

PEUPELEMENTS PHYTOPLANCTONNIQUES DU LAC TCHAD

II. STADE PETIT TCHAD (AVRIL 1974, NOVEMBRE 1974 ET FÉVRIER 1975)

André ILTIS

Hydrobiologiste, O.R.S.T.O.M., B.P. 1484, Bouaké, R.C.I.

RÉSUMÉ

Le phytoplancton des trois nappes d'eau qui constituent le lac Tchad durant la période de sécheresse de 1973 à 1975 évolue de façon indépendante dans chacune d'elles, même si des communications temporaires existent entre ces zones. La cuvette sud reste fortement perturbée par la crue du Chari tandis que la cuvette nord qui ne reçoit que des apports d'eau très limités évolue vers l'assèchement.

*La biomasse algale reste comparable à celle des années précédentes dans les eaux libres du sud (0,1 à 13 mg/l) avec de fortes variations saisonnières, les Diatomées étant le plus souvent dominantes associées à des Cyanophycées. Dans l'archipel de la cuvette sud, les biomasses sont en moyenne de 8,2 mg/l en avril 1974, 0,4 en novembre 1974 et 7,6 en février 1975; les Eugléniens constituent le groupe dominant. Dans la nappe d'eau subsistant dans la cuvette nord, les densités d'algues sont très élevées (25 à 179 mg/l en moyenne suivant les périodes étudiées), les Diatomées et les Chlorophycées étant les plus abondantes. Des espèces caractéristiques des mares natronées (*Oscillatoria platensis* f. minor par exemple) apparaissent en novembre 1974 alors que la conductivité électrique atteint 4.000 micromhos.*

L'étude de la structure des populations et l'analyse factorielle confirment l'absence de relations entre les phytoplanctons existant dans les trois nappes d'eau; des peuplements phytoplanctoniques types ont été définis pour chacune d'elles.

ABSTRACT

The phytoplankton of the three sheets of water constituting the Chad lake during the drought from 1973 to 1975 changes independently even if temporary communications exist between these waters. The southern part of the lake remains very disturbed by the flood of the Chari river while the northern part, receiving only very limited water-contributions, evolves into drying.

*In the open waters of the southern part, the algal biomass remains comparable (0,1 to 13 mg/l) with that of the previous years, the Diatoms associated to the Cyanophyta being the most frequently dominating. In the archipelago of the southern part, biomass is on an average 8,2 mg/l in april 1974, 0,4 in november 1974 and 7,6 in february 1975; Euglenophyta are dominating. In the waters staying in the northern part, the algal density is very high (average 25 to 179 mg/l according to the periods), Diatoms and Chlorophyta being the most abundant, Characteristic species of natroned pools (*Oscillatoria platensis* f. minor for example) appear in november 1974 when the electric conductivity of waters reaches 4.000 micromhos.*

The study of structure of the algal populations and the factorial analysis confirm the lack of relations between the phytoplanktons existing in the three parts of the lake; typical phytoplanktonic populations are defined for each of them.

I. INTRODUCTION

Vers le milieu de l'année 1972, la baisse constante et régulière du lac depuis 1964 a entraîné une diminution importante de la profondeur, l'exondation d'une bordure de 3 à 20 kilomètres de largeur selon les endroits le long des côtes sud et ouest du lac et l'apparition de seuils dans les chenaux de l'archipel dont l'aspect a par ailleurs peu changé; toutes les régions du lac restent malgré tout reliées entre elles et on peut considérer que, en 1972, le lac est encore en ce qui concerne la surface en eau au stade « Tchad normal » (TILHO, 1928). Mais à partir de 1973, la crue du Chari durant le second semestre de 1972 ayant été très déficitaire (17,5 milliards de m³ au lieu de 40 milliards en moyenne), d'importantes modifications interviennent; au second trimestre de l'année, les eaux de la cuvette nord sont isolées de celles du sud par l'exondation des hauts fonds situés à l'emplacement de l'ancienne Grande Barrière existant à l'époque de la mission Tilho entre Baga Kawa et Baga Sola; dans la cuvette sud, les eaux se retirent de la partie méridionale du lac et l'archipel est isolé de la zone d'eaux libres située face au delta; les fonds de bras de l'archipel s'assèchent. La crue du Chari durant le second semestre de 1973 ne modifie cette situation que très temporairement, les apports qui parviennent jusqu'à la cuvette nord étant très faibles. A la fin du premier trimestre de 1974, période durant laquelle a été effectuée le premier échantillonnage de cette étude, le lac est scindé en trois parties : les eaux libres du sud-est reliées au système fluvial et situées directement au nord du delta (approximativement 1300 km²), l'archipel sud-est réduit à quelques chenaux le plus souvent envahis par la végétation aquatique (approximativement 150 à 200 km²) et la cuvette nord (environ 6000 km²) dont les parties nord et est sont exondées tandis que de nombreuses îles apparaissent dans la zone d'eaux libres subsistant.

En novembre 1974, où la seconde série d'échantillonnages a été effectuée, la cuvette sud a reçu des apports importants du Chari, l'archipel et la partie sud du lac ont été inondés; une importante végétation à *Cyperus papyrus* et *Aeschynomene elaphroxyton* encombrant toutefois les zones remises en eau. La cuvette nord reste isolée par la barrière de végétation installée au niveau de la Grande Barrière; les surfaces en eaux se sont réduites et la profondeur ne dépasse guère un mètre.

En février 1975, lors des dernières récoltes, la situation est sensiblement identique. Dans la cuvette sud, les eaux libres du sud-est ont une superficie plus importante mais la partie méridionale du lac et l'archipel, bien que remis en eaux, sont toujours envahis par la végétation. Dans la cuvette nord, les

apports d'eau ont filtré à travers la Grande Barrière et on observe une légère remontée (30 à 40 cm) du

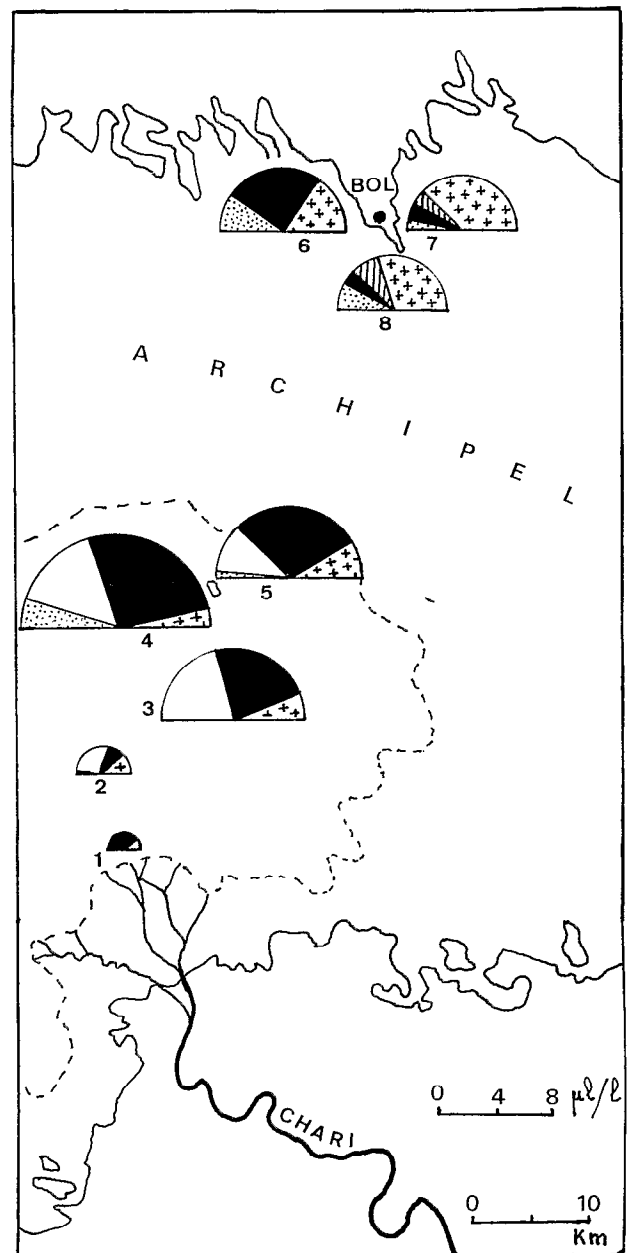


Fig. 1. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans les eaux libres et l'archipel de l'est du lac Tchad en avril 1974. Le diamètre des demi-cercles est proportionnel à la densité du phytoplancton. Les limites approximatives des eaux libres sont figurées en tireté; les contours du lac correspondent à ceux du lac au stade Tchad normal. En noir, les Diatomées, en piqué les Chlorophytes, en croix les Euglénophytes, en traits verticaux Pyrrophytes et Chrysophycées.

niveau des eaux accompagnée d'une diminution de la teneur en sels dissous du milieu.

On pourra se reporter à CARMOUZE, CHOURET et DURAND (1973), CARMOUZE, CHOURET et FRANC (1973), CHOURET et LEMOALLE (1974), et CHANTRAINE et LEMOALLE (1976) pour une bonne connaissance de l'évolution hydrologique et physico-chimique du lac Tchad de 1971 à 1974.

II. MÉTHODES UTILISÉES

Les méthodes employées ont été décrites dans une note précédente. Les numérations au microscope inversé des algues provenant des échantillons de la partie nord du lac, très peu profonde à partir de novembre 1974, ont été gênées par l'abondance de matériaux en suspension et la très forte densité du plancton; des dilutions du milieu ont dû être effectuées et les comptages ont le plus souvent été faits pour cette partie du lac sur des volumes d'eau du milieu de l'ordre de 1/100 à 1/200 de millilitre.

III. BIOVOLUMES PHYTOPLANCTONIQUES

Trente huit échantillons ont été récoltés en avril 1974 dans les différentes parties subsistantes du lac : cinq dans les eaux libres au sud-est face au delta du Chari, trois dans l'archipel à proximité de la localité de Bol et trente dans la cuvette nord qui reste à cette époque la plus étendue. Les biovolumes observés et les pourcentages des différents groupes d'algues figurent dans le tableau I (fig. 1 et 2).

Les biomasses observées sont en général élevées, elles ne sont que très rarement inférieures à 2 mg par litre. C'est dans la partie nord que les peuplements d'algues sont les plus denses et à la station 22, la plus septentrionale, la biomasse phytoplanctonique est de 183 mg/l. Celle-ci est en moyenne de 7,8 mg/l dans les eaux libres du sud-est, de 8,2 mg/l dans l'archipel près de Bol et de 25,3 dans la cuvette nord du lac, soit pour l'ensemble une moyenne de 22 mg/l.

Les Diatomées représentent dans la plupart des échantillons plus de 50 % de la biomasse sauf dans l'extrême nord du lac et à deux stations sur trois de l'archipel est. Le pourcentage des Chlorophytes est toujours faible et dépasse rarement 25 %. Les Euglénophytes sont abondantes dans l'archipel près de Bol, en raison probablement de la quantité de matière organique présente dans le milieu due à l'abondance de la végétation immergée. Les Cyanophytes sont en proportion très variables mais dominant très nettement dans les échantillons du

TABLEAU I

Pt de prélèvement	Volume global μ^3 par ml	% Diat.	% Chlo.	% Eugl.	% Cya.	% Pyr. et Chry.
1	1.736.983	80	3	0	17	0
2	3.878.403	17	4	23	56	0
3	9.872.212	47	1	7	45	0
4	13.379.344	56	8	3	33	0
5	10.126.347	69	2	15	14	0
6	8.545.982	60	17	22	0	1
7	8.206.077	7	4	81	0	8
8	7.833.267	6	9	61	1	23
9	3.796.007	45	26	1	28	0
10	4.687.254	53	25	0	22	0
11	3.822.005	55	28	0	17	0
12	10.948.573	88	7	2	3	0
13	12.302.427	84	8	4	3	1
14	5.881.898	52	21	1	26	0
15	27.207.543	92	6	0	2	0
16	4.857.567	63	19	0	18	0
17	8.431.097	35	23	0	42	0
18	18.564.947	15	15	0	70	0
19	34.032.472	11	5	0	84	0
20	19.333.802	20	11	0	69	0
21	66.661.967	11	9	0	80	0
22	183.126.075	1	0	0	99	0
23	50.343.881	89	6	0	5	0
24	33.461.532	86	11	0	3	0
25	18.243.775	5	2	0	93	0
26	40.728.886	95	4	0	1	0
27	43.905.730	96	3	0	1	0
28	30.306.023	97	2	0	1	0
29	32.862.445	95	4	0	1	0
30	1.960.838	48	42	1	9	0
31	13.358.037	70	15	0	15	0
32	28.450.697	94	4	0	2	0
33	13.312.530	68	16	1	15	0
34	12.033.202	61	17	1	21	0
35	4.928.907	47	26	1	26	0
36	13.179.028	86	7	0	7	0
37	10.588.369	74	13	0	13	0
38	8.052.495	68	18	0	14	0

nord et du nord-est de la cuvette nord tandis que les Diatomées composent presque toute la biomasse dans l'ouest et le sud. Pyrrophytes et Chrysophytes sont toujours en pourcentage négligeable, sauf dans l'archipel de l'est du lac.

En novembre 1974 (tabl. II et fig. 3 et 4), sept échantillons de plancton ont été récoltés dans la zone d'eaux libres face au delta, trois dans l'archipel dans la région de Bol et sept dans la cuvette nord qui évolue vers l'assèchement : la profondeur n'y dépasse jamais un mètre (0,3 à 0,5 m le plus souvent), la conductibilité électrique y varie entre 2900 et 4200 micromhos suivant les stations et le pH est compris entre 9,1 et 9,5. Un phytoplancton très dense

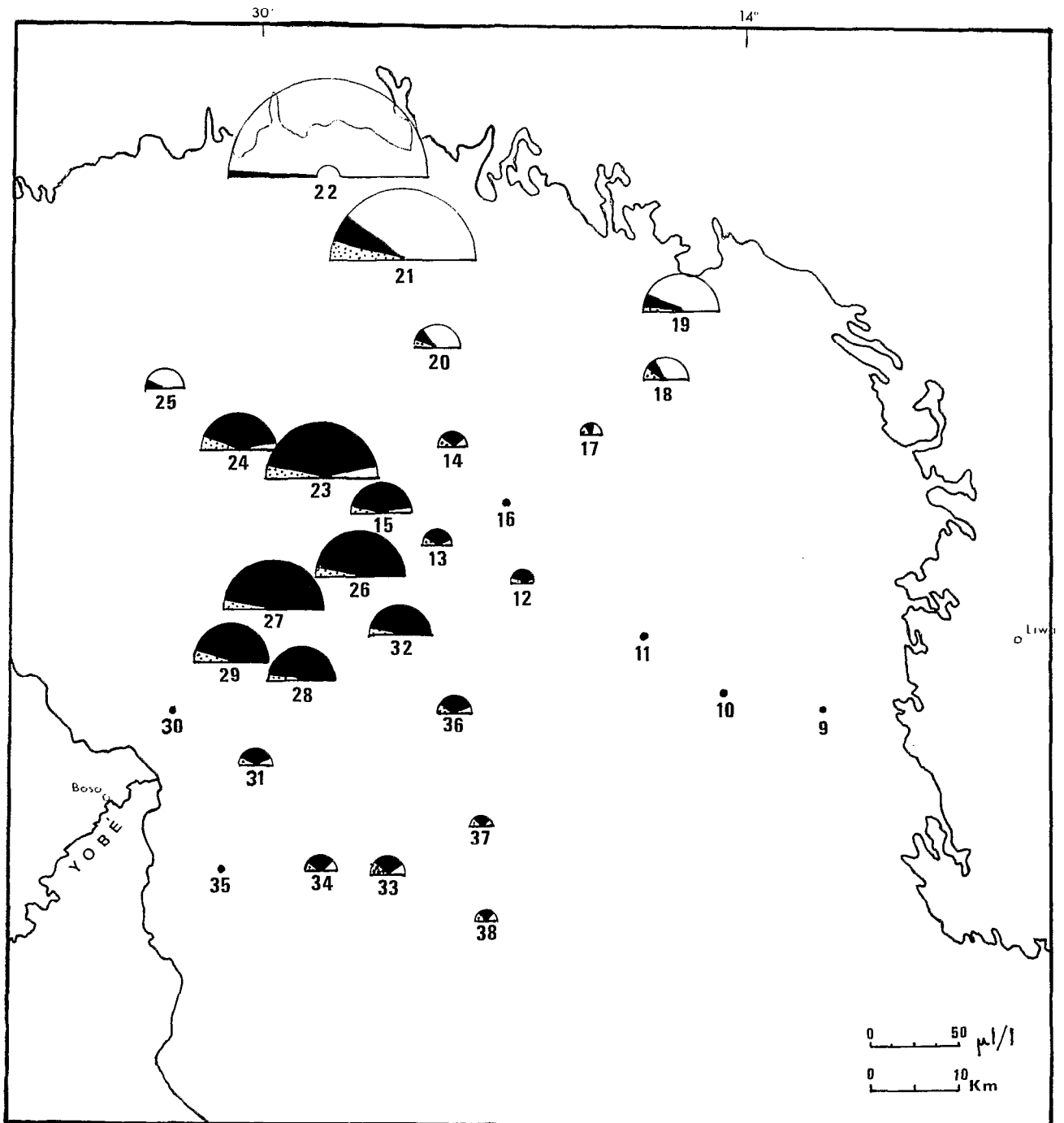


Fig. 2. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans la cuvette nord du lac Tchad. Le diamètre des demi-cercles est proportionnel à la densité du phytoplancton sauf à la station 22 où la densité est élevée; les biovolumes d'algues inférieurs à 5 $\mu\text{l/l}$ sont figurés par un point. La représentation des groupes d'algues est identique à celle de la figure 1. Les contours du lac correspondent à ceux du lac au stade Tchad normal.

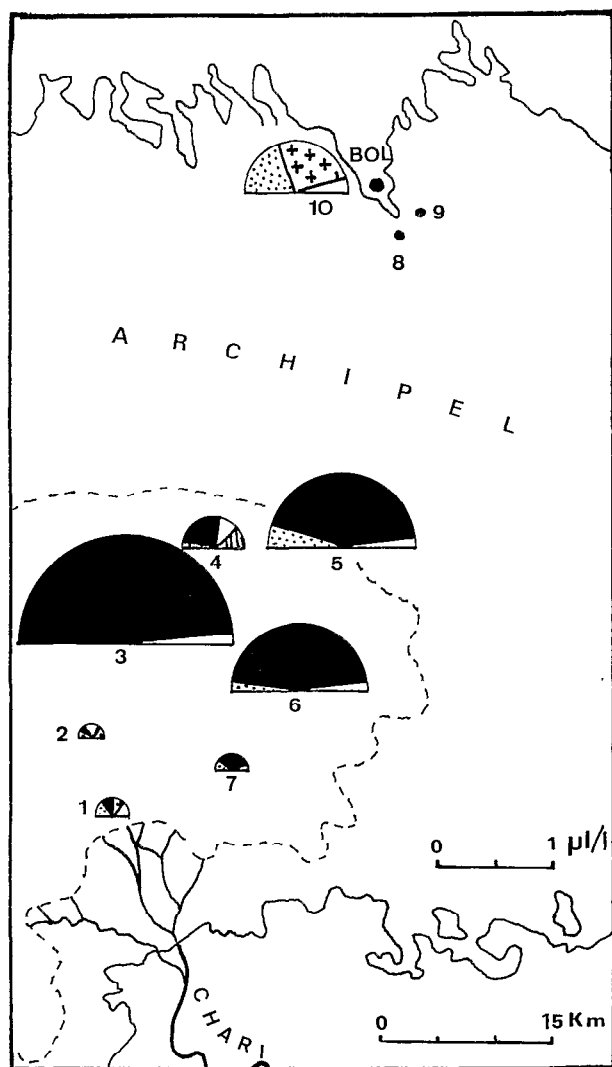


Fig. 3. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans les eaux libres et l'archipel de l'est du lac Tchad en novembre 1974. Le diamètre des demi-cercles est proportionnel à la densité du phytoplancton; les biovolumes d'algues inférieurs à $0,2 \mu\text{l/l}$ étant figurés par un point. Les représentations du contour du lac et des différents groupes d'algues sont identiques à ceux de la figure 1.

se développe et la transparence mesurée au disque de Secchi est de l'ordre de 3 à 5 centimètres.

Les biomasses sont assez peu élevées ($0,825 \text{ mg/l}$ en moyenne) dans la partie sud du lac, envahie à cette époque par les eaux de crue du Chari; elles sont faibles dans l'archipel ($0,401 \text{ mg/l}$ en moyenne) mais très importantes dans ce qui reste de la partie nord (179 mg/l en moyenne). Pour l'ensemble des trois milieux qui constituent le lac, la moyenne est

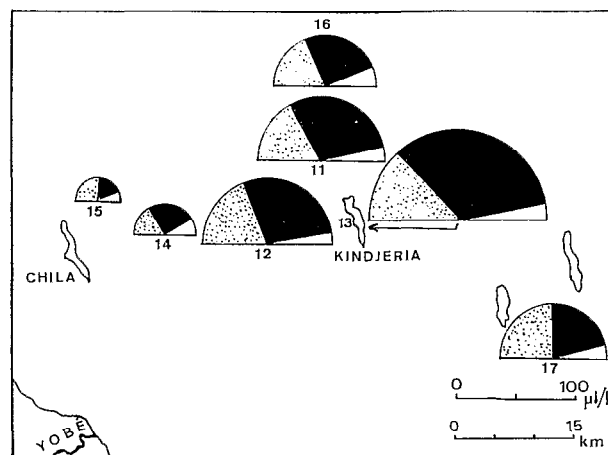


Fig. 4. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans la cuvette nord du Tchad en novembre 1974. Le diamètre des demi-cercles est proportionnel à la densité du phytoplancton. La représentation des groupes d'algues est identique à celle de la figure 1.

de $74,1 \text{ mg/l}$. Diatomées et Chlorophycées constituent la presque totalité des peuplements d'algues très homogènes de la partie nord tandis que dans l'archipel Euglènes et Chlorophytes sont les groupes les plus importants. Dans la partie sud, les Diatomées sont dominantes; les Chrysophycées avec *Mallomonas portae-ferrae* en abondance, sont parfois en proportions importantes (23 et 24 %).

En février 1975, le même nombre de prélèvements a été effectué dans ce qui reste du lac : sept ont été faits dans l'ensemble des eaux libres du sud tandis que dans l'archipel, deux échantillonnages étaient effectués près de Bol et un près de l'Îlot du Lafia (n° 10), approximativement à mi-chemin entre Bol et les eaux libres; sept récoltes ont été faites dans les eaux de la cuvette nord. Les résultats de l'analyse des échantillons figurent dans le tableau III (fig. 5 et 6).

Les biovolumes moyens sont de $0,673 \mu\text{l/l}$ dans les eaux libres face au delta, $7,569 \mu\text{l/l}$ dans l'archipel, $74,454$ dans la partie nord et $32,270$ pour l'ensemble de ces trois milieux. On remarquera donc une baisse assez sensible de la richesse phytoplanctonique dans la cuvette nord où la conductibilité a en février des valeurs de 486 à 1330 micromhos (contre 2900 à 4200 en novembre 1974) suivant les stations et la transparence est de l'ordre de 6 à 12 centimètres. Dans l'archipel cependant, le développement de peuplements à Euglénophytes favorisé par les substances organiques dues à la décomposition des végétaux immergés provoque un accroissement de la densité algale. Dans les autres parties, les Diatomées sont dominantes.

TABLEAU II

Pf. de prélèvement	Volume global μ^3 par ml	% Diat.	% Chloro.	% Eugl.	% Cya.	% Chry.	% Pyr.
1	263.390	22	30	24	24	0	0
2	204.061	19	15	10	33	23	0
3	1.936.209	98	0	0	2	0	0
4	496.045	54	5	3	5	24	9
5	1.377.205	87	10	0	2	1	0
6	1.238.473	92	4	0	4	0	0
7	260.667	77	7	4	5	4	3
8	113.381	4	49	32	15	0	0
9	153.842	3	35	50	12	0	0
10	936.309	0	38	55	7	0	0
11	212.729.550	64	30	0	6	0	0
12	218.181.975	59	35	0	6	0	0
13	305.569.550	69	25	0	6	0	0
14	102.811.775	34	48	0	18	0	0
15	69.779.325	23	57	0	20	0	0
16	167.019.875	50	39	0	11	0	0
17	176.872.300	45	50	0	5	0	0

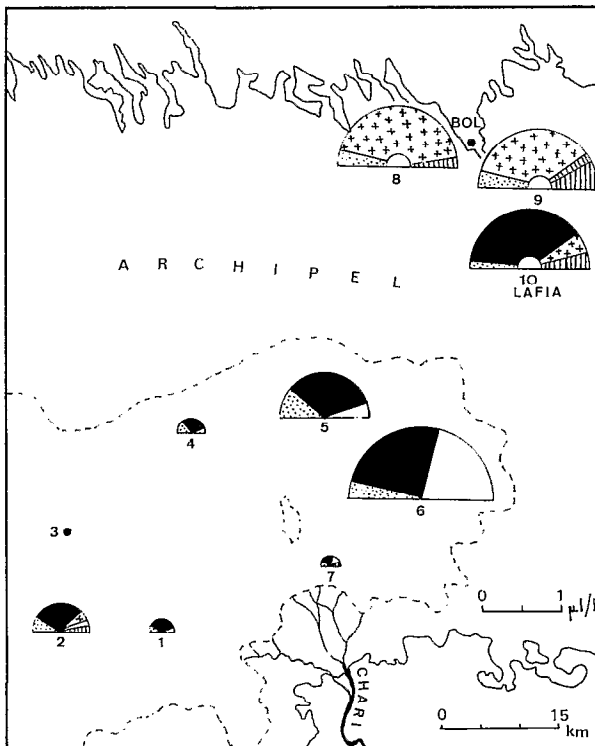


Fig. 5. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans les eaux libres et l'Archipel de l'est du lac Tchad en février 1975. Le diamètre des demi-cercles est proportionnel à la densité du phytoplancton sauf aux stations 8, 9 et 10 où la densité est élevée. Les biovolumes inférieurs à $0,2 \mu\text{l/l}$ sont figurés par un point. La représentation des groupes d'algues et des contours du lac est identique à celle de la figure 1.

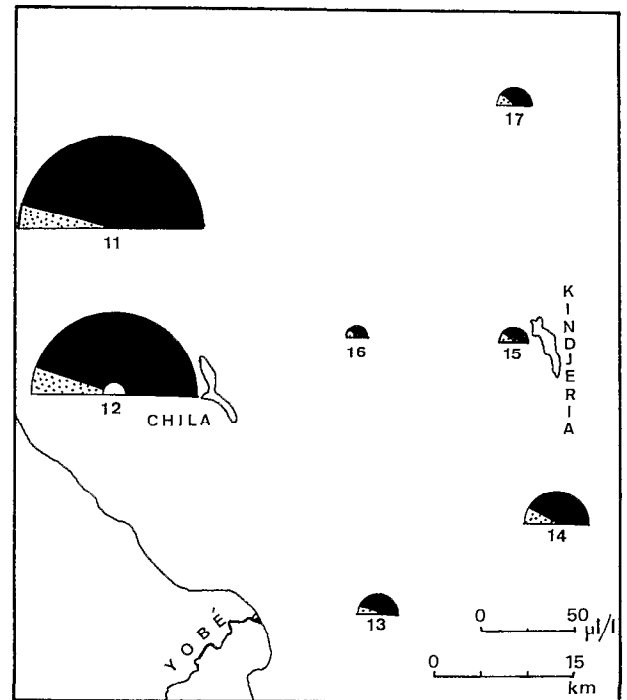


Fig. 6. — Situation et composition des récoltes de phytoplancton dans la cuvette nord du lac en février 1975. La représentation des groupes algues est identique à celle des figures précédentes.

On observe dans l'ensemble des biomasses étudiées en 1974 et début 1975 la dominance fréquente des Diatomées avec des espèces comme *Melosira granu-*

TABLEAU III

Pt de prélèvement	Volume global μ^3 par ml	% Diat.	% Chloro.	% Eugl.	% Cyano.	% Chryso.	% Pyr.
1	303.587	80	15	1	4	0	0
2	681.884	70	15	8	3	0	4
3	155.023	58	35	3	3	0	1
4	350.784	67	25	0	8	0	0
5	1.129.507	68	26	0	6	0	0
6	1.857.807	47	11	0	42	0	0
7	230.252	46	6	1	38	0	9
8	6.541.820	0	9	84	1	0	6
9	2.335.603	1	10	66	0	2	21
10	13.828.290	71	2	16	0	0	11
11	98.669.450	93	7	0	0	0	0
12	219.950.170	92	8	0	0	0	0
13	43.005.735	94	5	1	0	0	0
14	68.836.020	84	16	0	0	0	0
15	29.874.130	88	10	1	1	0	0
16	25.093.134	84	14	1	1	0	0
17	35.752.530	91	9	0	0	0	0

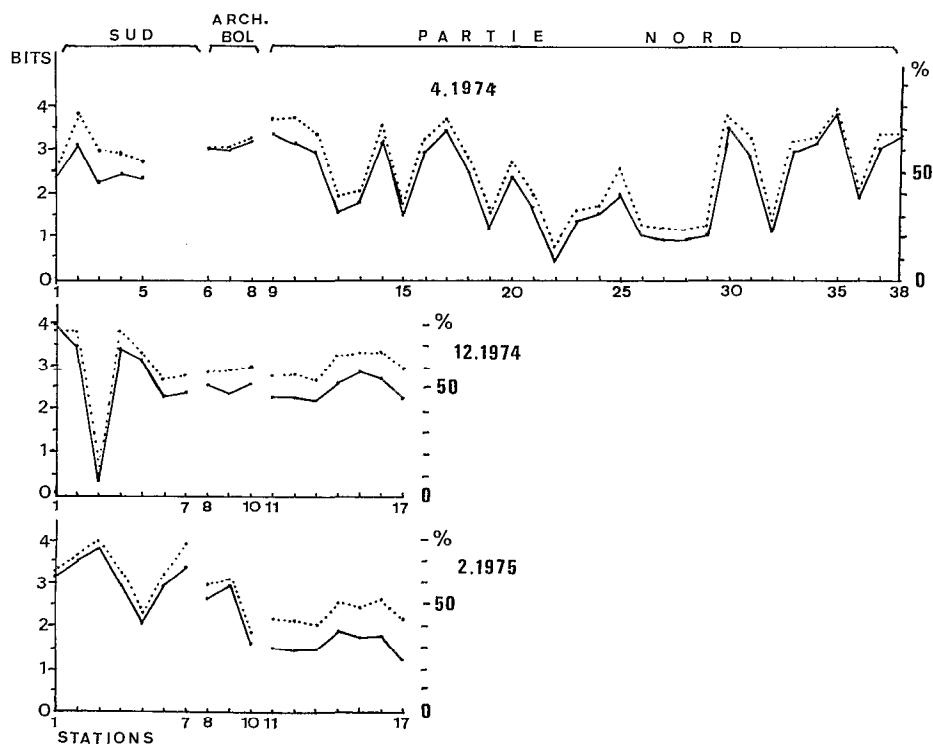


Fig. 7. — Variations des valeurs de l'indice de diversité spécifique (en trait plein) et de l'équitabilité (en pointillé) en avril et novembre 1974 (erratum : lire sur la figure ci-dessus 11.1974) et en février 1975.

lata, *Coscinodiscus rudolfii*, *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra berolinensis* et *Fragilaria construens*.

IV. STRUCTURE DES PEUPELEMENTS

Les indices de diversité ont été calculés d'après

Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. XI, n° 1, 1977: 53-72.

la formule de Shannon à partir des biovolumes présents pour chaque espèce tandis que l'équitabilité était évaluée par la valeur exprimée en pourcentage du rapport diversité observée sur diversité maximale. On s'est limité pour le calcul de ces valeurs aux espèces qui représentent au moins 0,07 % de la

TABLEAU IV

N° échantillon	AVRIL 1974		Novembre 1974		Février 1975	
	Diver.	Équit.	Diver.	Équit.	Diver.	Équit.
1.....	2,322	51 %	3,938	77 %	3,141	65 %
2.....	3,129	77 %	3,475	76 %	3,520	71 %
3.....	2,277	60 %	0,378	10 %	3,778	79 %
4.....	2,446	59 %	3,380	76 %	2,936	65 %
5.....	2,360	55 %	3,139	65 %	2,038	46 %
6.....	3,083	61 %	2,257	54 %	2,895	64 %
7.....	3,082	61 %	2,361	56 %	3,363	78 %
8.....	3,291	65 %	2,572	57 %	2,601	59 %
9.....	3,396	75 %	2,373	58 %	2,934	61 %
10.....	3,171	75 %	2,574	60 %	1,560	36 %
11.....	2,943	67 %	2,276	55 %	1,442	43 %
12.....	1,532	39 %	2,272	56 %	1,404	42 %
13.....	1,806	41 %	2,164	53 %	1,422	40 %
14.....	3,180	71 %	2,543	64 %	1,853	50 %
15.....	1,498	35 %	2,817	65 %	1,705	48 %
16.....	2,943	65 %	2,678	66 %	1,741	52 %
17.....	3,496	74 %	2,207	58 %	1,182	42 %
18.....	2,491	57 %				
19.....	1,193	31 %				
20.....	2,368	54 %				
21.....	1,638	39 %				
22.....	0,422	16 %				
23.....	1,375	32 %				
24.....	1,508	34 %				
25.....	1,941	61 %				
26.....	1,027	26 %				
27.....	0,915	24 %				
28.....	0,915	23 %				
29.....	1,020	25 %				
30.....	3,516	77 %				
31.....	2,882	65 %				
32.....	1,101	27 %				
33.....	2,951	64 %				
34.....	3,137	65 %				
35.....	3,835	78 %				
36.....	1,893	42 %				
37.....	3,045	67 %				
38.....	3,314	69 %				
Moyenne....	2,328	53 %	2,553	59 %	2,324	55 %

biomasse totale présente dans l'échantillon. Les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau IV (fig. 7).

L'indice de diversité varie entre 0,422 et 3,835 en avril 1974, entre 0,378 et 3,938 en décembre et entre 1,182 et 3,778 en février 1975. Les valeurs les plus fortes existent soit dans les eaux libres face au delta, soit dans les nappes d'eau isolées de l'archipel près de Bol. Les valeurs moyennes sont du même ordre de grandeur pour les trois séries d'échantillonnages, les peuplements de novembre 1974 apparaissant un peu plus diversifiés.

L'équitabilité varie entre 16 et 78 % en avril 1974, 10 et 77 en novembre et 36 et 79 en février 1975. Les variations de l'équitabilité suivent celles de la diversité et le coefficient de corrélation entre ces deux séries de valeurs s'élève à 0,97 pour avril 1974 et 0,96 pour les deux autres périodes.

Si l'on examine maintenant les différentes valeurs de la diversité dans les trois zones étudiées, on trouve pour la zone d'eaux libres situées face au delta des valeurs de l'ordre 2,5 bits en avril 1974; en novembre, la diversité est plus élevée près du delta mais dans l'ensemble, elle est identique à celle d'avril sauf à la station 3 où le fort développement d'une Diatomée du genre *Synedra* (*S. berolinensis*) entraîne localement une baisse importante de la diversité; en février 1975, les valeurs sont du même ordre que pour les échantillonnages précédents avec à la station 5 une baisse très sensible due là aussi au développement massif de *Synedra berolinensis*.

Dans ce qui reste de l'archipel près de Bol, la diversité avoisine 2,5 à 3 bits au cours des trois échantillonnages; en février 1975, le prélèvement de la station 10 située cette année là dans l'archipel à mi chemin de Bol et des eaux libres, présente une diversité relativement faible due à l'abondance de *Melosira granulata* var. *angustissima*. Dans la cuvette nord du lac, si les peuplements ont des diversités homogènes en novembre 1974 (2 à 2,5 bits environ) et février 1975 (1,5 bits environ), celles-ci sont très variables en avril 1974 et oscillent entre 0,4 et 3,8 bits; les valeurs les plus faibles concernent soit les peuplements de l'extrême nord et nord-est du lac (stations 19 et 22) à *Anabaenopsis tanganiikae* dominant, soit des peuplements du centre de la cuvette (stations 12, 13, 15, 26 à 29, 32 et 36) où *Coscinodiscus rudolfii* est largement dominant.

La distribution d'abondance des espèces présentes a été étudiée en vue d'une description plus complète des taxicénoses algales existantes. En partant du volume dans le prélèvement de chacune des espèces inventoriées représentant au moins 0,07 % du biovolume total, on a porté en abscisse les rangs des espèces en allant de la plus abondante à la plus rare et en ordonnée le logarithme de la biomasse de chacune. Les points apparaissent approximativement alignés et le modèle log-linéaire de Motomura (MOTOMURA 1932, INAGAKI 1967) est dans la grande majorité des cas le modèle qui peut être avec le plus de précision ajusté à ces données. La droite de régression entre le logarithme des biomasses estimées et leur rang de classement a été calculé pour chacun des prélèvements. Les résultats ont été consignés dans le tableau V où r est le coefficient de corrélation entre le logarithme des biomasses et leur rang de classement et m la constante de Motomura ou constante de milieu dont la valeur est égale à

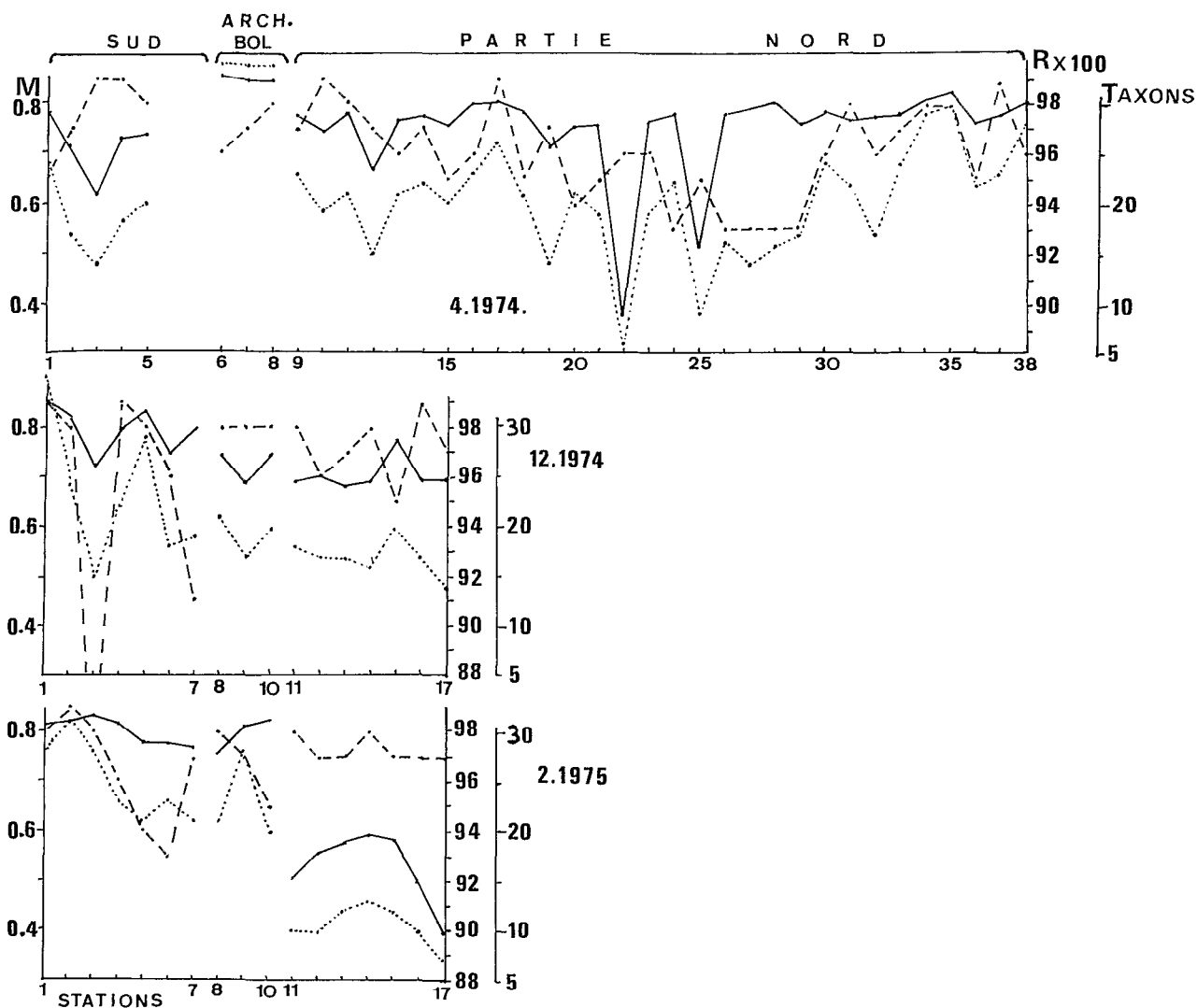


Fig. 8. — Variations des valeurs du coefficient de corrélation r entre le logarithme des biomasses des espèces classées par ordre décroissant et leur rang de classement (en tireté), des valeurs de la constante de milieu m (en trait plein) et du nombre d'espèces intervenant dans la biomasse au-dessus de 0,07 % du biovolume global (en pointillé).

Erratum: lire 11.1974 au lieu de 12.1974.

l'antilogarithme de la pente de la droite de régression; enfin, le nombre de taxons composant la taxicénose (au-dessus de 0,07 % du biovolume total) est indiqué (fig. 8).

En avril 1974, la loi de Motomura se trouve bien vérifiée dans 11 prélèvements sur 38 et assez bien vérifiée dans 21 autres prélèvements; l'ajustement à cette loi peut donc être considéré comme mauvais dans 6 cas. En novembre 1974, la loi se trouve bien vérifiée dans 10 prélèvements sur 17, assez bien dans 5 et pas du tout dans 2. En février 1975, on observe sur 17 prélèvements 6 bons ajustements, 9 assez bons et 2 mauvais. On peut donc

estimer que les biomasses spécifiques de chacune des biocénoses étudiées tendent à se distribuer selon une loi géométrique même avec les imprécisions pouvant résulter de la conversion des effectifs en biovolumes.

Les valeurs de la constante de milieu sont assez élevées dans la zone d'eaux libres située face au delta du Chari, la station 3 en avril et décembre 1974 possédant les valeurs les plus faibles dues au développement en abondance d'une Diatomée dans cette région. Dans l'archipel près de Bol, la constante de milieu est élevée, avoisinant ou dépassant 0,8 sauf en novembre 1974 où elle varie entre 0,70 et 0,75. Dans ce qui subsiste de la cuvette nord, les valeurs

TABLEAU V

N° échantillon	Avril 1974			Novembre 1974			Février 1975		
	r	m	n. taxons	r	m	n. taxons	r	m	n. taxons
1.....	-0,95	0,781	24	-0,99	0,852	35	-0,98	0,811	28
2.....	-0,97	0,714	17	-0,98	0,813	24	-0,99	0,821	31
3.....	-0,99	0,620	14	-0,79	0,726	15	-0,98	0,831	28
4.....	-0,99	0,732	18	-0,99	0,795	22	-0,96	0,817	23
5.....	-0,98	0,739	20	-0,98	0,830	28	-0,94	0,779	21
6.....	-0,96	0,854	34	-0,96	0,743	18	-0,93	0,777	23
7.....	-0,97	0,845	34	-0,91	0,796	19	-0,97	0,768	21
8.....	-0,98	0,846	34	-0,98	0,744	21	-0,98	0,755	21
9.....	-0,97	0,774	23	-0,98	0,689	17	-0,97	0,812	28
10.....	-0,99	0,742	19	-0,98	0,745	20	-0,95	0,821	20
11.....	-0,98	0,780	21	-0,98	0,692	18	-0,98	0,504	10
12.....	-0,97	0,667	15	-0,96	0,702	17	-0,97	0,558	10
13.....	-0,96	0,767	21	-0,97	0,682	17	-0,97	0,580	12
14.....	-0,97	0,775	22	-0,98	0,690	16	-0,98	0,596	13
15.....	-0,95	0,754	20	-0,95	0,776	20	-0,97	0,585	12
16.....	-0,96	0,802	23	-0,99	0,691	17	-0,97	0,498	10
17.....	-0,99	0,807	26	-0,97	0,694	14	-0,97	0,399	7
18.....	-0,95	0,782	21						
19.....	-0,97	0,711	14						
20.....	-0,94	0,756	21						
21.....	-0,95	0,759	19						
22.....	-0,96	0,376	6						
23.....	-0,96	0,760	19						
24.....	-0,93	0,778	22						
25.....	-0,95	0,514	9						
26.....	-0,93	0,783	16						
27.....	-0,93	0,791	14						
28.....	-0,93	0,801	16						
29.....	-0,93	0,761	17						
30.....	-0,96	0,787	24						
31.....	-0,98	0,770	22						
32.....	-0,96	0,779	17						
33.....	-0,97	0,780	24						
34.....	-0,98	0,809	29						
35.....	-0,95	0,828	30						
36.....	-0,95	0,761	22						
37.....	-0,99	0,778	23						
38.....	-0,96	0,804	28						
Moyenne...	-0,963	0,754	21,0	-0,961	0,745	19,9	-0,968	0,689	18,7

de la constante de milieu varient peu en avril 1974; elles se situent le plus souvent entre 0,75 et 0,80 aux différents points de prélèvements; les valeurs les plus basses sont trouvées aux stations 19, 22 et 25 aux extrémités nord-ouest, nord et nord-est de la cuvette nord où la teneur en sel est la plus élevée et à la station 12 où le peuplement algal est largement dominé par *Coscinodiscus rudolfii*; en novembre 1974, les variations sont faibles, la valeur la plus forte étant trouvée à la station 15 située le plus à l'ouest; en février 1975, enfin, les valeurs de la constante de milieu sont les plus faibles (entre 0,4 et 0,6).

Les fluctuations du nombre de taxons présents suivent sensiblement celles de la constante de milieu et les valeurs les plus faibles sont trouvées dans la cuvette nord en février 1975.

Les moyennes calculées pour chaque série de prélèvements montrent un nombre moyen d'espèces et une constante de milieu plus élevée en avril 1974 et plus faible en février 1975; toutefois le fait que le nombre et la situation des points de prélèvements soient différents aux trois époques étudiées enlève aux moyennes obtenues une certaine part de leur signification relative.

V. GROUPEMENTS ET AFFINITÉS ENTRE LES STATIONS ÉTUDIÉES

Comme dans l'étude précédente concernant l'étude du phytoplancton du lac en février 1971 et janvier 1972, les coefficients de corrélation de rang de Spearman ont été calculés entre tous les relevés effectués à la même époque à partir des 49 taxons pris en considération. On a ainsi obtenu trois matrices de corrélation qui ont été interprétées sous forme de dendrogrammes permettant de visualiser les affinités entre les relevés.

A. Avril 1974.

On a obtenu une matrice de 38 sur 38 où les corrélations les plus fortes atteignent 0,950. Le dendrogramme d'exploitation fait apparaître trois groupes de prélèvements sans corrélation entre eux (fig. 9) : les échantillons des eaux libres face au delta

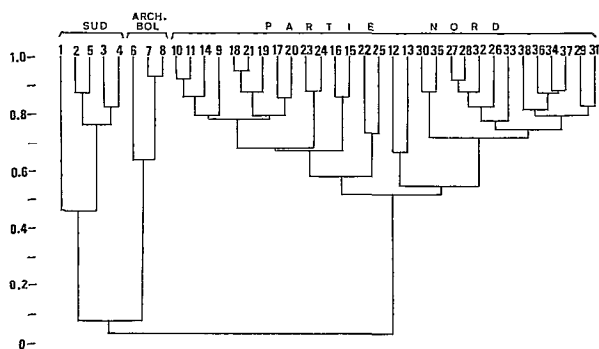


Fig. 9. — Dendrogramme d'interprétation de la matrice de corrélation de Spearman entre les relevés effectués sur l'ensemble des différentes nappes d'eau constituant le lac en avril 1974.

du Chari très bien reliés entre eux sauf le 1 situé dans la zone pérideltaïque; les échantillons des environs de Bol avec les prélèvements faits près de Berim (7 et 9) très bien reliés entre eux et le numéro 6, effectué directement en face de Bol, légèrement différent; enfin les trente prélèvements faits dans la nappe d'eau subsistant dans la cuvette nord du lac. Dans ce dernier ensemble, on peut distinguer deux grands groupes : le premier regroupe les échantillons faits dans les parties nord-ouest, nord, nord-est et est de la nappe d'eau, soit les stations 9, 10, 11 et 14 à 25; les prélèvements les plus extrêmes comme 9, 22 et 25, en général caractérisés par la présence d'une forte proportion de Cyanophycées, apparaissent légèrement séparés. Le deuxième groupe est constitué par les échantillons du centre, du sud

et du sud-ouest de la zone étudiée (12, 13, 26 à 38); il est caractérisé par la dominance très nette des Diatomées.

B. Novembre 1974.

On a obtenu une matrice de 17 sur 17 où les plus fortes corrélations atteignent 0,969. Le dendrogramme obtenu (fig. 10) laisse apparaître comme en

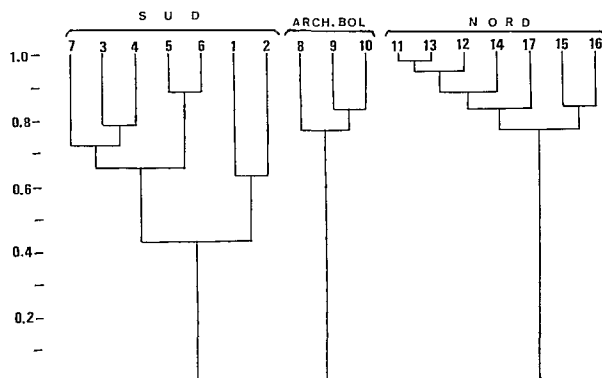


Fig. 10. — Dendrogramme d'interprétation de la matrice de corrélation de Spearman entre les relevés effectués sur l'ensemble des différentes nappes d'eau constituant le lac en novembre 1974.

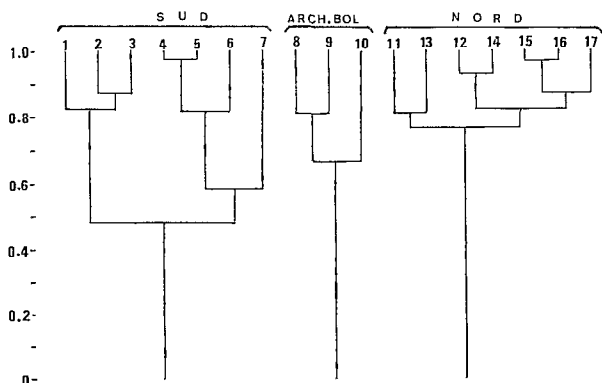


Fig. 11. — Dendrogramme d'interprétation de la matrice de corrélation de Spearman entre les relevés effectués sur l'ensemble des différentes nappes d'eau constituant le lac en février 1975.

avril trois groupes nettement séparés; les eaux libres du sud (1 à 7) avec les prélèvements 1 et 2 appartenant à la zone pérideltaïque légèrement distincts; l'archipel près de Bol avec trois relevés bien reliés entre eux (8, 9 et 10); enfin les eaux subsistant dans la cuvette nord avec sept prélève-

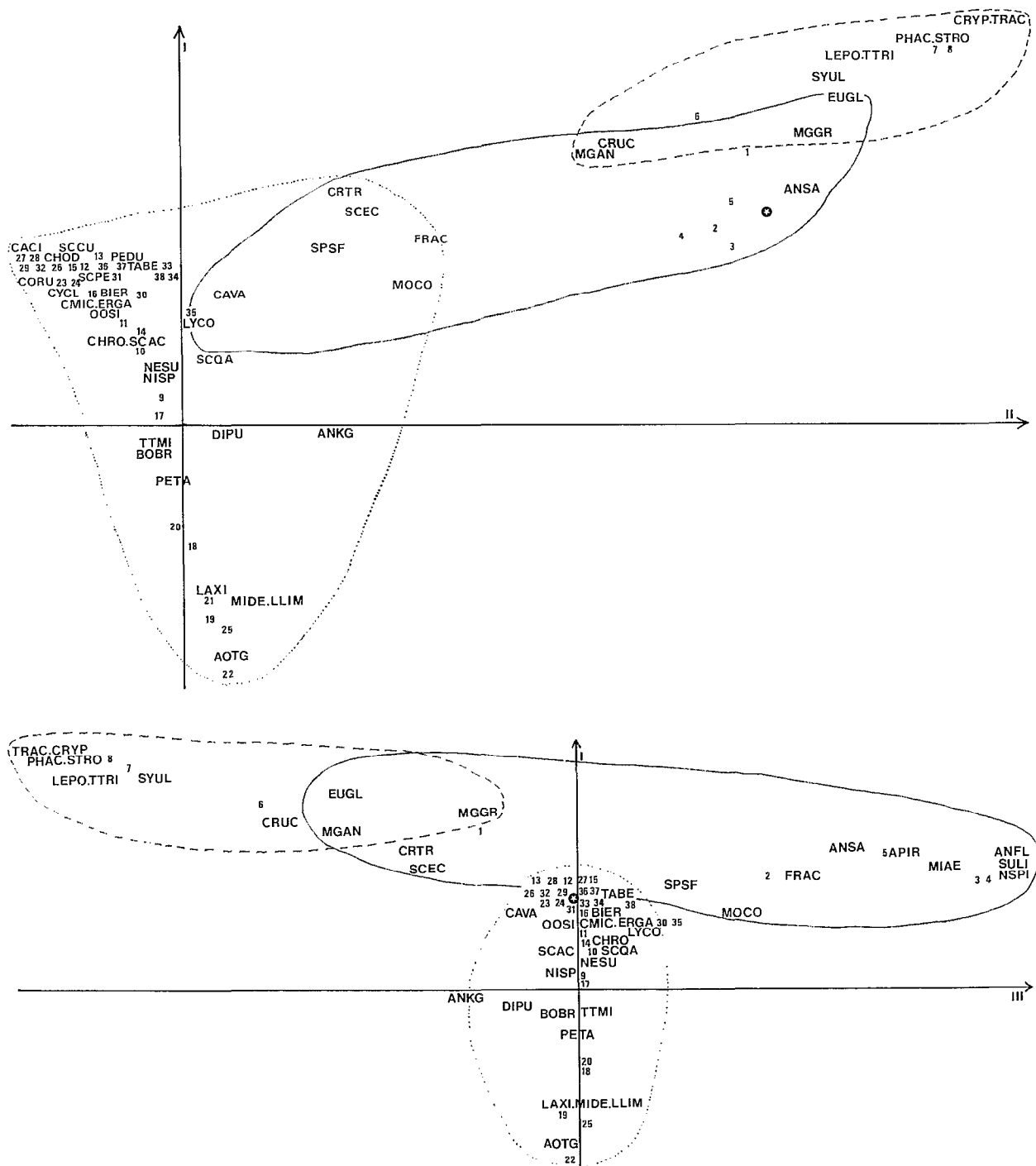


Fig. 12. — Position dans le plan des axes 1 et 2 (en haut) et 1 et 3 (en bas) des relevés et des espèces présentes dans le lac en avril 1974. On se reportera au code ci-joint pour la signification des abréviations taxinomiques utilisées. Le trait en tirets longs délimite les groupements de l'archipel dans la région de Bol (relevés 6, 7 et 8), le trait plein ceux des eaux libres du sud du lac face au delta du Chari (relevés 1 à 5) et le trait en pointillé ceux de la cuvette nord (relevés 9 à 35). Sur la figure du haut, les espèces *Nitzschia spiculum*, *Surirella linearis*, *Scenedesmus ecornis*, *Microcystis aeruginosa*, *Anabaena spiroïdes* et *A. flos aquae* sont situées à l'emplacement de l'étoile sur fond noir et sur la figure du bas *Cyclotella meneghiniana*, *Coscinodiscus rudolfi*, *Scenedesmus aculus*, *S. perforatus*, *Chodatella* sp., *Pediastrum duplex*, *Closterium aciculare* sont situées à l'emplacement de ce même signe.

ments bien reliés entre eux (les corrélations sont toujours supérieures à 0,75), les prélèvements des extrémités ouest et nord (15 et 16) apparaissant très légèrement distincts.

C. Février 1975.

La situation a peu changé et le dendrogramme d'exploitation obtenu à partir de la matrice de corrélation calculée montre là aussi trois groupes nettement séparés (fig. 11); le premier comprend les eaux libres face au delta du Chari où les prélèvements effectués dans la partie ouest (station 1, 2 et 3) sont distincts de ceux de la partie est (stations 4 à 7); le deuxième groupe comprend les trois prélèvements de l'archipel où l'échantillon 10 récolté environ à quinze kilomètres au sud-sud-est de Bol est moins bien relié avec les deux autres; enfin, en troisième lieu, les prélèvements effectués dans les eaux restant dans la cuvette nord, très homogènes et très bien reliés entre eux (corrélations toujours supérieures à 0,75) caractérisés par la dominance très nette des Diatomées.

L'analyse des corrélations entre les peuplements montre donc que chacune des parties du lac qui restent encore en eaux évolue de façon isolée et aucune relation n'existe entre les types de peuplements des différentes zones étudiées; dans les deux grandes nappes d'eau libre ainsi isolées, les peuplements apparaissent très homogènes dans la cuvette nord en voie d'assèchement mais plus variés dans la cuvette sud toujours soumise aux fluctuations hydrologiques du débit du Chari.

VI. GROUPEMENTS ET AFFINITÉS INTER-SPÉCIFIQUES

La composition des associations spécifiques existant dans les différents milieux a été recherchée et comme pour l'étude précédente sur le phytoplancton du lac, l'analyse factorielle des correspondances a été utilisée pour compléter et visualiser les connaissances empiriques acquises au cours des numérations au microscope inversé. Les groupements d'espèces et de récolte ont été ici recherchés dans le plan 1 et 2, puis 1 et 3, les trois premiers axes étant en général les plus chargés d'information.

A. Avril 1974.

Les trois premiers axes expliquent respectivement 21, 20 et 16 % de l'inertie globale des relevés, soit 57 % pour le total des trois tandis que l'ensemble pour les cinq premiers axes s'élève à 78 %.

Les relevés et les taxons de la partie nord sont groupés le long de l'axe 1 tandis que ceux de la partie sud et de l'archipel apparaissent étirés le long de l'axe 2 (fig. 12). On peut distinguer trois groupes qui se recouvrent au niveau des espèces communes :

— Le groupe des eaux libres qui subsistent en face du delta du Chari (relevés 1 à 5) avec les espèces *Scenedesmus ecornis*, *Anabaena* sp., *Anabaena spirroides*, *Anabaena flos-aquae*, *Microcystis aeruginosa*, *Nitzschia spiculum*, *Surirella linearis*, *Surirella muelleri*, *Melosira granulata*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Euglena* sp., *Lyngbya contorta*, *Monoraphidium contortum*, *Crucigenia triangularis*, *Closterium acutum* var. *variabile* et *Fragilaria construens*.

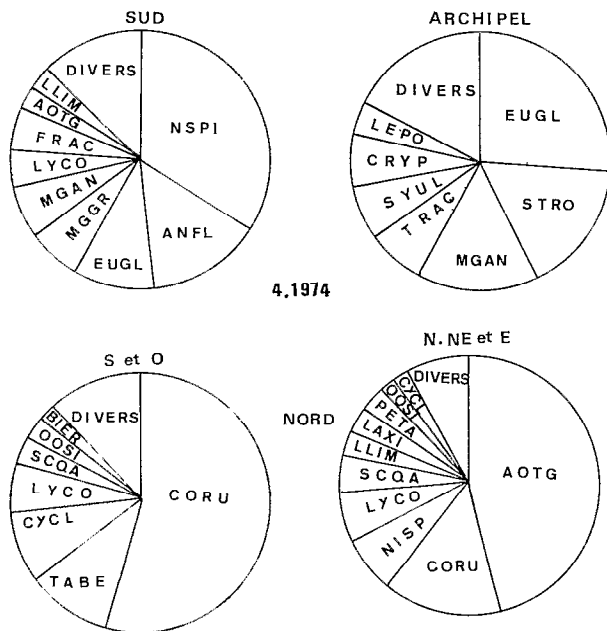
— Le groupe de l'archipel près de Bol (relevés 6 à 9) avec de nombreuses espèces d'Euglénophytes : *Euglena* sp., *Trachelomonas* sp., *Phacus* sp., *Strombomonas fluvialilis*, *Lepocinetis* sp. et les espèces suivantes : *Melosira granulata*, *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Synedra ulna*, *Cryptomonas erosa*, *Crucigeniella crucifera*, *Tetraedron trigonum*.

— Le groupe des eaux subsistant dans la cuvette nord du lac qui s'articule suivant deux types : l'un à *Anabaenopsis tanganiikae* dominant avec les espèces *Oscillatoria laxissima*, *Microcystis delicatissima*, *Lyngbya limnetica*, *Pediastrum tetras*, *Nitzschia* sp.; l'autre à *Coscinodiscus rudolfii* dominant accompagné de *Cyclotella meneghiniana*, *Synedra berolinensis*, *Scenedesmus acutus*, *Scenedesmus perforatus*, *Eremosphaera gigas*, *Binuclearia eriensis*, *Pediastrum duplex*. D'autres espèces comme *Oocystis* sp., *Closterium aciculare* var. *variabile*, *Scenedesmus quadricauda*, *Lyngbya contorta*, *Nephrochlamys subsolitaria* sont communes à ces deux ensembles.

La représentation des axes 1 et 3 confirme cette distribution des taxons; elle étire le long de l'axe 3 la représentation des 2 premiers groupes décrits tandis que le groupe des peuplements de la cuvette nord apparaît groupé de façon identique le long de l'axe 1.

A partir de ces données et des biovolumes spécifiques calculés, on a établi pour chacun de ces groupes un (ou deux dans le cas de la cuvette nord) peuplement type susceptible de rendre compte schématiquement de la composition spécifique de la biomasse dans les différentes zones écologiques existantes; on a donc calculé dans chaque zone le pourcentage moyen de chacune des espèces les mieux représentées dans les échantillons et après addition de ces pourcentages moyens, on a établi la composition des peuplements existants.

Pour les eaux libres face au delta, on a obtenu un peuplement type composé en biomasse de la façon suivante (fig. 13).



4.1974

NORD

Fig. 13. — Composition relative des peuplements types existant dans le lac en avril 1974. Les abréviations taxinomiques utilisées sont identiques à celles de la figure 12 (voir code ci-joint).

30 % de *Nitzschia spiculum*.....(Diatomée)
 17 % d'*Anabaena flos-aquae*.....(Cyanophycée)
 9 % d'*Euglena* sp.....(Euglénophycée)
 8 % de *Melosira granulata*.....(Diatomée)
 7 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
 5 % de *Lyngbya contorta*.....(Cyanophycée)
 5 % de *Fragilaria construens*.....(Diatomée)
 3 % de *Lyngbya limnetica*.....(Cyanophycée)
 3 % d'*Anabaenopsis tanganiikae*.....(Cyanophycée)
 13 % de divers.

Pour l'archipel à proximité de Bol, on a trouvé :

26 % d'*Euglena* sp.....(Euglénophycée)
 16 % de *Strombomonas fluvialilis*.....(Euglénophycée)
 16 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
 7 % de *Trachelomonas* sp.....(Euglénophycée)
 7 % de *Synedra ulna*.....(Diatomée)
 7 % de *Cryptomonas erosa*.....(Cryptophycée)
 4 % de *Lepocinetis* sp.....(Euglénophycée)
 17 % de divers.

Dans ce qui reste de la nappe d'eau de la cuvette nord, on a déterminé deux types de phytoplancton; l'un présent dans 21 relevés du centre, du sud et de l'ouest de la nappe d'eau est composé schématiquement de la façon suivante :

54 % de *Coscinodiscus rudolfi*.....(Diatomée)
 11 % de *Synedra berolinensis*.....(Diatomée)

9 % de *Cyclotella meneghiniana*.....(Diatomée)
 6 % de *Lyngbya contorta*.....(Cyanophycée)
 3 % d'*Oocystis* sp.....(Chlorophycée)
 3 % de *Scenedesmus quadricauda*.....(Chlorophycée)
 2 % de *Binuclearia eriensis*.....(Chlorophycée)
 12 % de divers.

Le second est présent dans les dix relevés du nord-est, du nord et de l'est de la nappe d'eau; la composition relative de la biomasse est schématiquement la suivante :

46 % d'*Anabaenopsis tanganiikae*.....(Cyanophycée)
 15 % de *Coscinodiscus rudolfi*.....(Diatomée)
 7 % de *Nitzschia* sp.....(Diatomée)
 6 % de *Lyngbya contorta*.....(Cyanophycée)
 5 % de *Scenedesmus quadricauda*.....(Chlorophycée)
 3 % de *Pediastrum tetras*.....(Chlorophycée)
 3 % de *Lyngbya limnetica*.....(Cyanophycée)
 3 % d'*Oscillatoria laxissima*.....(Cyanophycée)
 2 % d'*Oocystis* sp.....(Chlorophycée)
 2 % de *Cyclotella meneghiniana*.....(Diatomée)
 8 % de divers.

B. Novembre 1974.

Les pourcentages d'inertie expliquée s'élèvent à 30, 25 et 14 %, soit au total 69 % pour les axes 1, 2 et 3 et 87 % pour l'ensemble des cinq premiers vecteurs.

Dans le plan des axes 1 et 2 (fig. 14), trois ensembles bien distincts apparaissent dans la répartition des taxons qui est très proche de celle observée en avril :

— Le premier groupe englobe les taxons liés aux eaux libres situées au nord du delta du Chari, soit *Synedra berolinensis*, *Surirella linearis*, *S. muelleri*, *Microcystis* sp., *M. elachista*, *Melosira granulata*, *M. granulata* var. *angustissima*, *Gyrosigma kutzingii*, *Nitzschia spiculum*, *Peridinium* sp., *Mallomonas portae ferrae*, *Crucigenia triangularis*, *Closterium acutum* var. *variable*, *Binuclearia eriensis*, *Anabaena flos-aquae*, *Eudorina elegans*, *Dictyosphaerium pulchellum*.

— Le second groupe comprend l'ensemble des taxons inventoriés dans l'archipel vers Bol, où les Euglèniens dominent; ce sont *Euglena* sp., *Trachelomonas* plur. sp., *Oscillatoria* sp., *Phacus* plur. sp., *Closterium strigosum*, *Ankistrodesmus* sp., *Micractinium pusillum*, *Synechococcus leopoliensis*, *Scenedesmus ecornis*, *Crucigeniella crucifera* ainsi que quelques espèces signalées aussi dans les eaux libres : *Anabaena flos-aquae*, *Dictyosphaerium pulchellum* et *Eudorina elegans*.

— Le troisième ensemble est très groupé et très individualisé par rapport aux deux autres groupes; il comprend les taxons liés à la nappe d'eau de faible profondeur qui subsiste dans la cuvette nord :

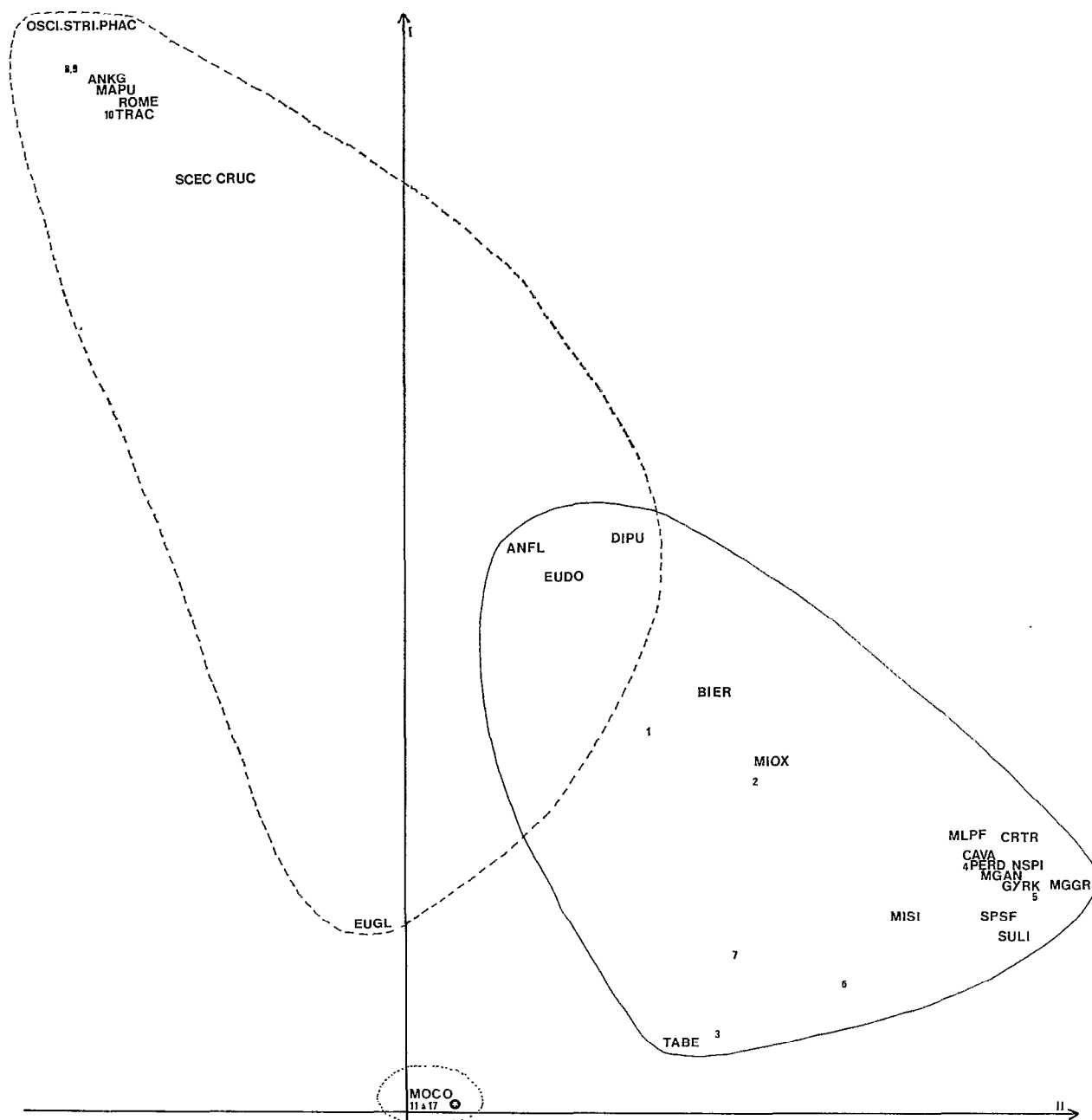


Fig. 14. — Position dans le plan des axes 1 et 2 des relevés et des espèces présentes dans le lac en novembre 1974. Le trait en tirets longs délimite les groupements de l'archipel dans la région de Bol (relevés 8, 9 et 10), le trait plein ceux des eaux libres du sud face au delta du Chari (relevés 1 à 7) et le trait en pointillé ceux très groupés de la cuvette nord (relevés 11 à 17). L'étoile sur fond noir indique l'emplacement des espèces suivantes : *Cyclotella meneghiniana*, *Coscinodiscus rudolfii*, *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria construens*, *Oocystis* sp., *Scenedesmus opoliensis*, *S. quadricauda*, *S. intermedius*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Pediastrum tetras*, *Synechocystis minuscula*, *Chroococcus limneticus*, *Microcystis delicatissima*, *Anabaenopsis arnoldii*, *Raphidiopsis* sp., *Lyngbya contorta*, *L. limnetica*, *Oscillatoria laevissima*.

Coscinodiscus rudolfii, *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Fragilaria construens*, *Monoraphidium contortum*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Oocystis* sp., *Pediastrum tetras*, *Scenedesmus opoliensis*, *S. quadricauda*, *S. intermedius*, *Synechocystis minuscula*, *Microcystis delicatissima*, *Anabaenopsis arnoldii*, *Oscillatoria platensis* f. *minor*, *O. laxissima*, *Raphidiopsis* sp., *Chroococcus limneticus*, *Lyngbya contorta*, *L. limnetica*.

Le plan des axes 1 et 3 montre une représentation identique avec trois groupes bien délimités; il n'apporte pas d'information supplémentaire et n'a pas été représenté.

Les peuplements types trouvés pour ces trois groupes sont les suivants : Pour les eaux libres situées en face du delta du Chari (fig. 15) :

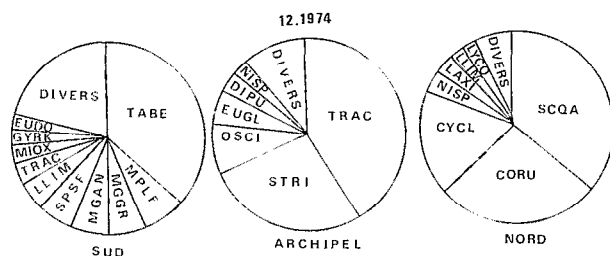


Fig. 15. -- Composition relative des peuplements types existant dans le lac en novembre 1974 (erratum: lire sur la figure ci-dessus 11.1974). Les abréviations taxinomiques utilisées sont identiques à celles des figures précédentes (voir code ci-joint).

35 % de *Synedra berolinensis*.....(Diatomée)
8 % de *Melosira granulata*.....(Diatomée)
8 % de *Mallomonas portae-ferrae*.....(Cryptophycée)
6 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
6 % de *Surirella muelleri*.....(Diatomée)
5 % de *Lyngbya limnetica*.....(Cyanophycée)
4 % de *Trachelomonas* plur. sp.....(Euglénophycée)
3 % de *Microcystis elachista*.....(Cyanophycée)
2 % de *Gyrosigma kutzingii*.....(Diatomée)
2 % d'*Eudorina elegans*.....(Chlorophycée)
21 % de divers.

Pour les peuplements de l'archipel à proximité de Bol :

41 % de *Trachelomonas* plur. sp.....(Euglénophycée)
27 % de *Closterium strigosum*.....(Chlorophycée)
9 % d'*Oscillatoria* sp.....(Cyanophycée)
6 % d'*Euglena* plur. sp.....(Euglénophycée)
4 % de *Dictyosphaerium pulchellum*.....(Chlorophycée)
2 % de *Nitzschia* sp.....(Diatomée)
11 % de divers.

et pour les eaux de la cuvette nord :

36 % de *Scenedesmus quadricauda*.....(Chlorophycée)
27 % de *Coscinodiscus rudolfii*.....(Diatomée)
18 % de *Cyclotella meneghiniana*.....(Diatomée)
4 % de *Nitzschia* sp.....(Diatomée)
4 % d'*Oscillatoria larissima*.....(Cyanophycée)
2 % de *Lyngbya limnetica*.....(Cyanophycée)
2 % de *Lyngbya contorta*.....(Cyanophycée)
7 % de divers.

C. Février 1975.

Les pourcentages d'inertie expliquée par les cinq premiers vecteurs sont les suivants : 27, 24, 17, 15 et 6 % soit au total 68 % pour les trois premiers et 89 % pour les cinq.

La représentation des espèces et des relevés dans le plan des axes 1 et 2 laisse apparaître comme l'année précédente trois groupes bien individualisés (fig. 16).

— Le premier est constitué par les espèces et les points de prélèvement des eaux libres du sud-est, remises en eau par la crue du Chari. Cet ensemble s'articule en deux groupements constitués autour de deux pôles formés chacun par une espèce dominante :

L'un à *Melosira granulata* dominant accompagné de *Synedra ulna*, *Surirella linearis*, *S. muelleri*, *Fragilaria construens*, *Closterium acutum* var. *variable*, *Binuclearia eriensis*, *Coelastrum cambricum*, *Chodatella* sp., *Lyngbya contorta*, comprend les peuplements situés à l'ouest et nord-ouest du delta (stations 1, 2 et 3), l'autre à *Synedra berolinensis* dominant avec les espèces *Nitzschia spiculum*, *Microcystis delicatissima*, *Gonolozygion monotaenium*, *Gyrosigma kutzingii*, *Lyngbya limnetica*, *Anabaena flos-aquae*, *A. spiroïdes* et *Anabaenopsis arnoldii* constitue les peuplements situés au nord et nord-est du delta (stations 4, 5, 6 et 7).

— Le deuxième groupe, avec les stations 8, 9 et 10 situées dans l'archipel à proximité et au sud-est de Bol, caractérisé par l'abondance des Euglénophycées, *Trachelomonas* plur. sp., *Euglena* plur. sp., *Phacus* plur. sp., *Lepocinclis* sp., accompagnés d'*Eudorina elegans*, *Ankistrodesmus* sp., *Melosira granulata* var. *angustissima*, *Micractinium pusillum*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Scenedesmus eornis*, *Crucigenia triangularis*, *Crucigeniella crucifera*, *Synechococcus leopoliensis*, *Cryptomonas erosa* et *Mallomonas portae-ferrae*.

— Le troisième ensemble est comme en novembre 1974 très groupé; il comprend les taxons liés à la nappe d'eau subsistant dans la cuvette nord :

Coscinodiscus rudolfii, *Cyclotella meneghiniana*, *Nitzschia* sp., *Navicula* sp., *Monoraphidium contortum*, *Oocystis* sp., *Scenedesmus opoliensis*, *S. quadricauda*, *S. intermedius*, *Nephrochlamys subsolitaria*, *Pedia-*

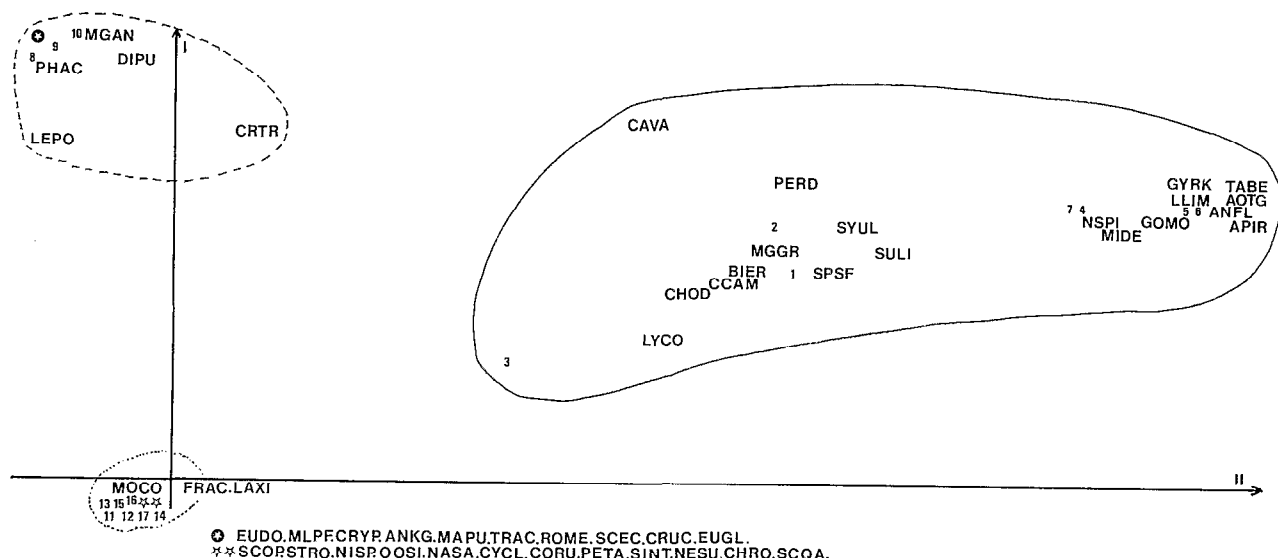


Fig. 16. — Position dans le plan des axes 1 et 2 des relevés et des espèces présentes dans le lac en février 1975. Le trait en tirets longs délimite les groupements de l'archipel dans la région de Bol (relevés 8, 9 et 10), le trait plein ceux inféodés aux eaux libres du sud face au delta du Chari (relevés 1 à 7) et le trait en pointillé ceux très groupés de la cuvette nord (relevés 11 à 17) (voir le code ci-joint dans le texte pour les abréviations taxinomiques utilisées).

trum letras, *Strombomonas verrucosa*, *Chroococcus limneticus* et *Oscillatoria laxissima*.

La représentation dans le plan des axes 1 et 3 laisse apparaître de façon identique ces trois groupes bien individualisés; elle n'apporte pas d'information supplémentaire et n'a pas été représentée.

A partir de ces données et des résultats des estimations de biovolume pour chaque espèce, on a pu définir les peuplements types suivants : Dans les eaux libres de la cuvette sud du lac, les peuplements d'algues de la partie ouest peuvent être schématisés ainsi (fig. 17).

- 19 % de *Melosira granulata*.....(Diatomée)
- 17 % de *Surirella linearis*.....(Diatomée)
- 10 % de *Synedra una*.....(Diatomée)
- 9 % de *Surirella muelleri*.....(Diatomée)
- 8 % de *Gonatozygon monotaenium*.....(Chlorophycée)
- 6 % de *Spirogyra* sp.....(Chlorophycée)
- 5 % de *Fragilaria construens*.....(Diatomée)
- 4 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
- 4 % de *Nitzschia spiculum*.....(Diatomée)
- 2 % d'*Euglena* sp.....(Euglénophycée)
- 16 % de divers.

tandis que ceux de la partie est comprennent :

- 41 % de *Synedra berlinensis*.....(Diatomée)
- 15 % de *Gonatozygon monotaenium*.....(Chlorophycée)
- 9 % d'*Anabaena spiroïdes*.....(Cyanophycée)
- 8 % d'*Anabaena flos-aquae*.....(Cyanophycée)

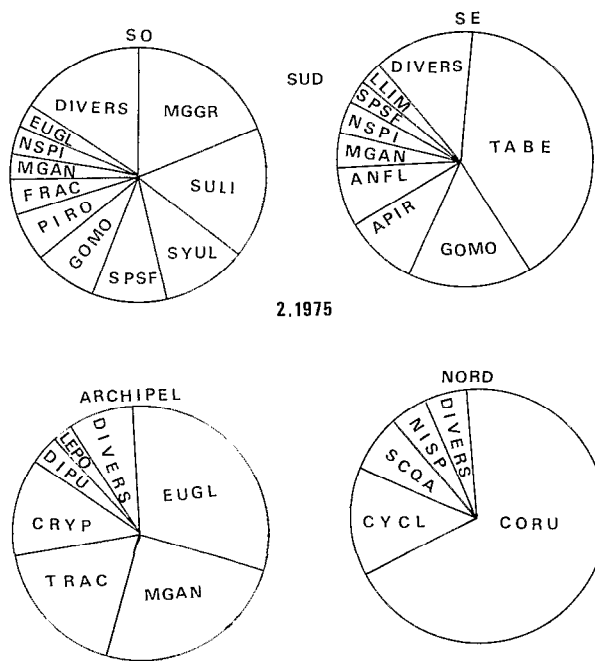


Fig. 17. — Composition relative des peuplements types existant dans le lac en février 1975 (voir code ci-joint dans le texte pour les abréviations taxinomiques utilisées).

- 4 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
- 4 % de *Nitzschia spiculum*.....(Diatomée)

- 3 % de *Surirella muelleri*.....(Diatomée)
 3 % de *Lynqbya limnetica*.....(Cyanophycée)
 13 % de divers.

Dans l'archipel, la composition relative du phytoplancton apparaît ainsi :

- 31 % d'*Euglena* plur. sp.....(Euglénophycée)
 24 % de *Melosira granulata* var. *angustissima*... (Diatomée)
 18 % de *Trachelomonas* plur. sp.....(Euglénophycée)
 13 % de *Cryptomonas crosa*.....(Cryptophycée)
 4 % de *Dictyosphaerium pulchellum*.....(Chlorophycée)
 2 % de *Lepocinclis* sp.....(Euglénophycée)
 8 % de divers.

Dans la partie nord du lac, la dominance des Diatomées est très marquée dans la biomasse algale dont la composition est schématiquement la suivante :

- 69 % de *Coscinodiscus rudolfii*.....(Diatomée)
 14 % de *Cyclotella meneghiniana*.....(Diatomée)
 7 % de *Scenedesmus quadricauda*.....(Chlorophycée)
 5 % de *Nitzschia* sp.....(Diatomée)
 5 % de divers.

VII. CONCLUSION

L'étude des prélèvements effectués en avril et novembre 1974 et en février 1975 met en évidence le partage du lac Tchad en plusieurs nappes d'eau dont le phytoplancton évolue de façon indépendante. Même si au point de vue hydrologique des communications se sont produites pendant le second semestre de 1974 entre l'archipel de l'est du lac et les eaux libres situées au nord du delta du Chari ou si la cuvette nord a reçu quelques apports en provenance du sud dans le courant de janvier 1975, les peuplements d'algues apparaissent toujours distincts dans chacune des nappes d'eau considérées. La cuvette nord évolue lentement vers l'assèchement et son phytoplancton apparaît relativement stable avec quelques espèces se développant toujours en abondance, telles *Coscinodiscus rudolfii*, *Scenedesmus quadricauda* ou *Cyclotella meneghiniana*. La cuvette sud continue de recevoir les apports du Chari et le peuplement algal subit les perturbations causées par les variations du régime hydrologique du fleuve; les peuplements y sont donc plus diversifiés et les variations observées d'une série de prélèvements à l'autre y sont plus importantes de partout ailleurs. Quant à l'archipel, il s'est fragmenté avec la sécheresse en un certain nombre de pièces d'eau plus ou moins réduites et plus ou moins marécageuses. Les échantillonnages effectués dans la région de Bol montrent bien cette évolution du plancton lacustre vers un plancton de mare où les Eugléniens sont abondants. L'importante hausse de niveau enregistrée dans l'archipel fin 1974

a peu modifié la composition des peuplements qui jusqu'en février 1975 tout au moins reste très comparable à celle d'avril et de novembre 1974; malgré cette hausse, l'archipel reste d'ailleurs début 1975 fragmenté en nappes d'eaux isolées les unes des autres par des barrières végétales. En dépit du nombre réduit des prélèvements dans toute cette zone impraticable à cette époque aux embarcations, on peut affirmer que le plancton et tout le milieu aquatique de l'archipel en général est le théâtre de perturbations considérables dues à la décomposition ou aux modifications de la végétation phanérogamique très épaisse qui s'est développée pendant les mois de sécheresse.

Au point de vue composition du phytoplancton, on observe dans l'ensemble des peuplements une proportion très importante de Diatomées et les Centriques (*Coscinodiscus*, *Cyclotella* et *Melosira*) sont particulièrement abondantes. Même en dehors des zones où la profondeur étant inférieure ou égale à un mètre (c'est le cas de la cuvette nord à l'époque des trois échantillonnages et des eaux libres du sud en avril 1974) on peut considérer que les récoltes sont constituées par un planctobenthos caractéristique de la couche d'eau proche du fond plutôt que par un limnoplanton, on peut estimer que les Bacillariophycées apparaissent comme le constituant majeur de la biomasse algale de l'ensemble du lac, mises à part quelques régions marécageuses de l'archipel. Les Cyanophytes qui constituent la plus grande partie des peuplements algaux des mares natronées oligocarbonatées ou mésocarbonatées bordant le lac restent toujours dans les trois zones étudiées en proportions modestes, sauf à quelques stations de la cuvette nord en avril 1974. L'augmentation de la teneur en sels dissous observée dans la cuvette nord en novembre 1974 est seulement marquée par l'apparition en quantité appréciable dans la biomasse d'espèces telles que *Synechocystis minuscula*, *Anabaenopsis arnoldii*, *Oscillatoria platenensis* f. *minor*, qui sont caractéristiques des milieux mésocarbonatés de ces mares natronées (ILLIS 1974).

La zone d'eaux libres située face au delta du Chari apparaît finalement comme la partie relativement la moins perturbée par l'évolution du lac; l'étiage très marqué au cours de la saison chaude 1974, consécutif aux deux très faibles crues du Chari en fin 1972 et fin 1973, a entraîné une importante diminution de la surface et de la profondeur des eaux et l'apparition d'une proportion très appréciable d'Eugléniens donnant dans certaines parties de cette zone une teinte rouge à la surface de l'eau en avril 1974. Toutefois, à la fin de cette même année et en février 1975 après la remontée des eaux, le plancton végétal de cette partie de la cuvette sud ne présente pas de caractéristiques vraiment différentes de celles observées les années précédentes.

CODE DES TAXONS UTILISÉ
POUR L'ANALYSE FACTORIELLE

<i>Melosira granulata</i>	MGGR	<i>Ankistrodesmus</i> sp.....	ANKG
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i>	MGAN	<i>Quadrigula quaternata</i>	QQUA
<i>Coscinodiscus rudolfi</i>	CORU	<i>Chodatella</i> sp.....	CHOD
<i>Cyclotella meneghiniana</i>	CYCL	<i>Dictyosphaerium pulchellum</i>	DIPU
<i>Synedra ulna</i>	SYUL	<i>Botryococcus braunii</i>	BOBR
<i>Fragilaria construens</i>	FRAC	<i>Micractinium pusillum</i>	MAPU
<i>Synedra berolinensis</i>	TABE	<i>Eudorina elegans</i>	EUDO
<i>Gyrosigma kutzingii</i>	GYRK	<i>Gonatozygon monotaenium</i>	GOMO
<i>Navicula</i> sp.....	NASA	<i>Closterium aciculare</i>	CACI
<i>Nitzschia</i> sp. (petite forme).....	NISP	<i>Closterium acutum</i> var. <i>variabile</i>	CAVA
<i>Nitzschia spiculum</i>	NSPI	<i>Closterium strigosum</i>	STRI
<i>Surirella linearis</i>	SULI	<i>Spirogyra</i> sp.....	PIRO
<i>Surirella muelleri</i>	SPSF	<i>Euglena</i> sp.....	EUGL
<i>Tetraedron minimum</i>	TTMI	<i>Euglena oxyuris</i> f. <i>charkowiensis</i>	EOFC
<i>Tetraedron trignonum</i>	TTRI	<i>Trachelomonas</i> sp.....	TRAC
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i>	NESU	<i>Strombomonas</i> sp.....	STRO
<i>Crucigenia triangularis</i>	CRTR	<i>Phacus</i> sp.....	PHAC
<i>Crucigeniella crucifera</i>	CRUC	<i>Lepocinelis</i> sp.....	LEPO
<i>Crucigenia tetrapedia</i>	TETR	<i>Synechocystis minuscula</i>	SYAQ
<i>Oocystis</i> sp.....	OOSI	<i>Synechococcus leopoliensis</i>	ROME
<i>Eremosphaera gigas</i>	ERGA	<i>Chroococcus limneticus</i>	CHRO
<i>Scenedesmus acuminatus</i>	SCAC	<i>Microcystis aeruginosa</i>	MIAE
<i>Scenedesmus acutus</i>	SCCU	<i>Microcystis delicatissima</i>	MIDE
<i>Scenedesmus intermedius</i>	SINT	<i>Microcystis elachista</i>	MIOX
<i>Scenedesmus quadricauda</i>	SCQA	<i>Microcystis</i> sp.....	MISI
<i>Scenedesmus ecornis</i>	SCEC	<i>Anabaena flos-aquae</i>	ANFL
<i>Scenedesmus opoliensis</i>	SCOP	<i>Anabaena spiroïdes</i>	APIR
<i>Scenedesmus perforatus</i>	SCPE	<i>Anabaena</i> sp.....	ANSA
<i>Pediastrum clathratum</i>	PSDU	<i>Anabaenopsis arnoldii</i>	AOAR
<i>Pediastrum duplex</i>	PEDU	<i>Anabaenopsis tanganiikae</i>	AOTG
<i>Pediastrum tetras</i>	PETA	<i>Lyngbya contorta</i>	LYGO
<i>Monoraphidium contortum</i>	MOCO	<i>Lyngbya limnetica</i>	LLIM
<i>Binuclearia eriensis</i>	BIER	<i>Raphidiopsis</i> sp.....	RAFS
<i>Coelastrum cambricum</i>	CCAM	<i>Oscillatoria</i> sp.....	OSCI
<i>Coelastrum microporum</i>	CMIC	<i>Oscillatoria laxissima</i>	LAXI
<i>Coelastrum proboscideum</i>	COPR	<i>Oscillatoria platensis</i> f. <i>minor</i>	SPMI
		<i>Cryptomonas erosa</i>	CRYP
		<i>Chroomonas</i> sp.....	CROM
		<i>Mallomonas portae-ferrae</i>	MLPF
		<i>Peridinium</i> sp.....	PERD

OUVRAGES CONSULTÉS

- CARMOUZE (J. P.), 1971. — Circulation générale des eaux dans le lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. V, n° 3-4 : 191-212.
- CARMOUZE (J. P.) *et al.*, 1972. — Grandes zones écologiques du lac Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. VI, n° 2 : 103-169.
- CARMOUZE (J. P.), CHOURET (A.), DURAND (J. R.), 1973. — Données récentes sur l'évolution du lac Tchad. *Rapport O.R.S.T.O.M., N'Djamena*, 11 p., *multigr.*
- CARMOUZE (J. P.), CHOURET (A.), FRANC (J.), 1973. — Étiage du lac en 1973 : assèchement de la cuvette sud. *Rapport O.R.S.T.O.M., N'Djamena*, 8 p., *multigr.*
- CHANTRAINE (J. M.), LEMOALLE (J.), 1976. — Analyses d'eaux du lac Tchad de septembre 1973 à décembre 1974. *Rapport O.R.S.T.O.M., N'Djamena*, 17 p., *multigr.*
- CHOURET (A.), LEMOALLE (J.), 1974. — Évolution hydrologique du lac Tchad durant la sécheresse (1972 à 1974). Document occasionnel FAO du GPCA n° 4. Rapport de la consultation sur les problèmes des pêches dans la zone sahélienne. Bamako. Mali. 13-20 novembre 1974 : 165-179.
- DAGET (J.), 1970. — Les modèles mathématiques en écologie. Cours du D.E.A. d'écologie. Fac. Sci. Paris, 105 p., *multigr.*
- ILTIS (A.), 1974. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad). VIII. Classification des milieux étudiés et espèces caractéristiques. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.* 8, 2 : 81-91.
- ILTIS (A.), 1977. — Peuplements phytoplanctoniques du lac Tchad. I. Stade Tchad normal février 1971 et janvier 1972). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, vol. XI, n° 1 : 33-52.
- INAGAKI (H.), 1967. — Mise au point de la loi de Motomura et essai d'une écologie évolutive. *Vie et milieu*, B, 18, 1 : 153-166.
- MOTOMURA (I.), 1932. — Étude statistique de la population écologique. *Doobutugaku Zassi*, 44 : 379-383.
- TILHO (J.), 1928. — Variations et disparition possible du Tchad. *Ann. Géogr. Fr.*, 37 : 238-260.