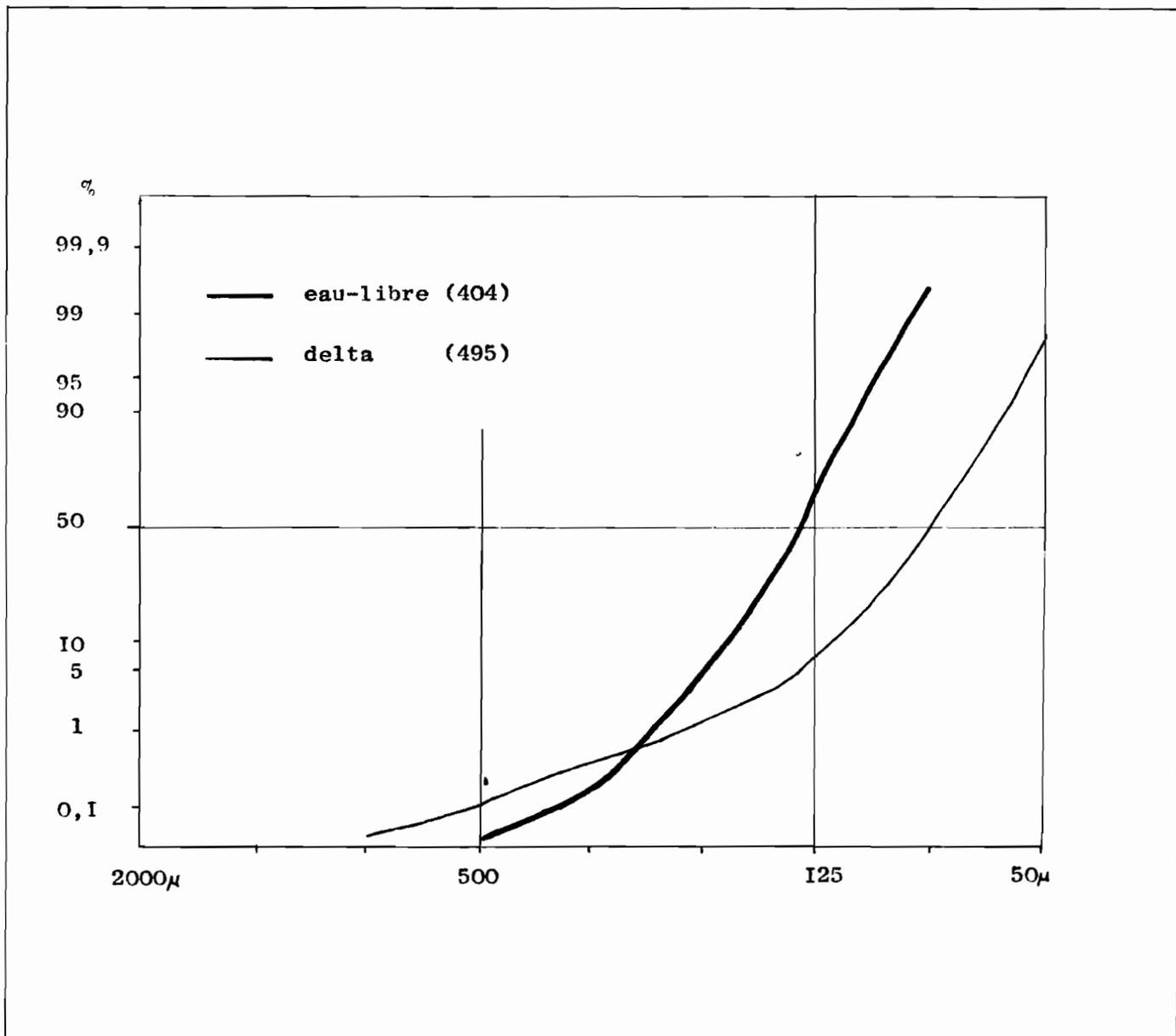
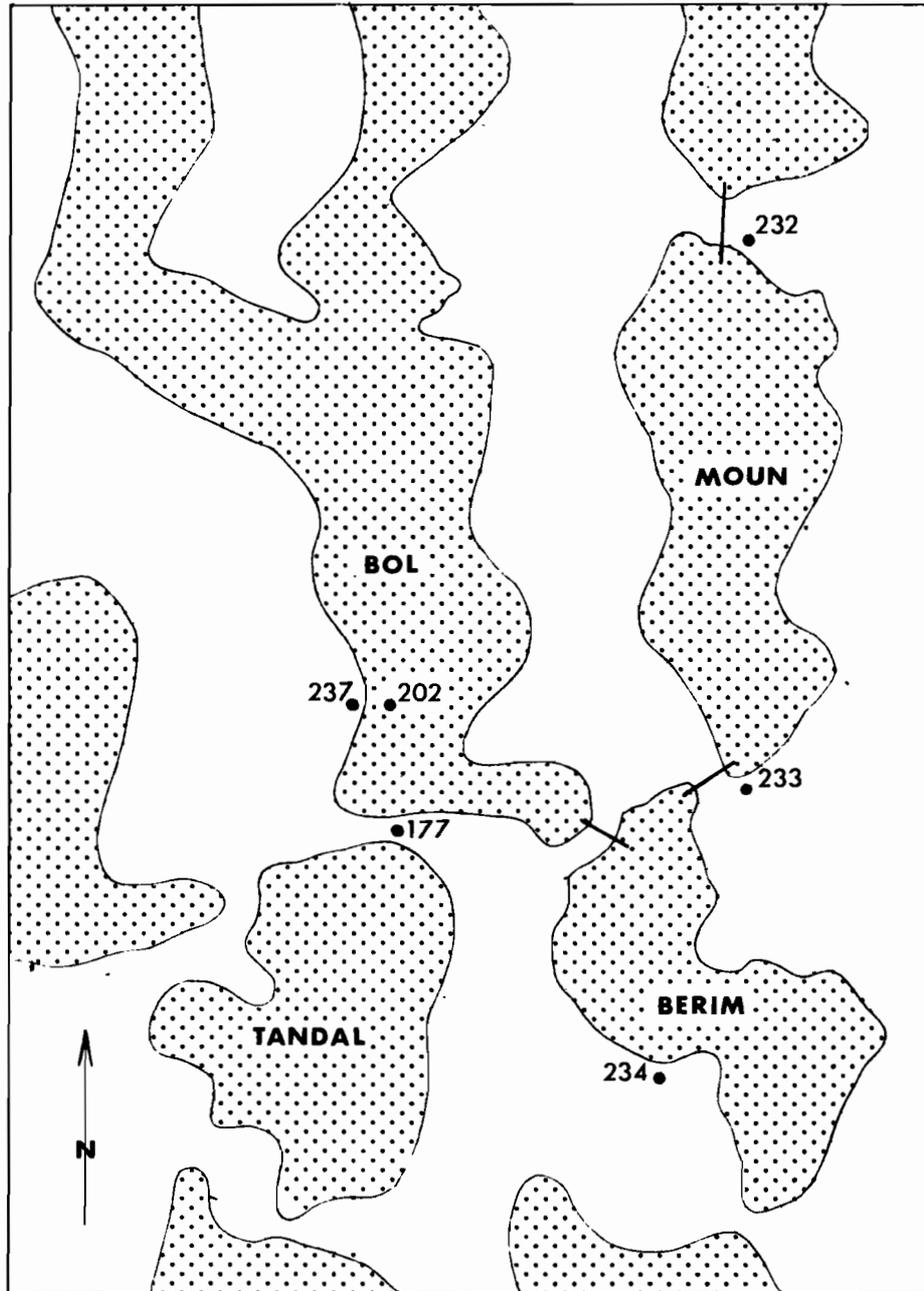


Fig. 11 COURBES DE DOUGLAS DE DEUX SABLES DU LAC

Fig. 12 EMBACEMENTS DES PRELEVEMENTS
(étude des sables)



IV - ANNEXES

- IV/1 - Etude de la profondeur
 - IV/2 - Etude de la transparence
 - IV/3 - Etude du résidu sec
 - IV/4 - Etude de la conductivité
 - IV/5 - Analyses d'eaux
 - IV/6 - Etude des minéraux lourds
 - IV/7 - Etude morphoscopique des sables
 - IV/8 - Etude de la faune fossile
 - IV/9 - Dosage de l'uranium dans les sédiments
-

IV/1 - Etude de la profondeur

Faute d'écho-sondeur permettant des mesures continues de la profondeur sur les itinéraires parcourus celle-ci a été mesurée au plomb de sonde.

La profondeur moyenne a été calculée pour chaque secteur du lac dans la zone étudiée, en ne tenant pas compte des mesures effectuées sur la bordure des fles. Les résultats en mètre sont les suivants :

Moyenne générale	3,50
Moyenne de l'archipel	4,00
Moyenne des flots bancs	2,80
Moyenne des eaux libres	3,50
Moyenne des herbiers	1,90
Moyenne du delta	2,30

La zone la plus profonde est donc celle de l'archipel ce qui s'explique en partie par la quantité moindre d'apports y arrivant du fait de la distance au delta et du rôle de barrière joué par les flots-bancs, en partie par l'amortissement vers le sud-ouest de l'ancien modelé dunaire sur lequel s'est installé le lac. A Bol le sommet des dunes est à environ 8 m au dessus du niveau du lac ce qui donne une dénivelée totale de l'ordre de 13 m. Sur la bordure sud de l'archipel le sommet des dunes émerge à peine et la dénivelée totale est d'environ 3 m.

Les plus grands fonds ont, jusqu'à présent, été rencontrés dans l'archipel au sud de Bol, entre Yakoua et Bérin (8,80 m), au nord de la pointe de Yakoua (10,00 m), entre Yakoua et Korémirom (8,50 m) et entre Tandal et Korémirom (8,50 m). Ce qui donne pour le fond du lac, au moment des mesures, une cote minimale de 274 m.

Profondeur du Lac Tchad.

Les résultats sont exprimés en centimètres.

Les dates des mesures sont indiquées entre parenthèses.

Archipel (27/9 au 7/10/1965)

Station	Profon- deur
1	345
2	390
3	435
4	317
5	103
6	361
7	215
8	230
9	480
10	100
11	420
12	220
13	403
14	245
15	248

Station	Profon- deur
16	500
17	310
18	185
19	436
20	100
21	125
22	285
23	380
24	400
25	465
26	90
27	550
28	360
29	145
30	163

Ilots-bancs (27/9 au 7/10/1965)

Station	Profon- deur
31	250
32	350
33	275
34	261
35	225
36	305

Station	Profon- deur
37	280
38	305
39	305
40	290
41	280

Eaux-libres (1.6 au 10/6/1966)

Station	Profon- deur
42	220
43	240
44	340

Station	Profon- deur
45	380
46	405
47	260

Marécages (27/9 au 7/10/ 1965)

Station	Profondeur
52	270
53	320

Station	Profondeur
54	130

Delta (1/6 au 10/6/1966)

Station	Profondeur
48	205
49	293
50	295
51	248
52	260
56	230
57	150
58	80
59	360
60	170
61	583
62	403
63	280
64	270
65	215
66	450
67	450
68	360
69	350
70	205
71	225

Station	Profondeur
72	120
73	100
74	260
75	180
76	305
77	265
78	130
79	370
80	370
81	380
82	380
83	220
84	240
85	180
87	270
87	310
88	315
89	285
90	235
91	95

Cote du lac à Bol le 1.10.1965 284,89 m
 Cote du lac à Bol le 1.06.1966 284,40 m
 Cote du lac à Bol le 31.01.1967 284,40 m

Tableau 13

14°40'

14°50'

Fig.13 PROFONDEUR DU LAC
(en cm.)

Ngarangou

13°
30'

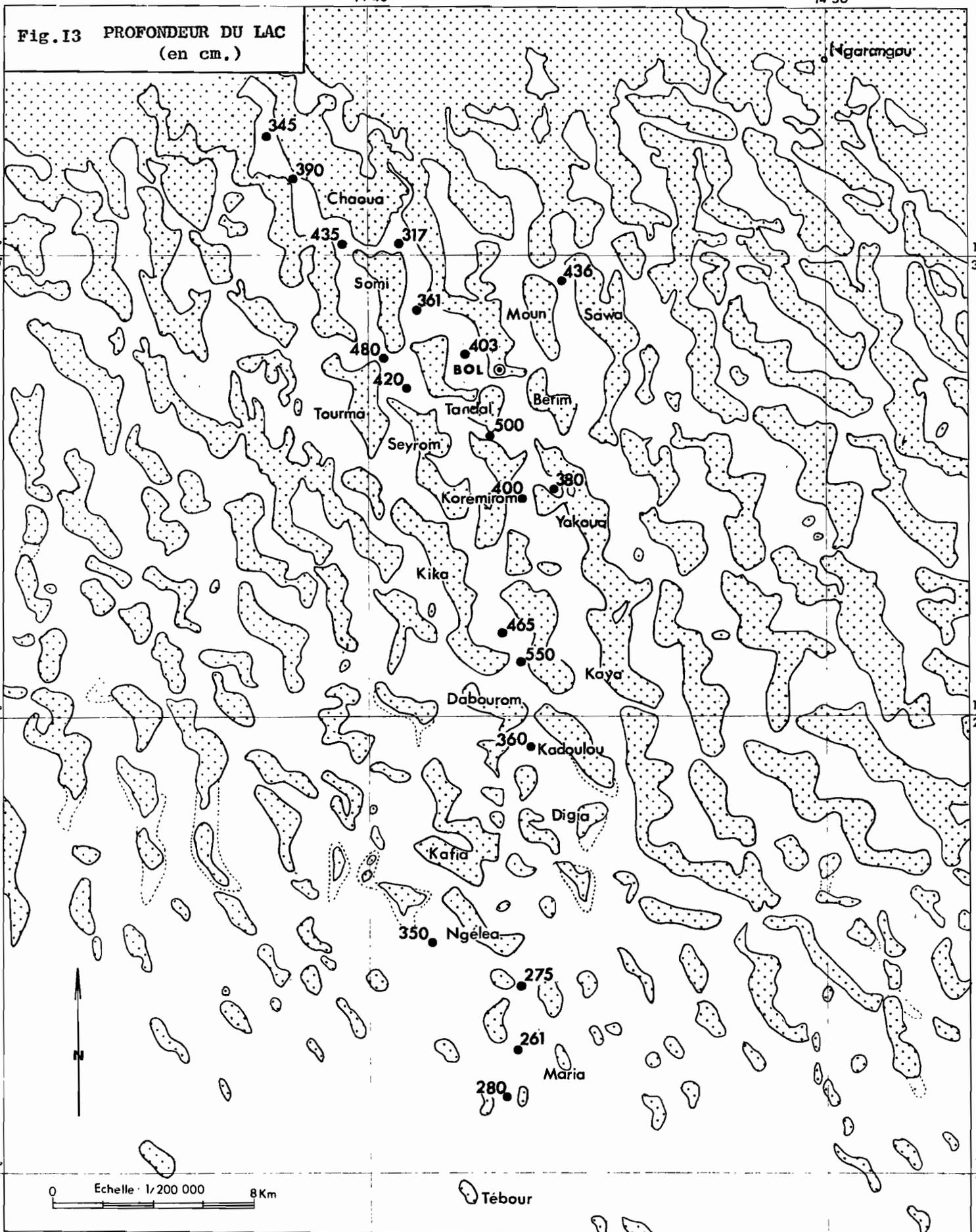
13°
30'

13°
20'

13°
20'

13°
10'

13°
10'

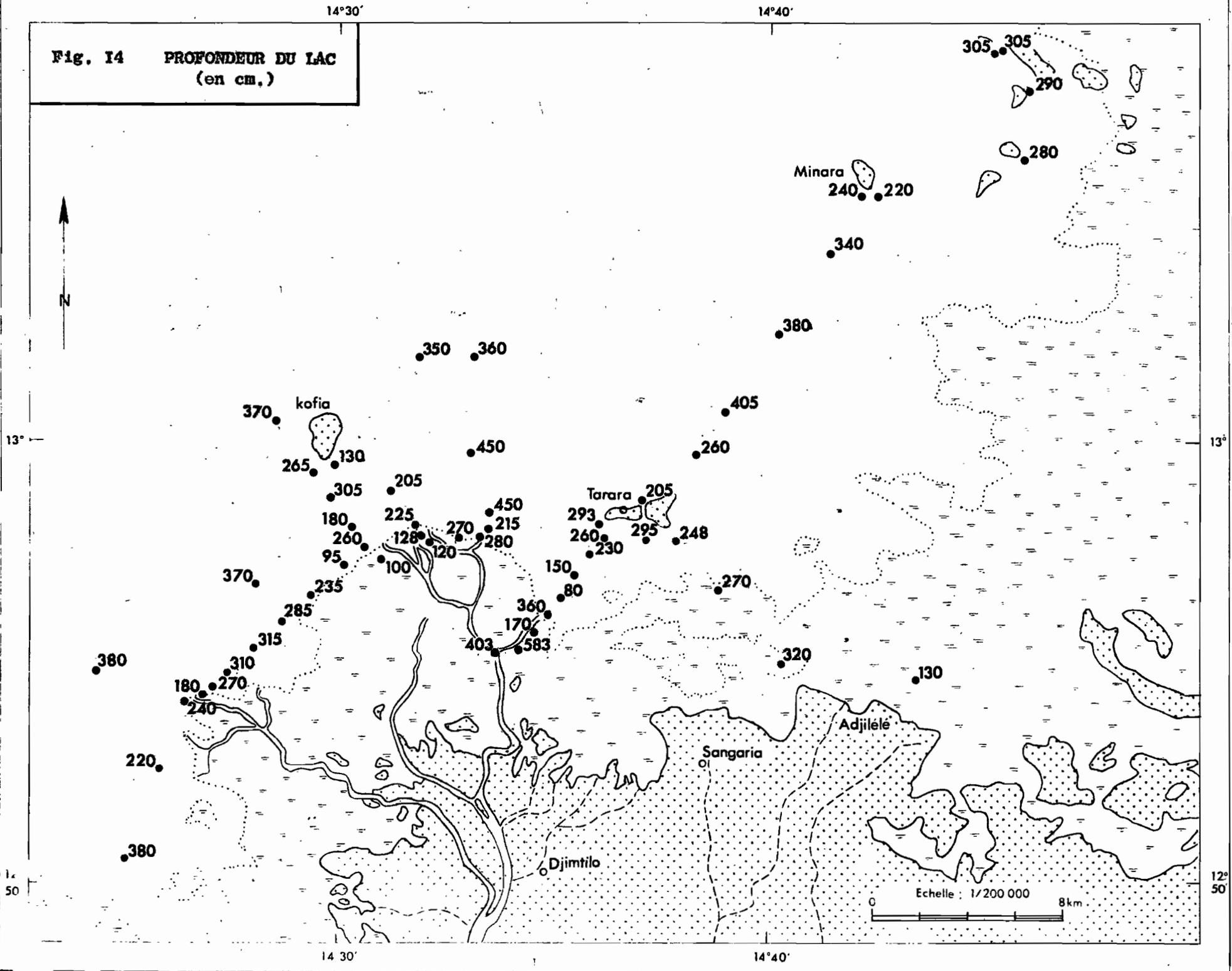


Echelle 1/200 000 8Km

14°40'

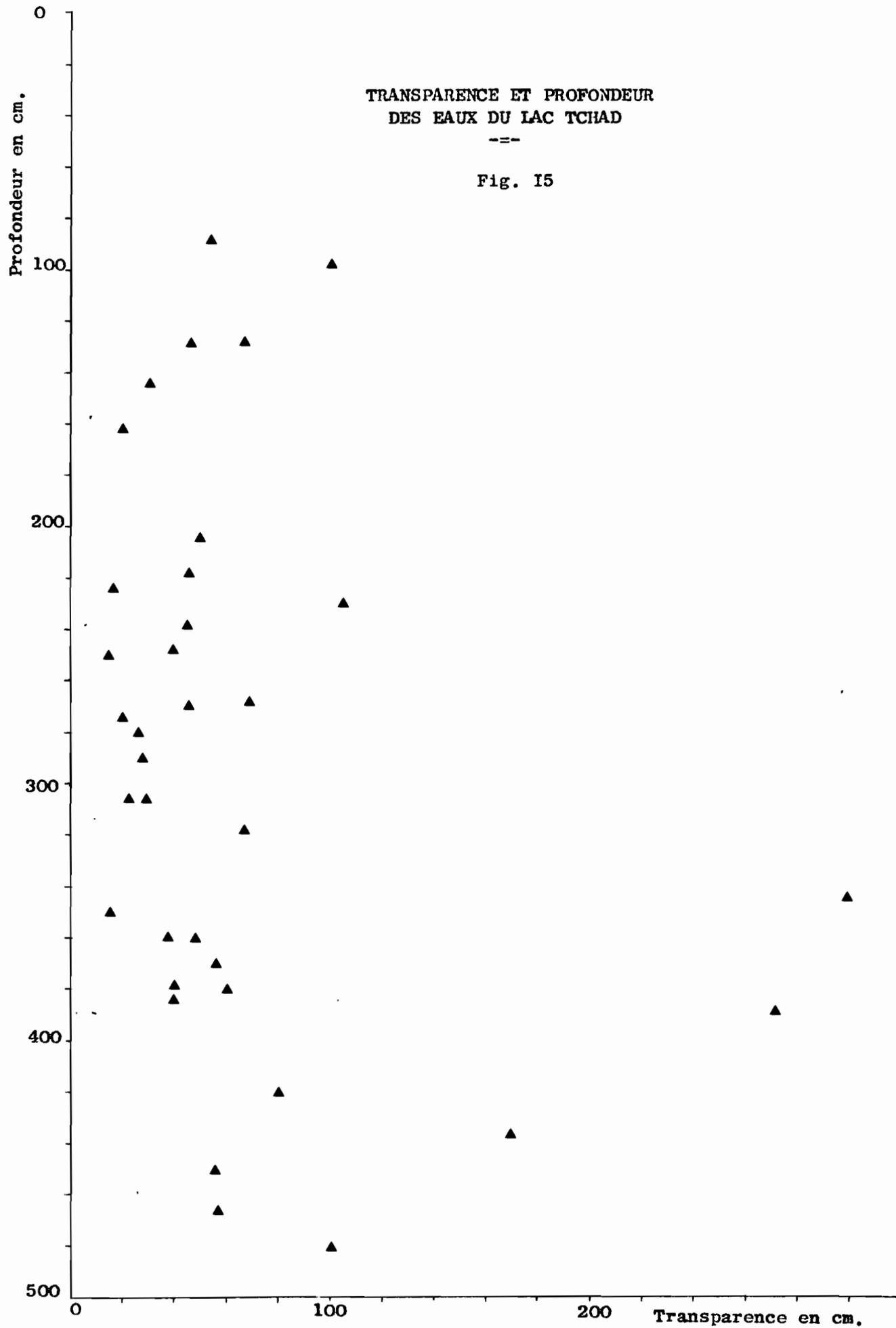
14°50'

Fig. 14 PROFONDEUR DU LAC
(en cm.)



TRANSPARENCE ET PROFONDEUR
DES EAUX DU LAC TCHAD

Fig. 15



IV/2 - Etude de la transparence

La transparence a été mesurée au moyen d'un disque de Secchi de 30 cm de diamètre, elle correspond à la profondeur, en centimètres sous la surface de l'eau, à laquelle il disparaît aux yeux de l'observateur. La précision obtenue est de l'ordre du centimètre.

Les valeurs extrêmes trouvées sont respectivement de 298cm à l'extrémité nord de l'archipel dans la région de Bol, (bras de Chaoua), et de 15 cm dans la zone des îlots bancs, (au sud-est de Ngéléa sur l'itinéraire Djimtilo Bol), la médiane étant de 45 cm pour l'ensemble des mesures. L'étude de la transparence en fonction de la profondeur du lac n'a donné aucun résultat, aucune relation n'apparaissant entre ces deux données. Il en a été de même pour l'étude de la transparence en fonction du résidu sec.

Deux facteurs conditionnent la transparence : les matières en suspension et le plancton, ce dernier étant généralement d'autant moins important que le taux de matières en suspension est moins élevé. Il n'a pas été possible de déterminer la part revenant à chacun de ces facteurs mais la couleur limoneuse de l'eau semble indiquer le rôle essentiel joué par les matières en suspension. Ces dernières proviennent d'une part des apports du Chari, d'autre part, étant donné la faible profondeur du lac, de la remise en suspension des vases du fond par les courants dus au vent. La transparence dans le delta étant, lors des mesures qui coïncidaient avec le maximum de la crue du Chari, plus grande que celle mesurée dans les eaux libres il apparaît que le rôle du vent est essentiel, Ceci est encore mis en évidence par la valeur élevée de la transparence dans les marécages où la végétation s'oppose à l'agitation de l'eau, sa très faible valeur sur la bordure nord-est des eaux-libres alors que le vent soufflait depuis plusieurs jours du sud-ouest, et la progression observée dans l'archipel où la transparence passe de 15 cm au sud à 298 cm à l'extrémité nord.

Transparence des eaux du lac Tehad

Archipel

Station	Transparence	Profondeur	Résidu sec
1	298	345	188
2	270	390	143
3	170	435	
4	200	317	
5	103	103	
6	105	361	
7	105	215	
8	105	230	
9	100	480	
10	100	100	
11	84	420	203
12	103	220	
13	105	403	
14	105	140	
15	85	248	
16	75	500	
17	75	310	
18	115	220	
19	123	436	
20	100	100	
21	103	125	
22	100	285	
23	60	380	
24	70	400	
25	57	465	150
26	57	90	
27	54	550	
28	47	360	
29	31	145	
30	20	163	

Ilots-bancs

Station	Transparence	Profondeur	Résidu sec
31	15	250	217
32	15	350	
33	20	275	229
35	17	225	
36	17	305	
37	17	280	
38	28	305	280
39	24	305	164
40	29	290	
41	98	280	

Eaux-libres

Station	Transparence	Profondeur	Résidu sec
42	45	130	81
43	67	20	
44	70	270	

Marécages

Station	Transparence	Profondeur	Résidu sec
52	70	270	81
53	67	320	
54	45	130	

Delta

Station	Transparence	Profondeur	Résidu sec
50	40	248	95
58	37	360	
64	45	270	87
65	70	215	
66	55	450	
70	50	205	
78	70	130	
80	57	370	
81	40	380	
82	40	380	96
84	45	240	
86	45	220	

Transparence et profondeur en centimètres
 Résidu sec en milligrammes par litre

Tableau 14

Emplacements des mesures	Latitude	Transparence en cm.
Sud de Ngéleá	13° 15'	15
Nord Ouest de Ngéleá	13° 16'	20
Kafia	13° 17'	31
Dabourom	13° 19'	47
Kika	13° 21'	54
Kika	13° 22'	57
Point VI (Yagoua)	13° 25'	60
Tourma	13° 27'	80
Nord-Est de Tourma	13° 28'	100
Sud-Ouest de Somi	13° 29'	105
Chaoua	13° 30'	170
Chaoua	13° 32'	270
Chaoua	13° 33'	298

Etude de la transparence dans l'archipel

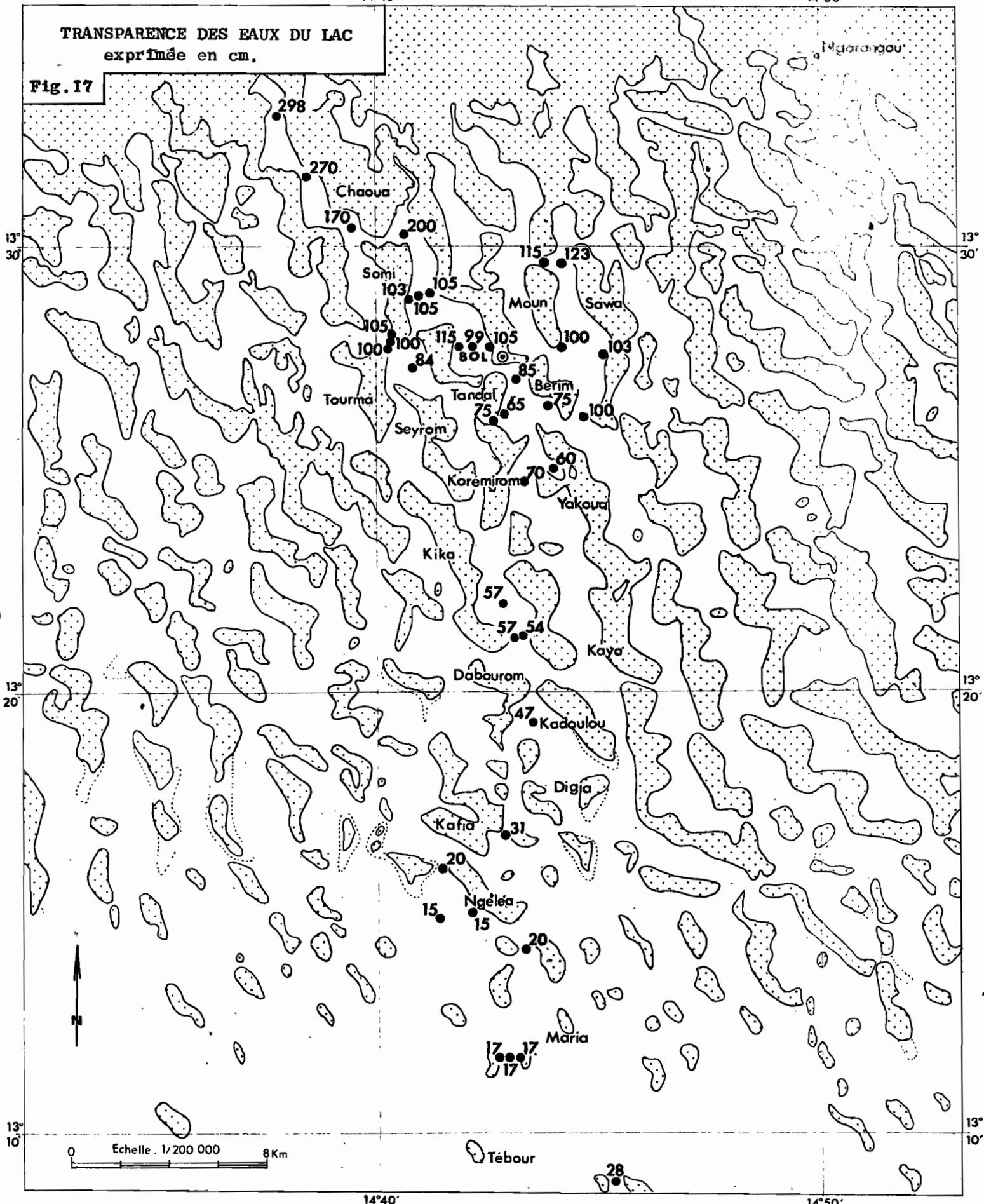
Tableau 15

14°40'

14°50'

TRANSPARENCE DES EAUX DU LAC exprimée en cm.

Fig. 17



13° 30'

13° 30'

13° 20'

13° 20'

13° 10'

13° 10'

14°40'

14°50'

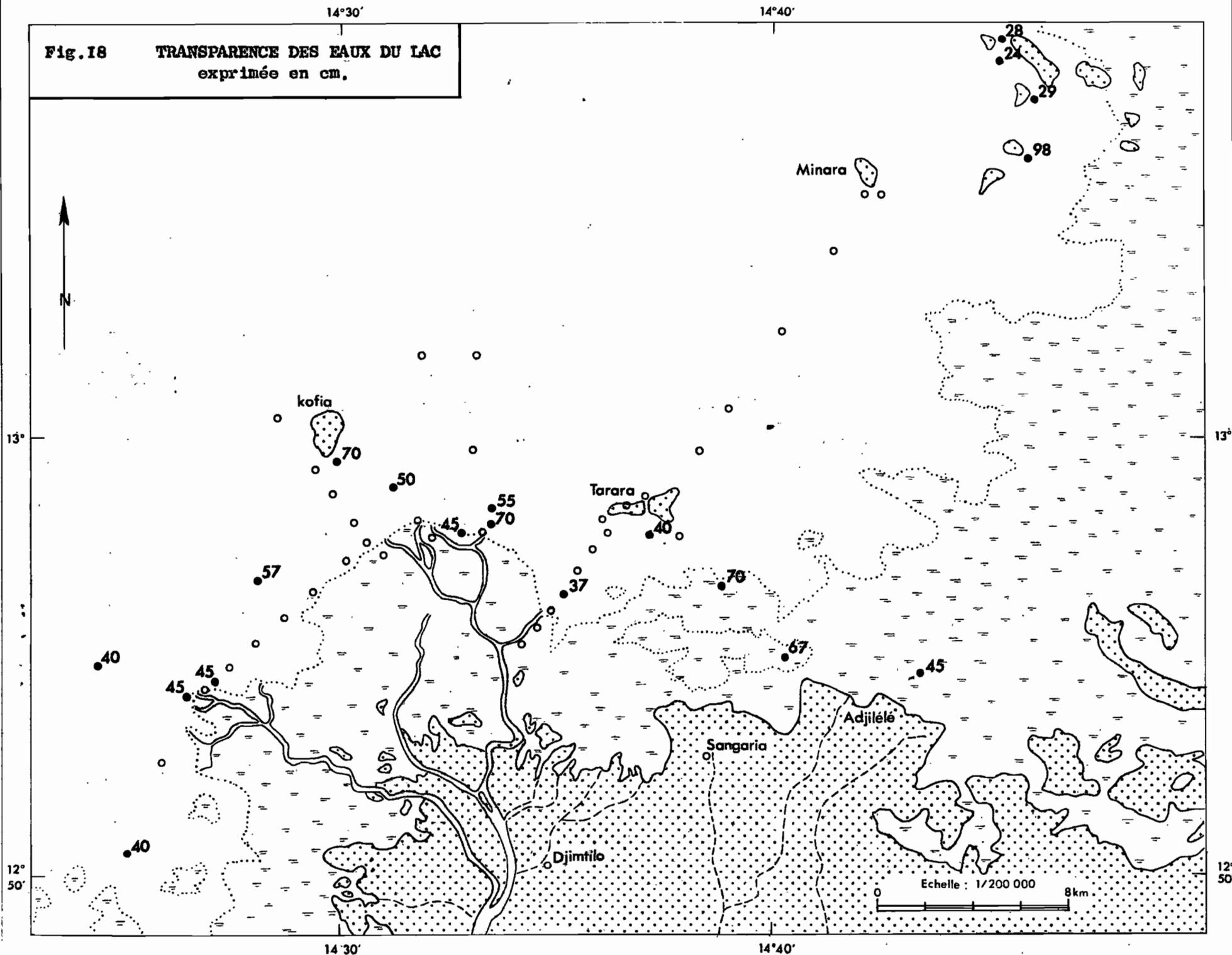
Echelle 1/200 000 8 Km

Tébour

28

Fig.18

TRANSPARENCE DES EAUX DU LAC
exprimée en cm.



IV/3 - Etude du résidu sec

Le résidu sec est obtenu par pesée du résidu de l'évaporation sur plaque chauffante puis, à l'étuve à 105° d'un litre d'eau. Les prélèvements ont été effectués fin octobre début novembre c'est-à-dire à une période correspondant au maximum de la crue du Chari. Ils ont été traités au laboratoire quelques jours après l'échantillonnage.

Les résultats exprimés en milligrammes par litre sont les suivants pour les différentes zones du lac :

Archipel	171
Ilots-bancs	223
Bordure nord-est des eaux-libres	222
Marécages à l'est du delta	88
Eaux-libres au sud-ouest du delta	141
Bordure du delta	91
Delta	123
Chari à Dougia (80 km en amont du delta)	121
Chari à Fort-Lamy (190 km en amont du delta)	112

La valeur du résidu sec, plus faible dans le delta que dans les eaux libres montre le rôle essentiel des courants créés par le vent, courant remettant en suspension les vases du fond du lac, les apports du Chari n'intervenant qu'en second. De même l'importance de la concentration en sels, croissante du delta vers l'archipel, ne joue qu'un rôle accessoire. La chute de la valeur du résidu sec à la sortie du delta montre que les éléments apportés en suspension par celui-ci se déposent très rapidement.

Le résidu sec étudié en fonction de la transparence ne permet pas de définir entre ces deux termes une corrélation. De même il n'est pas apparu de fonction simple entre le résidu sec et la conductivité.

Résidu sec des eaux du lac Tchad

Origine	Station	Résidu sec
Archipel	1	188
	2	143
	11	103
	25	150
	moyenne	171
Ilots bancs	31	217
	35	229
	moyenne	223
Bordure nord-est des eaux libres	38	280
	41	164
	moyenne	222
Marécages à l'est du delta	52	81
	50	95
	moyenne	88
Eaux libres au sud-ouest du delta	82	141
Bordure du delta	78	87
	84	96
	moyenne	91
Delta du Chari	60	141
	93	119
	94	110
	95	123
	moyenne	123
Chari à Dougia		121
Chari à Fort-Lamy		112

Résultats donnés en milligrammes par litre

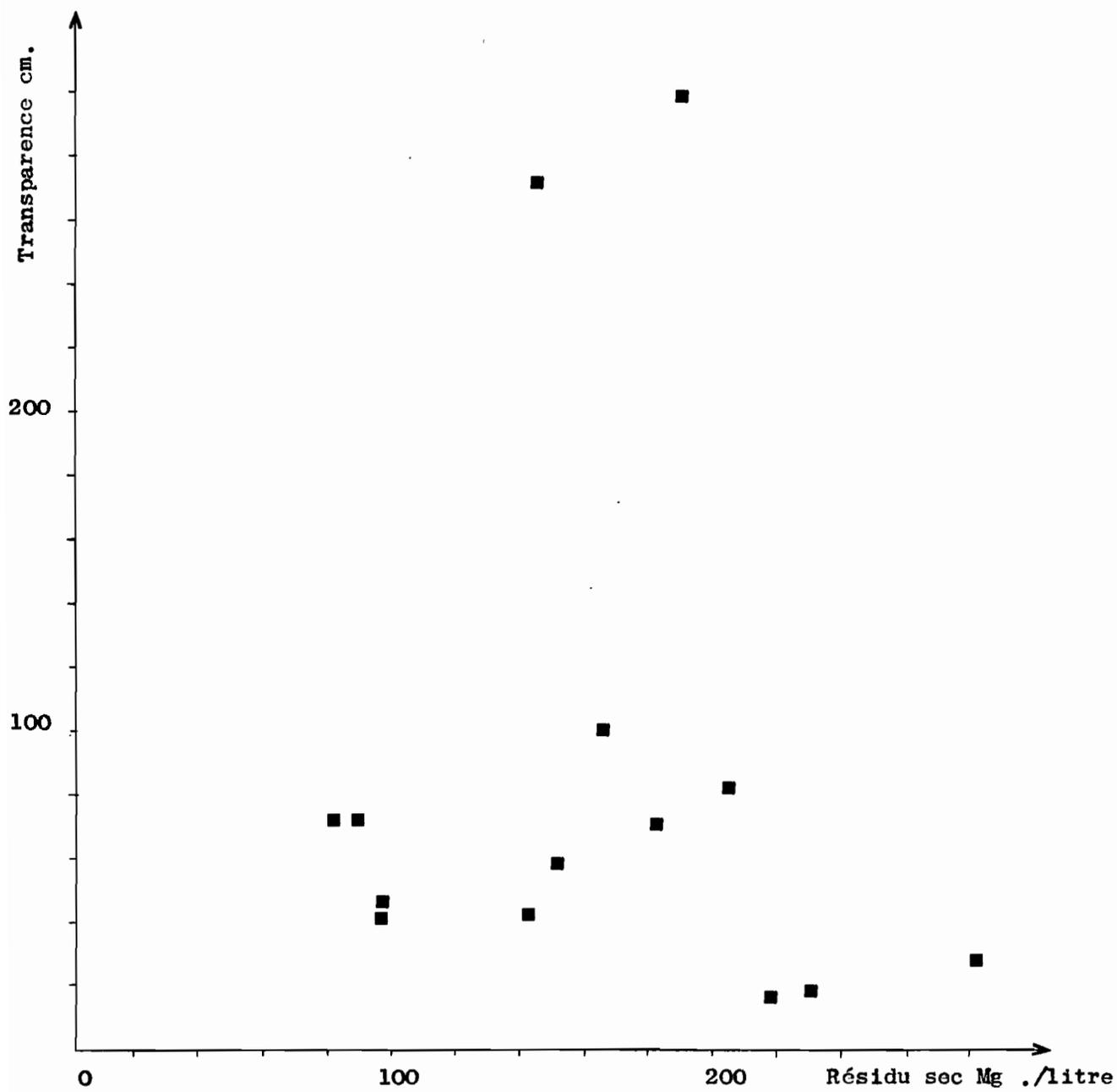
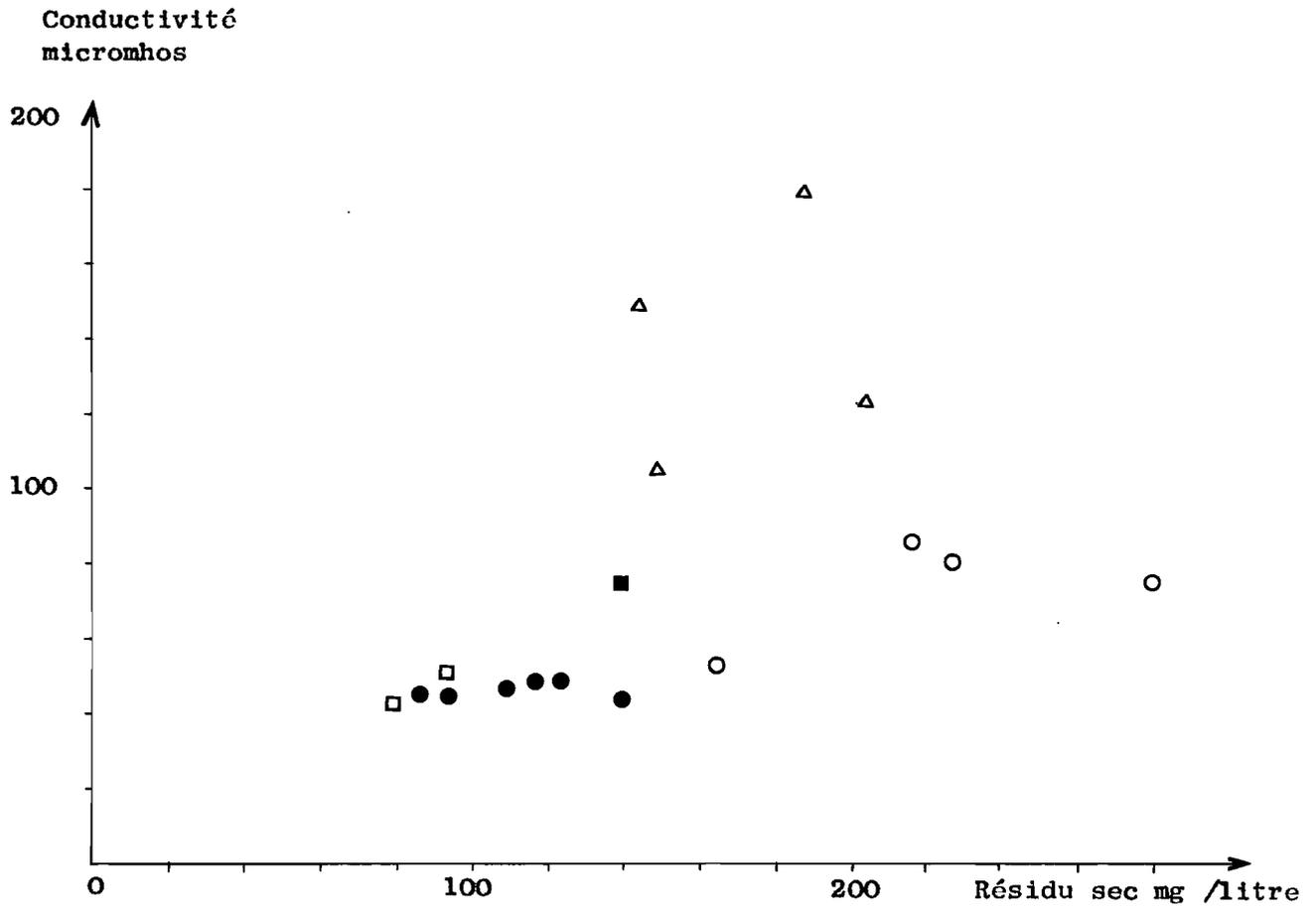


Fig. 19 RESIDU SEC ET TRANSPARENCE DES EAUX DU LAC TCHAD

Fig. 20

RESIDU SEC ET CONDUCTIVITE DES EAUX DU LAC TCHAD

--



■ = eaux-libres

□ = marécages

● = delta

△ = archipel

○ = ilots-bancs

IV/4 - Etude de la conductivité

La conductivité a été mesurée sur place, au moment des prélèvements, avec un conductivimètre Chauvin et Arnoux sur 1 litre d'eau prélevé au moyen d'un flacon de polyéthylène qui était ouvert à la profondeur voulue. Les résultats ramenés à 25° sont donnés en micromhos par centimètre.

Afin de contrôler l'homogénéité de la conductivité dans un secteur géographiquement limité, ceci dans le but de ne pas avoir à multiplier les mesures, la conductivité a été mesurée en 19 points d'une baie de l'archipel au sud-ouest de Bol. Les valeurs extrêmes obtenues sont respectivement de 132 et 158 micromhos, il a donc été possible de limiter les mesures.

A l'échelle du lac on constate une augmentation très nette de la conductivité du delta vers la bordure nord de l'archipel. Cette augmentation, faible dans les eaux libres, de 70 micromhos sur une distance de 55 km, est forte dans les flots bancs puis dans l'archipel où elle augmente de la même valeur sur 15 km seulement. La conductivité qui est voisine de 50 micromhos dans le delta, de 160 micromhos au nord de l'archipel, passe à 400 et 500 micromhos dans les eaux résiduelles des polders de la bordure nord-est du lac.

Afin de mettre en évidence une éventuelle variation de la conductivité avec la profondeur plusieurs mesures ont été faites en un même point. Les résultats obtenus montrent qu'il n'y a aucune stratification des eaux en ce qui concerne la conductivité à l'échelle à laquelle il a été possible d'opérer, les écarts trouvés étant de l'ordre de précision des mesures.

Conductivité des eaux du lac Tchad
mesurée entre le 27.9 et le 7.10.1965 en
micromhos par centimètre à 25°

Station	Conductivité	Station	Conductivité
Archipel			
1	180	16	129
2	150	17	122
3	145	18	180
4	138	19	177
5	145	20	177
6	132	21	168
7	128	22	130
8	120	23	111
9	133	24	126
10	115	25	107
11	124	26	107
12	130	27	107
13	130	28	94
14	140	29	92
15	133	30	96
Ilots bancs			
33	88	38	74
33	88	39	68
35	82	40	54
Delta			
59	104	80	49
60	45	81	55
64	49	82	77
65	51	82-1	60
66	48	83	48
70	49	84	48
78	46		48

Tableau 17

Conductivité dans le delta du Chari

Station	Conductivité	Date
58	67	3.6.1966
61	63	3.6.1966
62	62	3.6.1966
67	71	3.6.1966
68	71	3.6.1966
69	72	4.6.1966
71	72	4.6.1966
72	75	4.6.1966
73	64	5.6.1966
74	63	5.6.1966
75	69	5.6.1966
76	76	5.6.1966
79	79	5.6.1966
Chari à Djimtilo	66	20.3.1966
Chari à Mani	84	19.3.1966
Chari à Fort-Lamy	66	15.3.1966

Tableau 18

Conductivité dans une baie de l'archipel

Station	Conductivité	Station	Conductivité
B.41	140	B.56	148
B.42	147	B.57	158
B.43	148	B.58	151
B.45	141	B.59	132
B.46	154	B.60	157
B.47	151	B.61	139
B.48	150	B.62	151
B.49	146	B.63	143
B.54	148	B.64	143
B.55	152		

Tableau 19

Etude de la conductivité en fonction de la profondeur

N°	P.	T.	C.
14	200	99	140
14	50	99	140
13	400	115	135
13	200	115	130
13	50	115	130
12	400	105	130
12	50	105	130
9	400	100	133
9	50	100	133
33	300	15	90
33	50	15	88

N° = numéros des stations

P. = profondeur en centimètres

T. = transparence en centimètres

C. = conductivité à 25° en micromhos/cm

Tableau 20

Variation de la conductivité sur le trajet Djimtilo-Bol
(25 septembre - 7 octobre 1965)

N° des Stations	Latitude	Conductivité
Delta 60	12° 56'	45
50	12° 58'	50
Eaux-libres 41	13° 06'	54
39	13° 08'	68
38	13° 09'	74
Ilôts bancs 35	13° 12'	82
33	13° 14'	88
Archipel 29	13° 17'	92
28	13° 19'	94
25	13° 21'	107
23	13° 25'	111
11	13° 27'	124
9	13° 29'	133
3	13° 30'	145
2	13° 31'	150
1	13° 33'	180

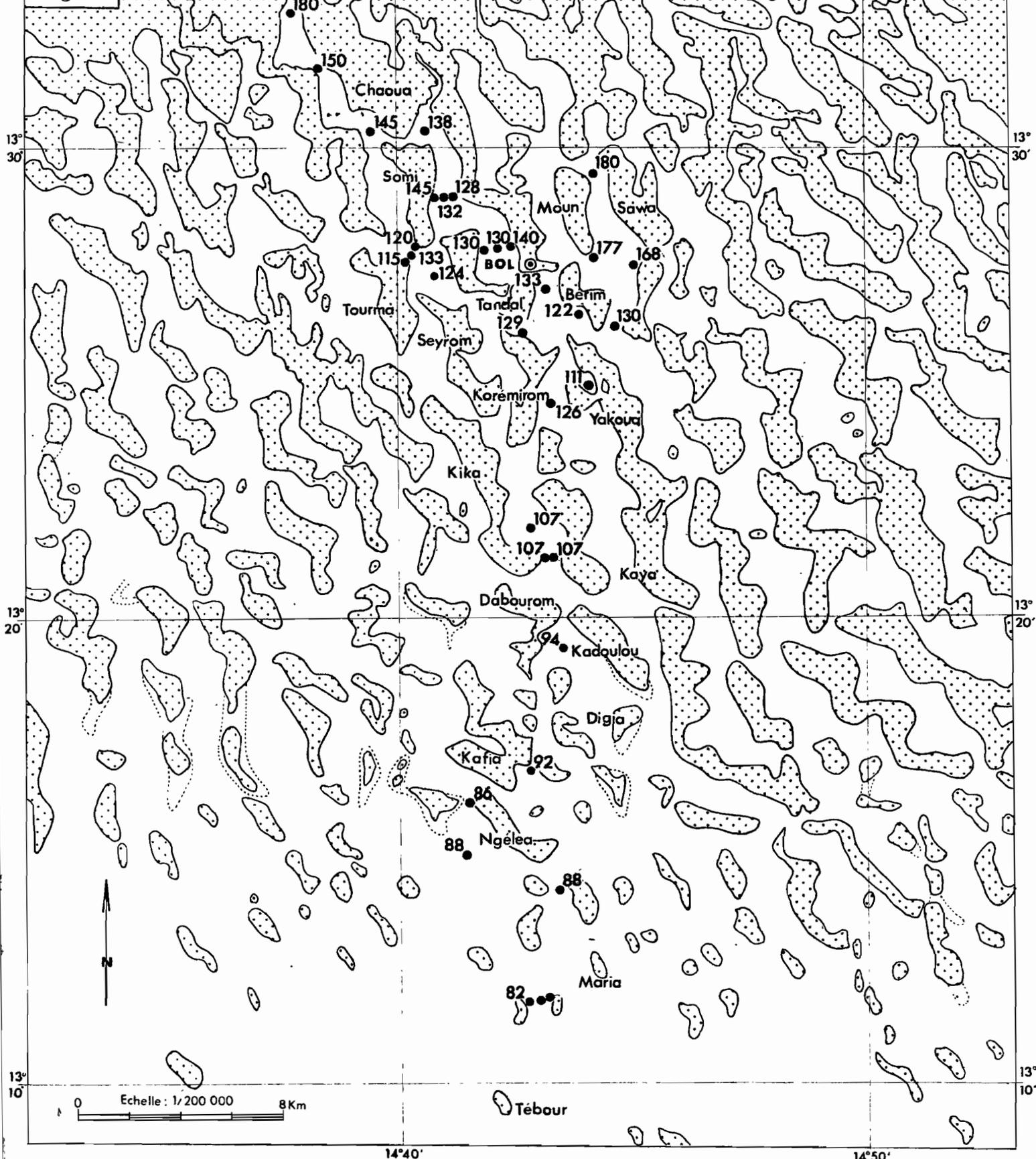
Tableau 21

14°40'

14°50'

CONDUCTIVITE DES EAUX DU LAC TCHAD
mesurée entre le 27.9 et le 7.10.1965
en micromhos par cm à 25°

Fig. 21



14°40'

14°50'

Fig. 22

CONDUCTIVITE DES EAUX DU LAC TCHAD
mesurée entre le 27.9 et le 7.10.1965
en micromhos par cm. à 25°

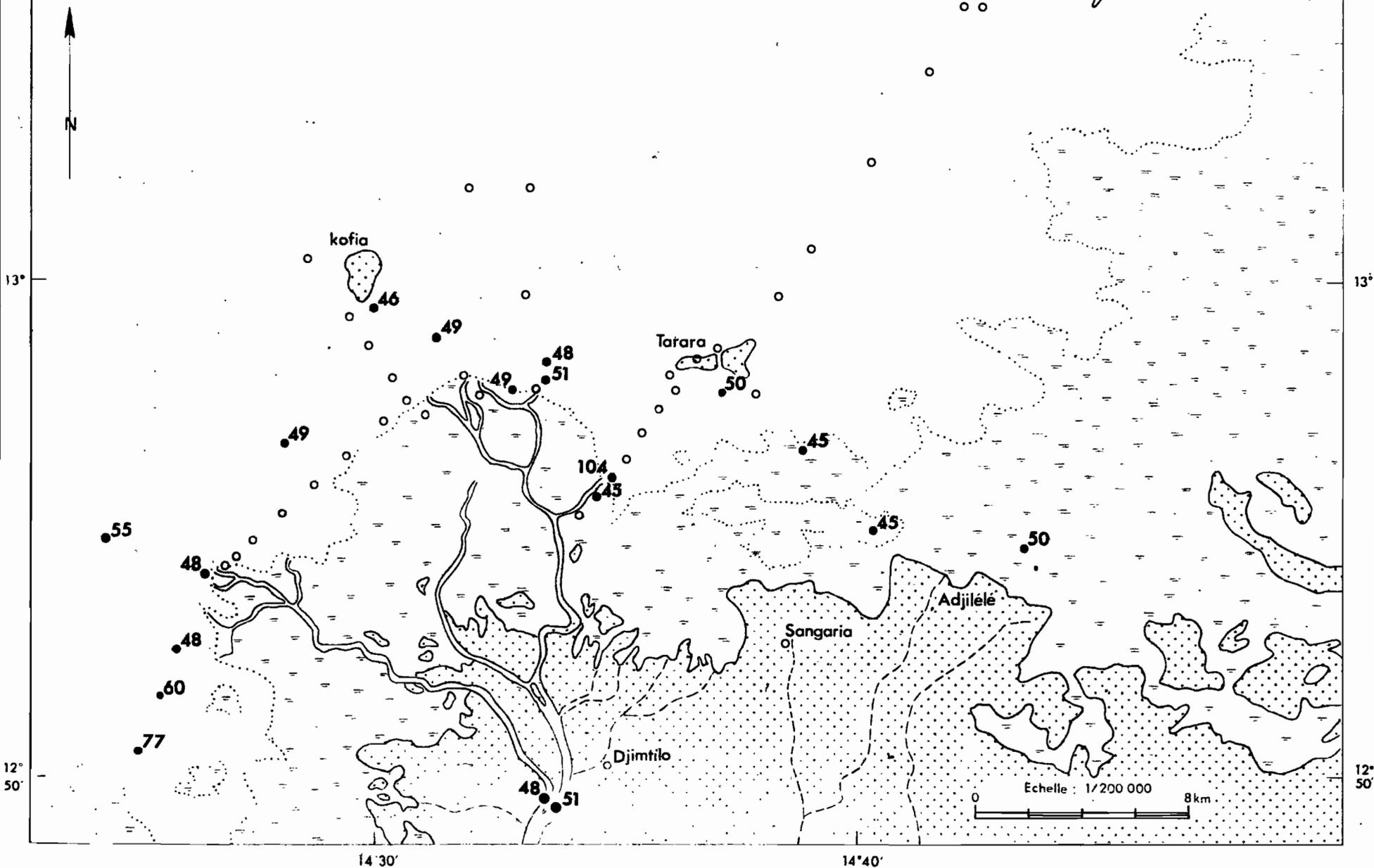


Fig. 23 CONDUCTIVITE DES EAUX DU DELTA
mesurée les 3, 4 et 5.6.66
en microhmhos par cm à 25°

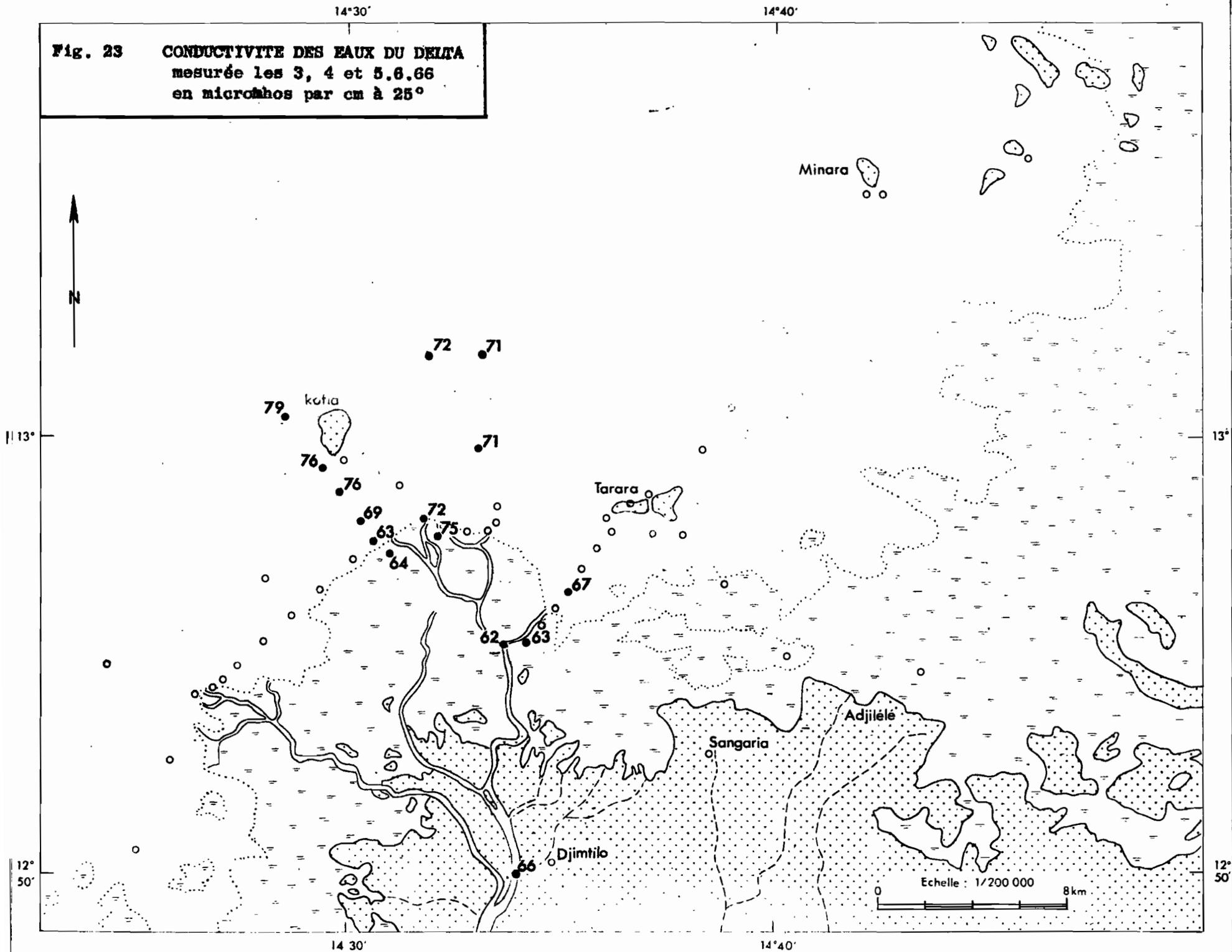
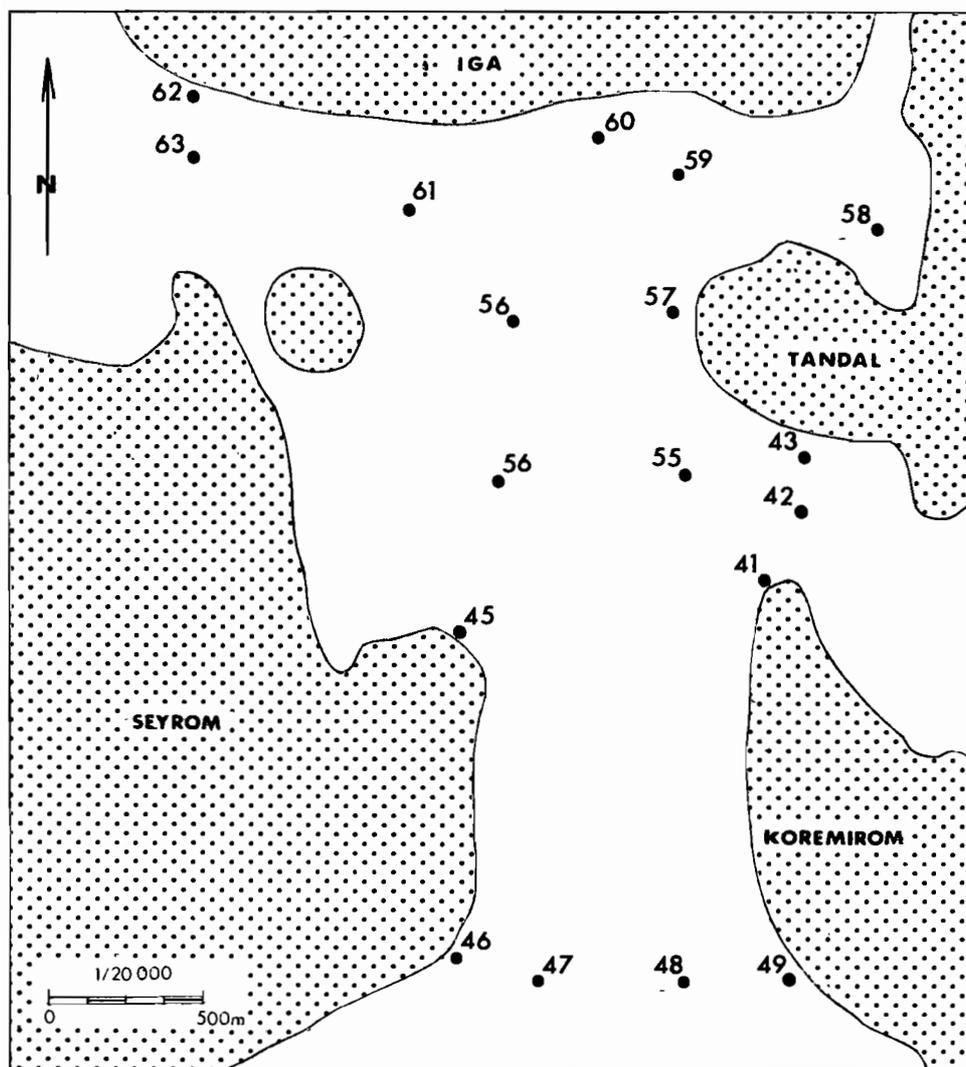


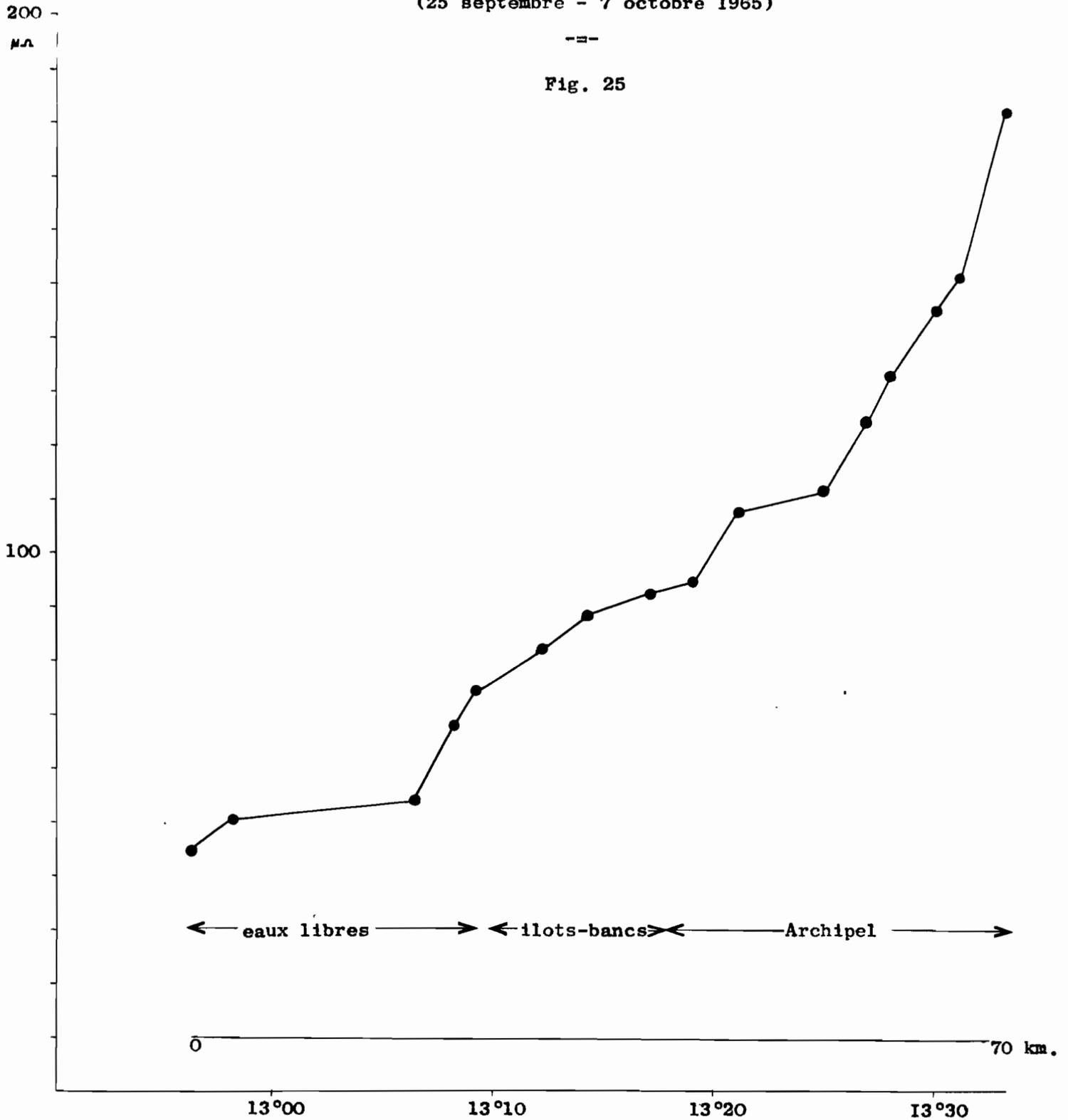
Fig. 24 VARIATION DE LA CONDUCTIVITE DANS UNE BAIE
DE L'ARCHIPEL PRES DE BOL



Conductivité mesurée le 25 et 26.I.1967 en
micromhos par centimètre à 25°

VARIATION DE LA CONDUCTIVITE
SUR LE TRAJET DJIMFILO-BOL
(25 septembre - 7 octobre 1965)

Fig. 25



IV/5 - Résultats de l'analyse ionique d'échantillons d'eau du lac

Quelques échantillons d'eau du lac ont été analysés au laboratoire de Fort-Lamy au cours d'une phase de mise au point des méthodes. Les résultats sont donnés ici à seul titre indicatif, ceux concernant le Chari sont ajoutés en tant que termes de comparaison.

Numéro Origine	20 Bol	55 Isseirom	56 Isseirom	28 Djimtilo	29 Mani	30 Fort-Lamy
Prélevé le	22.12.65	8.5.66	8.3.66	20.3.66	19.3.66	15.3.66
Analysé le	27.12.65	14.5.66	14.5.66	9.4.66	9.4.66	9.4.66
pH	8,3	7,5	9,6	8,1	7,6	8,2
Conductivité	0,1	0,24	7,57	0,09	0,14	0,09
Cl	0	0	6	0	0	0
SO ₄	0	0,43	12,5	0	0	0
HCO ₃	1,5	1,65	44	0,8	1,0	0,8
CO ₃	0	0	34	0	0	0
HCO ₃ + CO ₃	1,5	1,65	78	0,8	1,0	0,8
Total anions	1,5	2,1	96,5	0,8	1,0	0,8
Ca	0,5	1,5	0,4	0,3	0,4	0,3
Mg	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2
Na	0,35	0,23	84	0,15	0,15	0,15
K	0,15	0,2	6,6	+	+	+
Na + K	0,50	0,43	90,6	0,15	0,15	0,15
Total cations	1,40	2,2	91,2	0,65	0,75	0,65

Tableau 22

résultats exprimés en milliéquivalents par litre

conductivité en millimhos/cm à 25°

+ = inférieur à 0,1

DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU

Après H. SCHOELLER
et N. BERKALOFF

LEGENDE

Figuré	n°	Origine	pH
—	20	Lac, archipel	8,3
- - -	55	" "	7,5
—	56	Lac bras iso-	9,6
- - -	28	Delta du Cha-	8,1
- - -	29	Chari à Mani	7,6
.....	30	Chari à F.L.	8,2

Teneurs en mg/l

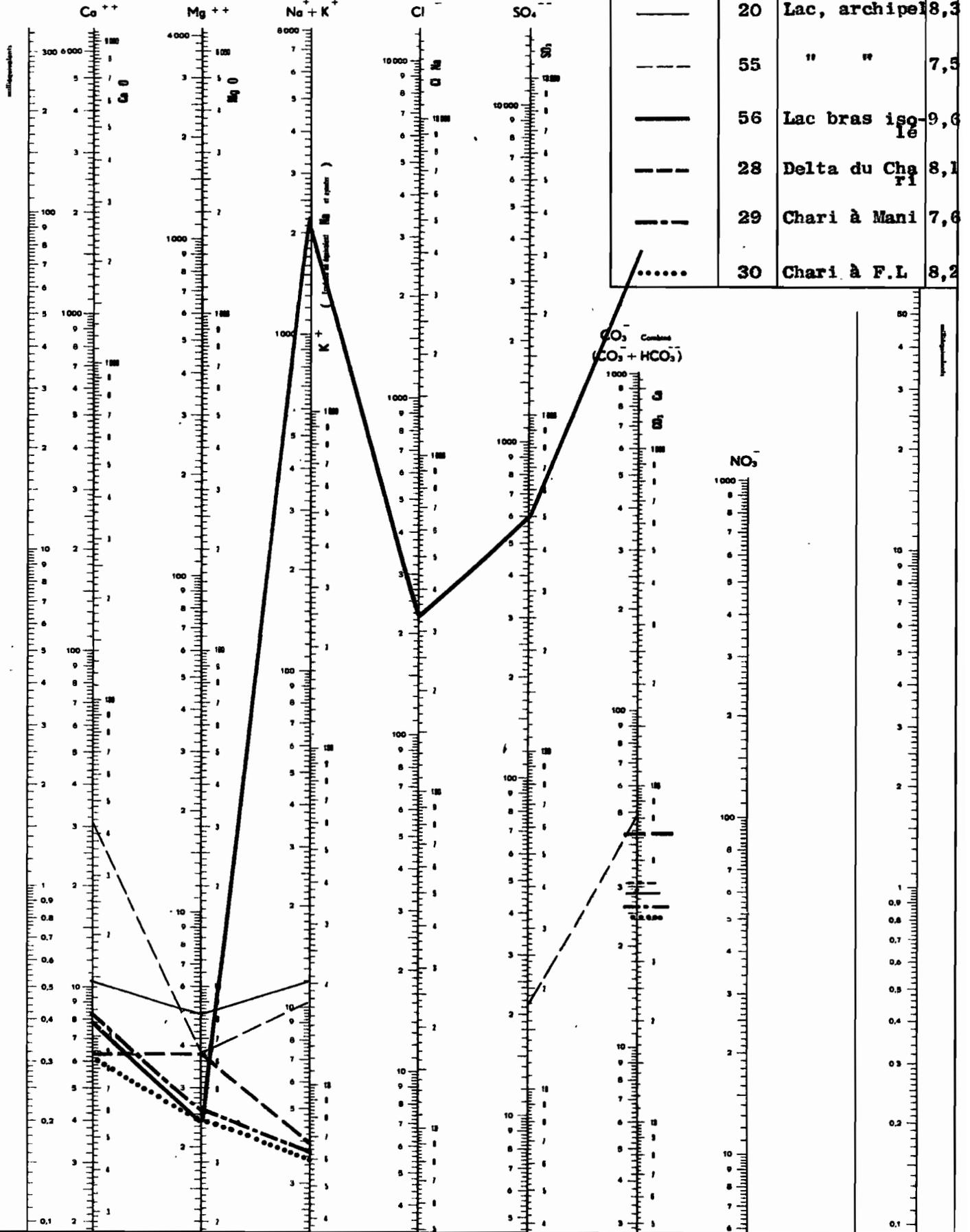
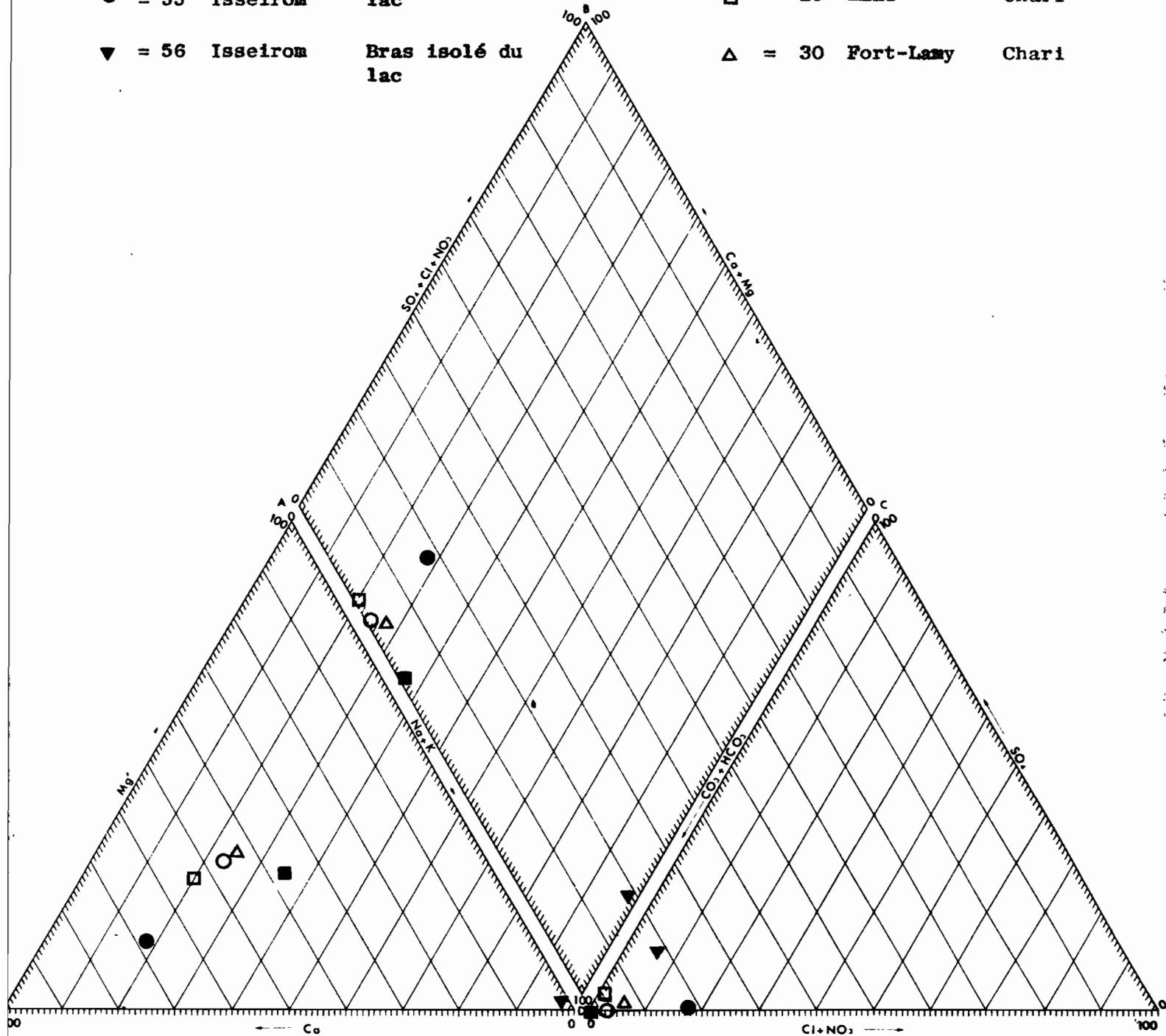


Fig. 27

DIAGRAMME D'ANALYSE D'EAU

d'après PIPER (U S Geological Survey)

- | | | | | | |
|--------|----------|-------------------|--------|-----------|-------|
| ■ = 20 | Bol | lac | ○ = 28 | Djintilo | Chari |
| ● = 55 | Isseirom | lac | □ = 29 | Mani | Chari |
| ▼ = 56 | Isseirom | Bras isolé du lac | △ = 30 | Fort-Lamy | Chari |



IV/6 - Etudes des minéraux lourds des sables du lac

Les sables du lac renferment peu de minéraux lourds, leur teneur pondérale est toujours inférieure à 1% et essentiellement des éléments ubiquistes résistants, zircon, tourmaline, rutile, qui représentent entre 84 et 91% du total. Les minéraux de métamorphisme, staurotide, épidote, représentent environ 10%. Ces pourcentages soulignent l'importance des remaniements successifs subis.

Les sables du Chari se distinguent par une proportion moindre d'ubiquistes et une plus grande importance des minéraux de métamorphisme. Dans ces sables l'augmentation des teneurs en hornblende verte et en épidote en approchant du lac, teneurs elles-mêmes supérieures à celles des sables du lac, ne paraît pas pouvoir être encore expliquée vu le très petit nombre de mesures actuellement disponibles.

La composition en minéraux lourds des sables de l'archipel et des flots-bancs est semblable à ceux des sables des dunes de la bordure nord de la partie orientale du lac. (B. Dupont, 1967, Etude des Formations Sédimentaires du Kanem. Premiers résultats),

Pourcentage des minéraux lourds dans les sables du lac

Origine	202	232	257	262	279	286	74
Zircon	64	56	56	44	14	15	45
Tourmaline	24	32	30	37	12	12	2
Rutile	2	2	3	3	2	6	20
Andalousite	+	+	+	+	+	+	
Disthène	+		+	+	2	2	6
Sillimanite	+	+		+	3	3	1
Staurotide	4	7	5	5	10	8	11
Grenat	+	+	+	+	+	1	1
Hornblende verte	+	+		1	34	6	2
Hypersthène	+	+					
Pyroxènes monocliniques	+	+			+	+	
Epidotes	5	3	6	10	23	17	7
Zoisite							3
Sphène					+	+	
Corindon							1
Allanite							1
Teneur pondérale	0,08	0,12	0,22	0,12	0,72	0,19	

202 = dune de Bol

232 = sable de l'archipel

257 = sable des flots bancs

262 = sable des flots-bancs

279 = sable du delta

286 = sable du Chari à 60 km du lac

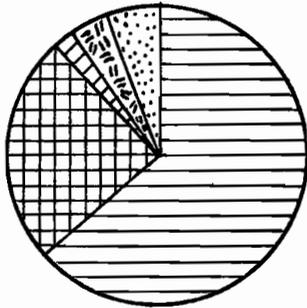
74 = sable du Chari à 300 km du lac

+ = pourcentage inférieur à 0,5%

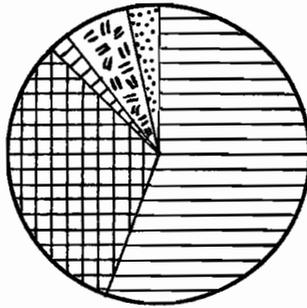
Teneur pondérale = poids de minéraux lourds extrait de 100 gr de sable

Tableau 23

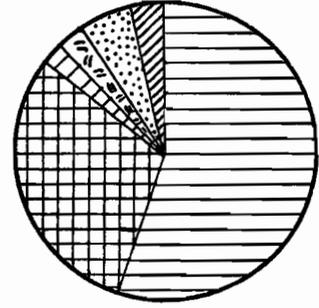
Fig. 28 COMPOSITION MINÉRALOGIQUE DES SABLES DU LAC



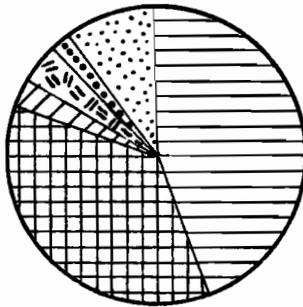
202 Dune à Bol



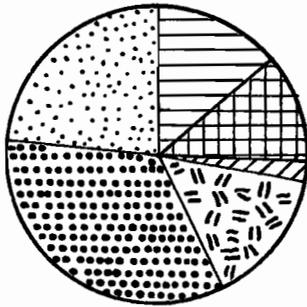
232 Archipel



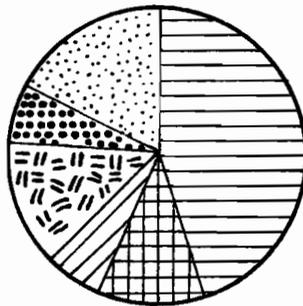
257 Ilots-bancs



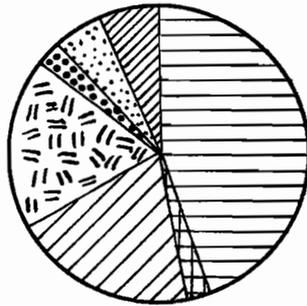
262 Ilots-bancs



279 Delta du Chari

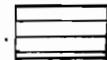


286 Chari à 60 km.
du lac

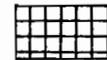


74 Chari à 300 km.
du lac

Minéraux ubiquistes



Zircon



Tourmaline



Rutile

Minéraux de métamorphisme



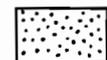
Staurotide

Minéraux volcaniques



Hornblende

Minéraux d'altération



Epidote

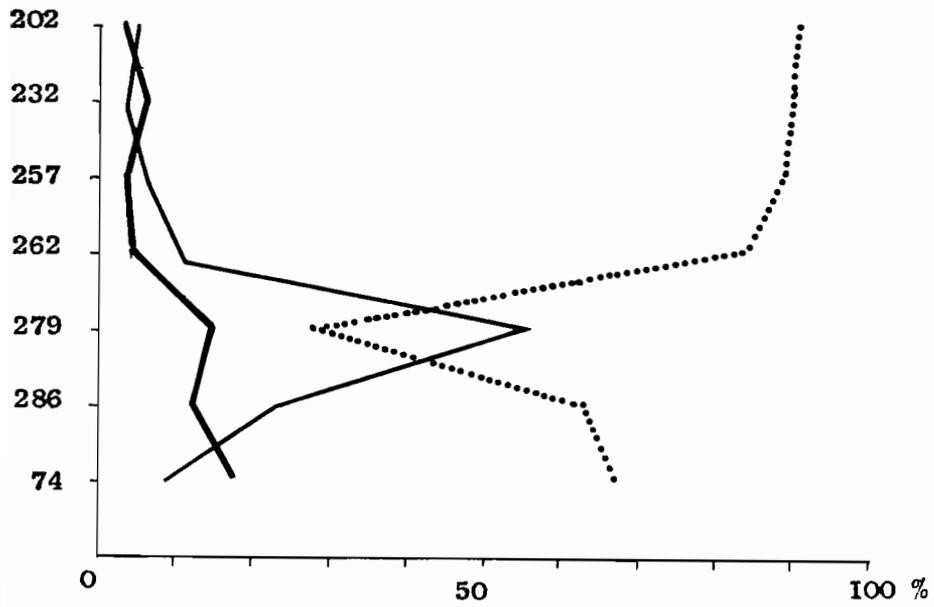


Autres minéraux

VARIATION DE 3 GROUPES DE MINERAUX LOURDS
DANS LES SABLES DU LAC ET DU CHARI

--

Fig. 29



- = Zircon, tourmaline, rutile.
- = Hornblende verte, pyroxènes monocliniques.
- = Disthène, sillimanite, staurotide.

IV/7 - Etude morphoscopique des sables

L'étude morphoscopique n'a encore porté que sur un petit nombre d'échantillons dont l'origine est la suivante :

- 180 = dune de l'île de Makilala dans l'archipel.
- 235 = fond du lac à la station météorologique de Bol-île
- 502 = delta du Chari

- 28 = rive du Chari à Mailao
- 472 = dune de la bordure nord du lac à Latir.

Les échantillons 28 et 472 sont donnés comme termes de comparaison. Les déterminations ont été faites par Madame Delaune au laboratoire de Géologie de l'ORSTOM à Bondy sur les quartz de 0,3 mm. de diamètre.

Les sables transportés par le Chari sont très peu usés, 51% des grains sont encore anguleux ou sub-anguleux à leur arrivée dans le delta mais ils ont déjà subi un important façonnement éolien, 50% étant picotés et 22% mats. Les sables de l'archipel sont plus anguleux que ceux du delta, 63% de grains anguleux ou sub-anguleux au lieu de 51%, et l'action éolienne les a moins marqués, 40% sont encore luisant au lieu de 28% dans le delta. Les sables de la dune de Makilala dans l'archipel sont restés les plus anguleux de ceux étudiés, 70% de grains anguleux et sub-anguleux, mais le façonnement éolien s'y fait déjà nettement sentir sur près de 70% des grains, 46% des grains sont picotés, 25% mats, ces pourcentages étant comparable à ceux des sables du delta (50% de grains picotés et 22% de mats).

Morphoscopie des sables du lac Tchad

N°	A	S	E	O	R	T	L	P	M	IU
180	1	69	26	3	1		29	46	25	268
235	3	60	36		1		40	42	18	272
502	9	42	45	2	2		28	50	22	292
28	24	70	4	2		1	85	14		168
472		40	44	13	3		9	49	42	358

tableau 24

Indices de forme :

- A = grains anguleux en %
- S = grains sub-anguleux en %
- E = grains émoussés en %
- O = grains ovoïdes en %
- R = grains ronds en %

Indices de surface :

- T = grains ternes en %
- L = grains luisants en %
- P = grains picotés en %
- M = grains mats en %

Indice d'usure = I.U.

Dune de l'Archipel

180	A	S	E	O	R	%
T						
L	1	22	4	2		29
P		32	13	1		46
M		15	9		1	25
%	1	69	26	3	1	
I.U.		138	104	18	8	268

Lac à Bol

.235	A	S	E	O	R	%
T						
L	3	23	14			40
P		30	12			42
M		7	10		1	18
%	3	60	36		1	
I.U.		120	144		8	272

Delta du Chari

502	A	S	E	O	R	%
T						
L	5	13	8	2		28
P	4	20	26			50
M		9	11		2	22
%		42	45	2	2	
I.U.		84	180	12	16	292

Chari à Maïleo

28	A	S	E	O	R	%
T	1					1
L	20	60	3	2		85
P	3	10	1			14
M						
%	24	70	4	2		
I.U.		140	16	12		168

Dune au nord du lac

472	A	S	E	O	R	%
T						
L		2	4	3		9
P		21	21	6	1	49
M		17	19	4	2	42
%		40	44	13	3	
I.U.		80	176	78	24	358

A = anguleux
 S = sub-anguleux
 E = émoussés
 O = ovoïdes
 R = Ronds

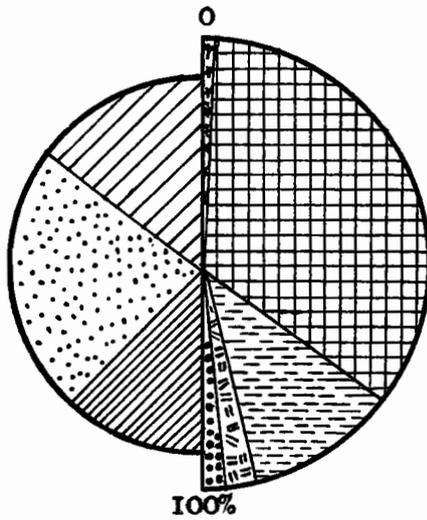
T = ternes
 L = luisants
 P = picotés
 M = mats
 I.U = indice d'usure en
 millièmes

Résultats de l'étude morphoscopique des sables du
 lac Tchad

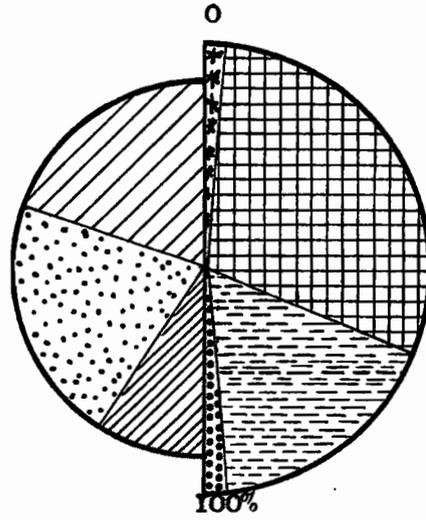
Fig. 30

RESULTATS DE L'ETUDE MORPHOSCOPIQUE
DE SABLES DU LAC TCHAD

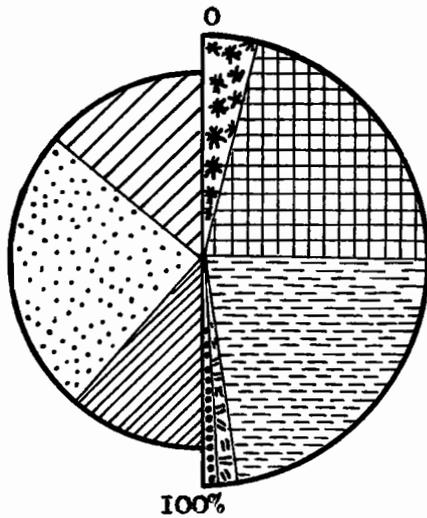
--



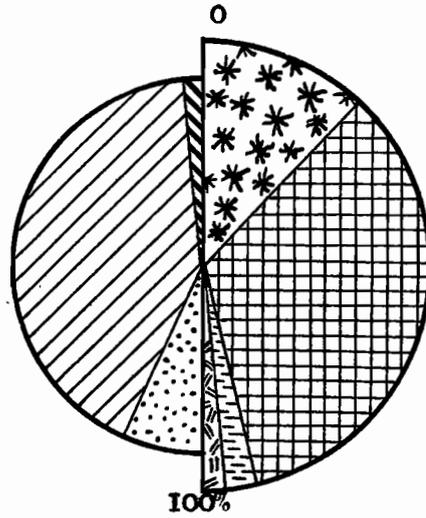
Dune de l'archipel
(180)



Lac à Bol
(235)



Delta du Chari
(502)



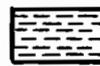
Chari à Maïlao
(28)



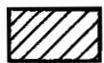
Ternes



Mats



Emoussés



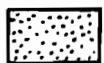
Luisants



Anguleux



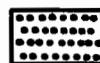
Ovoïdes



Picotés



Sub-Anguleux



Ronds

Fig. 31 INDICES DE FORME

- = Sable du lac
- = Sable du Kanem
- ▲ = Sable du Chari

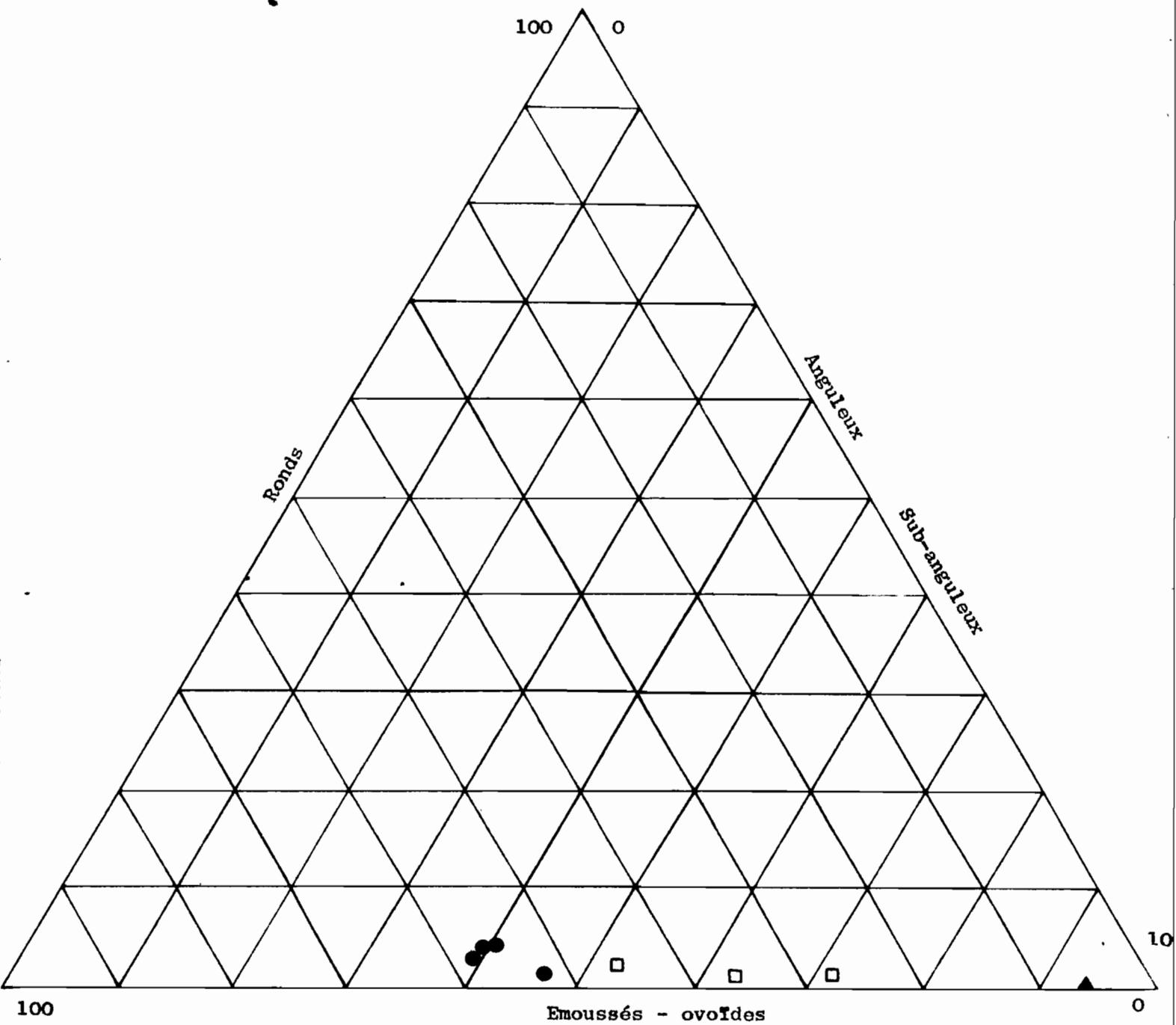


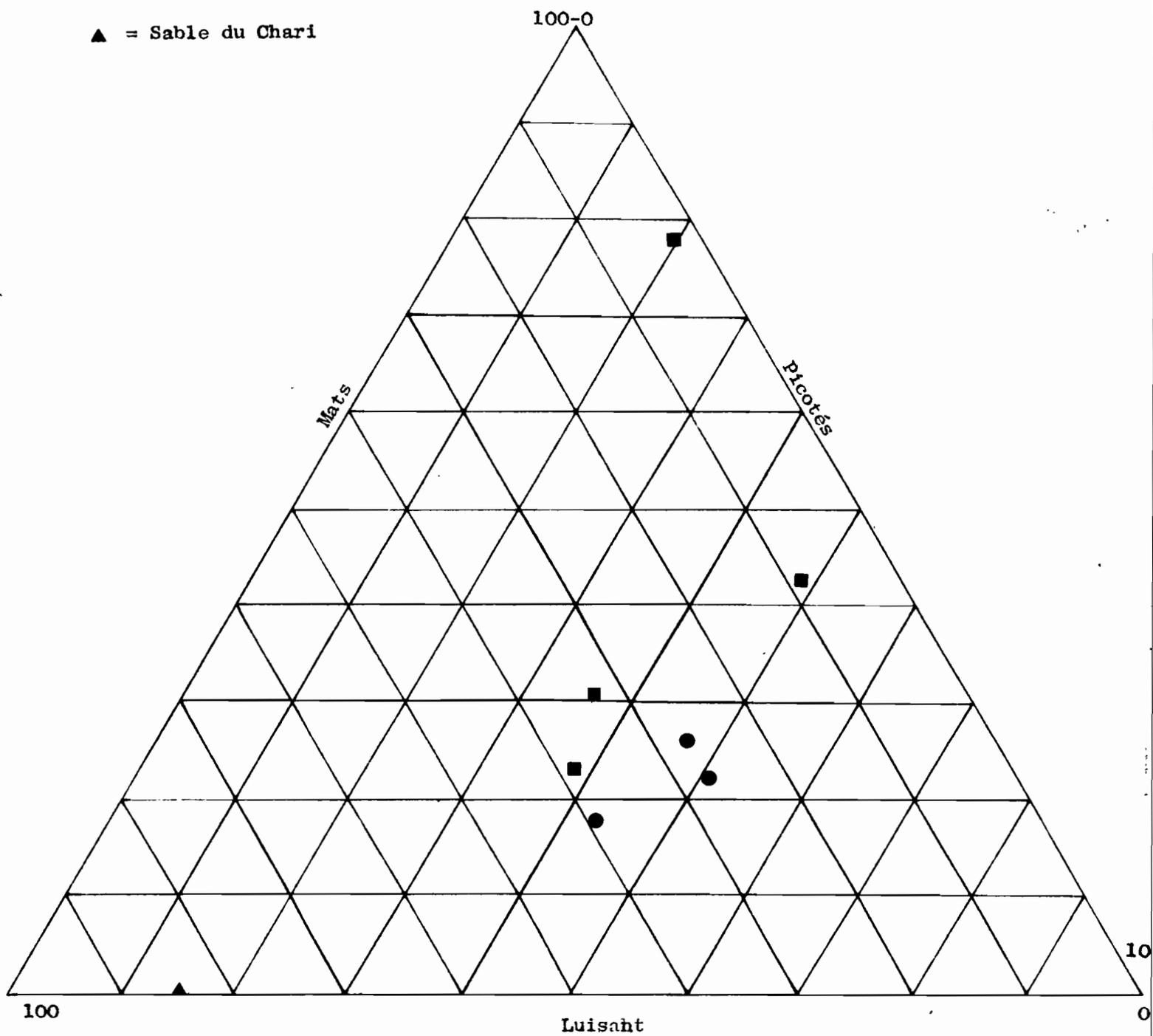
Fig. 32 - INDICES DE SURFACE

--

● = Sable du lac

■ = Sable du Kanem

▲ = Sable du Chari



IV/8 - Etude de la faune fossile

Au cours des carottages des niveaux coquilliers n'ont été que très exceptionnellement rencontrés. Il s'agissait toujours de coquilles appartenant à des espèces encore actuelles. La détermination en a été faite par Ch. Lévêque au centre ORSTOM de Fort-Lamy.

Dans l'archipel, au sud de Bol, entre les îles de Tandal et Korémiron, sous 5 m d'eau on a trouvé 15 cm de sable très riche en coquilles. Il s'agit principalement de *Bellamyia unicolor* (98%) et de *Biomphalaria pfeifferi* (échantillon 254, station 16).

A la sortie du delta, au sud-ouest de Tarara, à 3,50 m sous le niveau de l'eau et sous 1,40 m de sédiments argilo-limoneux avec intercalations de sable fin d'origine fluviatile on a trouvé une couche de coquilles d'huitres, *Aetheria elliptica*, de 3 à 5 cm d'épaisseur reposant sur des débris végétaux de 1 à 2 cm encore parfaitement identifiables (papyrus). Ces huitres ne vivent pas actuellement dans le lac mais on les trouve encore dans le Chari où elles forment parfois des bancs de plusieurs dizaines de centimètre d'épaisseur. Au moment de l'étiage on peut également observer des bancs d'huitres intercalés dans les berges du Chari en plusieurs endroits de son cours entre Fort-Lamy et le lac. (échantillon 488, station 57)

Autour du delta les fonds de pseudo sable sont très riches en coquilles de bivalves (*Corbicula fluminalis*) et de gastéropodes (*Melania tuberculata*, *Cleopatra cyclostomoides*). Dans une carotte de 6,5 cm de diamètre et 5 m d'épaisseur on a pu compter jusqu'à 61 valves de *Corbicula fluminalis* de 5 à 11 mm. Le très grand nombre de *Corbicula* autour du delta s'explique aisément, ces bivalves trouvant dans les eaux apportées par le Chari et constamment renouvelées une nourriture abondante (échantillons 514, 494, 493, 497 et 503, stations 44, 46, 67, 68, 69 et 76).

IV/9 - Dosage de l'uranium dans les sédiments.

La teneur en uranium des échantillons de trois carottes a été étudiée par le C.E.A. Les teneurs mesurées varient entre 1,5 et 6,4 ppm. (pour les fleuves, elles varient entre 5 et 60 ppb), la plus forte l'a été dans un niveau d'argile à peu de distance du delta (échantillon 477). Ce niveau d'argile, qui se retrouve partout dans le secteur du lac étudié, a toujours une teneur en uranium supérieure à celle des autres niveaux sédimentaires. Les teneurs minimales ont été mesurées dans les sables (478, 486, 487), les plus profonds étant les plus pauvres (487). Les vases superficielles riches en matières organiques sont les plus riches en uranium, celles du delta, limoneuses et micacées, ont une teneur moyenne (484), celles de l'archipel, les plus argileuses, ont les teneurs les plus basses (659).

- Station 50 - Au Sud-est de Tarara. - Profondeur = 3,95 m.

- 7 cm - Vase riche en matières organiques, débris végétaux de l'ordre du cm (476).
- 45 cm - Argile gris-bleu, massive, homogène (477).
- 7 cm - Sable blanc (478).
- 18 cm - Argile gris-bleu. Base non atteinte.

(Les numéros entre parenthèse sont ceux des échantillons).

Teneur en uranium : 476 = 5,3
477 = 6,4
478 = 1,6

(Résultats en partie pour million d'uranium total).

- Station 57 - Au débouché du delta - Profondeur = 1,50 m

- 55 cm - Vase limoneuse micacée, quelques débris végétaux (484).
- 15 cm - Argile limoneuse gris bleuté (485).
- 5 cm - Sable brun pâle (486).
- 8 cm - Argile.
- 5 cm - Sable brun pâle (487).
- 122 cm - Argile sableuse.
- 10 cm - Banc d'huitres reposant sur une tourbe grossière avec débris de tiges de papyrus parfaitement identifiables.
- 110 cm - Argile gris bleu, plastique, homogène, Base non atteinte.

Teneur en uranium : 484 = 2,8
485 = 2,7
486 = 2,0
487 = 1,5

- Station B. 69 - Dans l'archipel à l'ouest de Yakoua. P = 5 m

20 Cm - Vase grise, molle (659).

12 Cm - Argile granuleuse brun noir (658).

30 Cm - Argile gris bleu, massive. Base non atteinte.
(657 au sommet, 656 au milieu, 655 à la base).

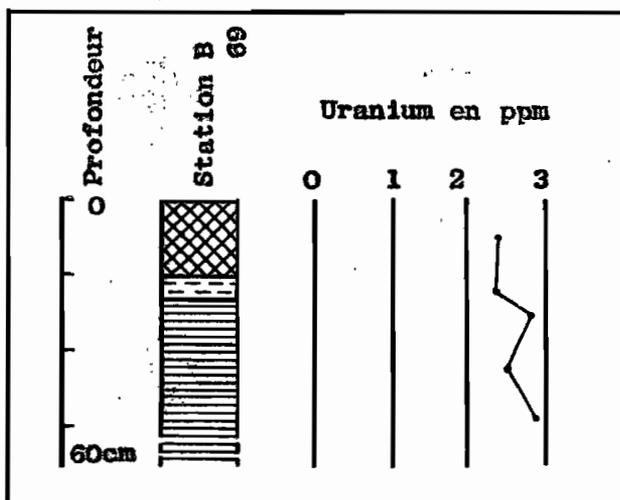
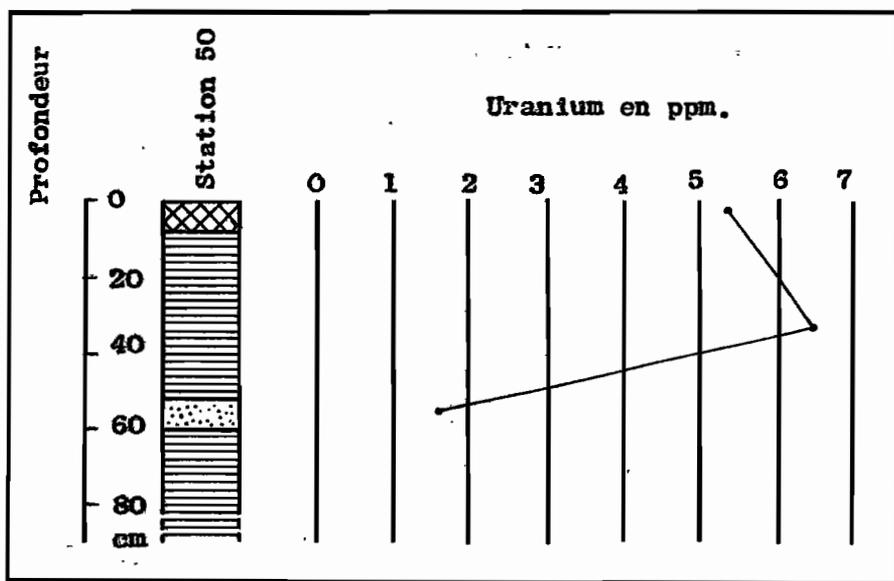
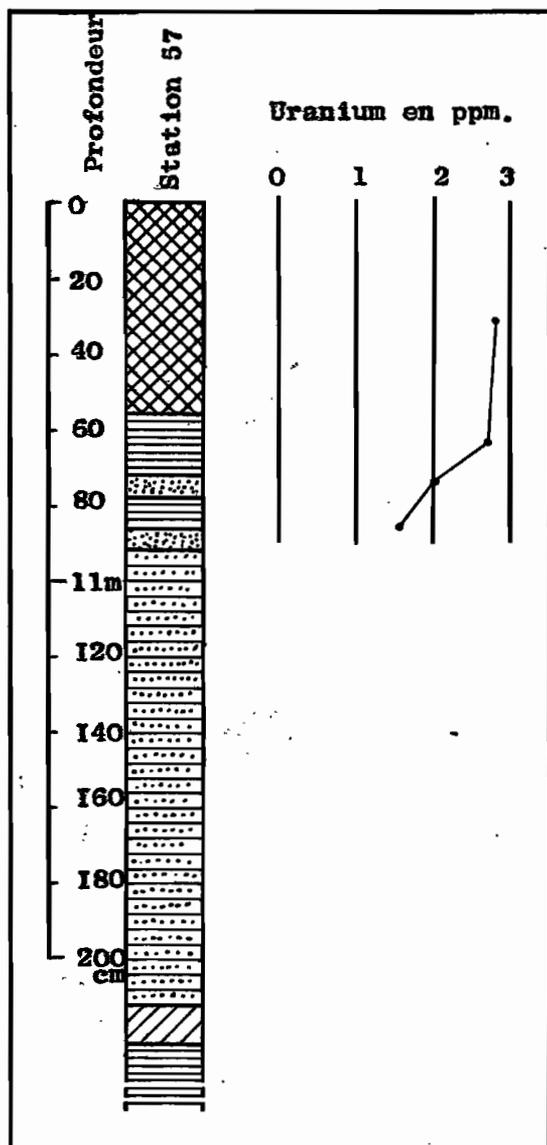
Teneur en uranium : 659 = 2,4

658 = 2,4

657 = 2,8

656 = 2,5

655 = 2,8



vase



sable



tourbe



argile



argile sableuse



argile granuleuse

BIBLIOGRAPHIE

- BARBEAU J. (1956) - Notice explicative de la feuille de Fort-Lamy. Gouvernement Général de l'A.E.F., Paris, 35 p., 1 carte au 1/1.000.000
- BARBEAU J. (1959) - Quaternaire des abords orientaux du lac Tchad. C.R. Soc. Géol. Fr., p.110.
- BOUCHARDEAU A.. (1957) - Monographie du lac Tchad. Tome 1 ORSTOM, Centre LEFEVRE R. de Fort-Lamy, 112 p., 24 fig., 1 carte.
- BOUCHARDEAU A. (1958) - Salinité des eaux du lac Tchad. Interprétation des résultats. ORSTOM, centre de Fort-Lamy, 5 p.dactyl.
- BOUCHARDEAU A. (1958) - Le Lac Tchad. ORSTOM. Annuaire hydrologique de la France d'Outre-Mer, année 1956 p. 9-26.
- CHEVERRY C. (1965) - Essai de caractérisation des sols des polders de Bol (rive du lac Tchad). ORSTOM, Centre de Fort-Lamy 120 p.
- BILLON B.,BOULIN (1962) - Navigation entre Fort-Lamy et les cuvettes lacustres. ORSTOM, Centre de Fort-Lamy, 13 graph.
- DIELEMAN P.J. (1963) - Expertise sur le mouvement des eaux et du sel dans DE RIDDER N.A. le polder de Bol-Guini. Institut internat. pour l'amélioration et la mise en valeur des terres, Wageningen, Pays-Bas, 40 p., 12 fig., 3 tables.
- DUPONT B. (1967) - Etude des Formations Sédimentaires du Kanem, premiers résultats. ORSTOM Centre de Fort-Lamy, - sous presse
- DUPONT B. (1967) - Biomasse en mollusques et nature des fonds dans LEVEQUE Ch la zone Est du lac Tchad. ORSTOM, Centre de Fort-Lamy, 23 p., 2 cartes h. t.,
- FAURE H. (1965) - Evolution des grands lacs sahariens à l'holocène. Note présentée au Congrès de l'INQUA, Denver, Août 1965.
- GRAS F. (1964) - Rapport sur la détermination sommaire des principaux biotopes du lac Tchad. ORSTOM, centre de Fort-Lamy, 41 p.
- GUICHARD E. (1957) - Sédimentation du lac Tchad. ORSTOM Centre de Fort-Lamy 46 p. 1 carte h.t.
- GUICHARD E. (1957) - Eau du lac Tchad et mares permanentes au Nord d'Ira. ORSTOM, Centre de Fort-Lamy 26 p.
- MILLOT G. & (1966) - Analyse aux rayons X de 14 échantillons de sels de PAQUET H. la bordure nord-est du lac Tchad. Université de Strasbourg, laboratoire de Géologie, 3 p. 14 graph.

- PIAS J. (1958) - Transgressions et régressions du lac Tchad à la fin de l'ère tertiaire et au Quaternaire. C.R. Acad. Sci. Paris, t. 246 p. 800-803.
- PIAS J. (1962) - Les sols du moyen et bas Logone, du Bas Chari, des régions riveraines du lac Tchad et du Bahr-el-Ghazal. ORSTOM, centre de Fort-Lamy, 438 p, 32 pl, tabl., bibl., 14 cartes h.t.
- SCHNEIDER J.L. (1966) - Relations entre le lac Tchad et la nappe phréatique (République du Tchad). Publication n° 70 de l'A.I.H.S p. 122-131.
- SCHNEIDER J.L. (1966) - La nappe phréatique du Tchad. B.R.G.M., mai 1966, 8 p. 2 cartes.
- TILHO J. (1914) - Documents scientifiques de la mission Tilho 1906-1909 - Larose, Paris, 3 vol.
-