

## PHYTOPLANKTON DES EAUX NATRONÉES DU KANEM (TCHAD)

### V. LES LACS MÉSOHALINS\*

par A. ILTIS\*\*

#### RÉSUMÉ

*Les variations saisonnières du phytoplancton ont été suivies durant plus d'une année dans deux lacs natronés mésosalins. Cyanophycées et Diatomées dominent dans le peuplement qui est du même type que celui existant dans les lacs polyhalins. Oscillatoria platensis var. minor Rich est l'espèce caractéristique de ces milieux et présente le plus souvent de fortes densités.*

#### ABSTRACT

*The seasonal variations of phytoplankton has been studied during fifteen months in two natroned mesohaline lakes. Cyanophyceae and Diatomophyceae are dominant in the phytoplankton having the same characteristics as the polyhaline lakes. Oscillatoria platensis var. minor Rich is the characteristic and generally the most abundant species of these media.*

#### INTRODUCTION

Au cours de l'étude entreprise sur le phytoplancton des collections d'eau natronées du Kanem, région située directement au nord-est du lac Tchad, des observations et des récoltes ont été faites dans plusieurs lacs mésosalins. Au cours de l'année 1967 et durant le début de 1968, des prélèvements mensuels ont été effectués dans les lacs de Djikare et de Mombolo. Le premier est situé à cinq kilomètres à l'ouest de la localité de Liwa, entre cette dernière et les anses terminales de l'archipel nord du lac Tchad dont il n'est séparé que par un mouvement dunaire. Le second situé à trente kilomètres au nord-est de Liwa, est le quatrième lac de la série des lacs de Mombolo. Ceux ci forment un ensemble de cinq pièces d'eau alignées dans une dépression

---

\* Les 4 premières parties de cette étude sont parues dans les Cahiers O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. III, n° 2, 1969, pp. 29-44 vol. III, n° 3/4, 1969, pp. 3-19 vol. IV, n° 2, 1970, pp. 53-59 vol. IV, n° 3/4, 1970, pp. 129-134.

\*\* Hydrobiologiste, Centre O.R.S.T.O.M., B.P. 65, Fort-Lamy (Tchad).

interdunaire orientée nord-est sud-ouest. Un échantillonnage a de plus été effectué en décembre 1966 dans la mare permanente de Kono Boulom située à 35 kilomètres au nord-ouest de Bol, aux environs de la localité de Nguéléa (fig. 1).

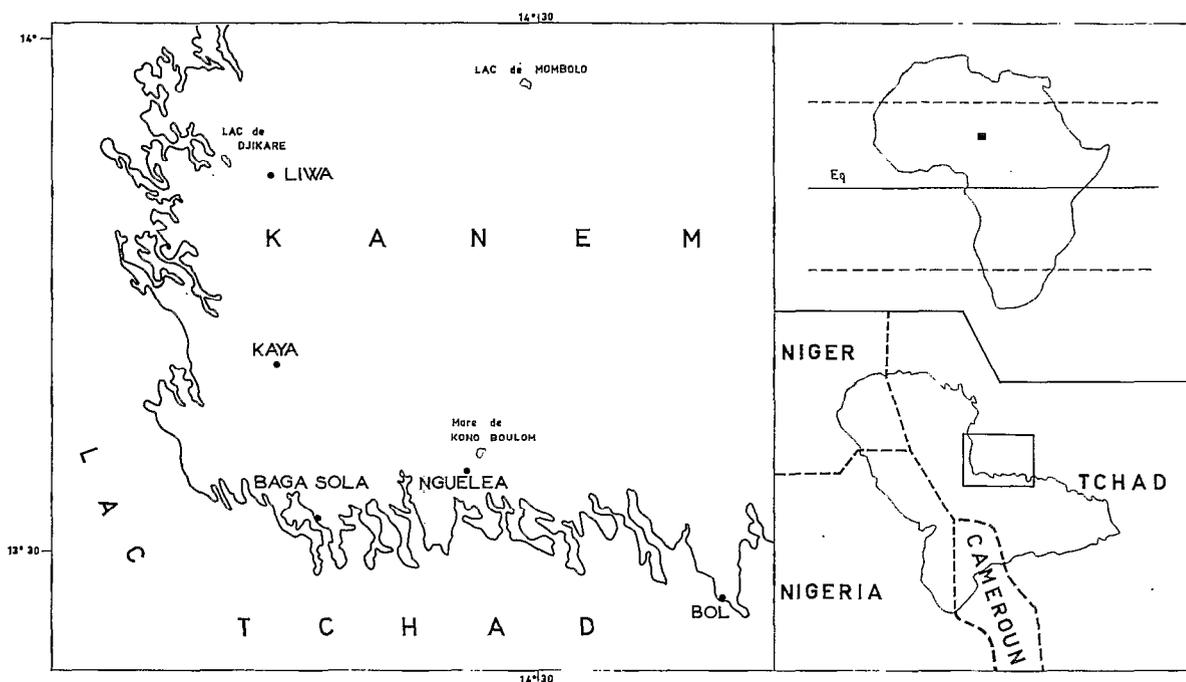


Fig. 1. — Carte de situation.

### 1. CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU

Les lacs étudiés présentent des teneurs en sels qui permettent de les classer dans les lacs mésosalins. Les eaux du lac de Djikare, le plus concentré, ont une conductibilité électrique moyenne à 25 °C de 16,2 millimhos, soit d'après les corrélations établies par MAGLIONE (1969) entre la conductibilité et le résidu sec à 105 °C, une concentration de 13 grammes par litre environ. La mare de Kono Boulom avait, lors de l'échantillonnage effectué, une conductibilité de 13.680 micromhos soit un résidu sec de 10 à 11 grammes par litre. Le lac de Mombolo enfin présente une conductibilité moyenne de 5.670 micromhos, soit une concentration de 4 grammes par litre environ. Si l'on s'en tient à la classification des eaux saumâtres établie par AGUESSE (1957), ce dernier milieu ne se range pas dans les lacs mésosalins dont les limites se situent à 5 et 16 grammes par litre de teneur en sel ; il rentre tout à fait par contre dans les limites (3 et 18 g/l) données par REMANE et SCHLIEPER (1958) en se classant dans la subdivision des eaux méio-mésosalines (3 à 10 g/l) tandis que les deux autres milieux se rangent dans les eaux pleiohalines (10 à 18 g/l).

Les profondeurs mesurées au cours des échantillonnages de plancton sont faibles ; au centre du lac, on a trouvé des valeurs entre 1,40 m et 2 m à Mombolo et entre 2,20 m et 2,50 m à Djikare. Au cours de l'année, le niveau passe par un minimum en fin juillet et atteint son maximum à la fin des pluies en septembre (fig. 2). Ensuite, le niveau diminue lentement puis la baisse devient plus rapide avec l'arrivée en mars de la saison chaude. A Djikare, situé à proximité

du lac Tchad, il existe en février une légère élévation de niveau correspondant à l'arrivée de l'onde de crue de ce lac véhiculée par la nappe dunaire.

Les variations annuelles de niveau sont importantes et la faiblesse des précipitations en 1967 n'a pas permis d'atteindre le niveau de l'année précédente ; le déficit est par exemple de 35 centimètres pour le lac de Mombolo. La conductibilité de l'eau varie en sens inverse du niveau des lacs dans les deux milieux étudiés (fig. 2). A Mombolo, l'amplitude des variations est de 1.617 micromhos (1,3 g/l environ) pour l'année 1967 et de 3.812 (3 g/l environ) pour toute la période considérée ; à Djikare l'amplitude est de 4.134 micromhos (3,5 g/l environ) pour l'année 1967 et de 4.338 (3,8 g/l environ) pour la période considérée.

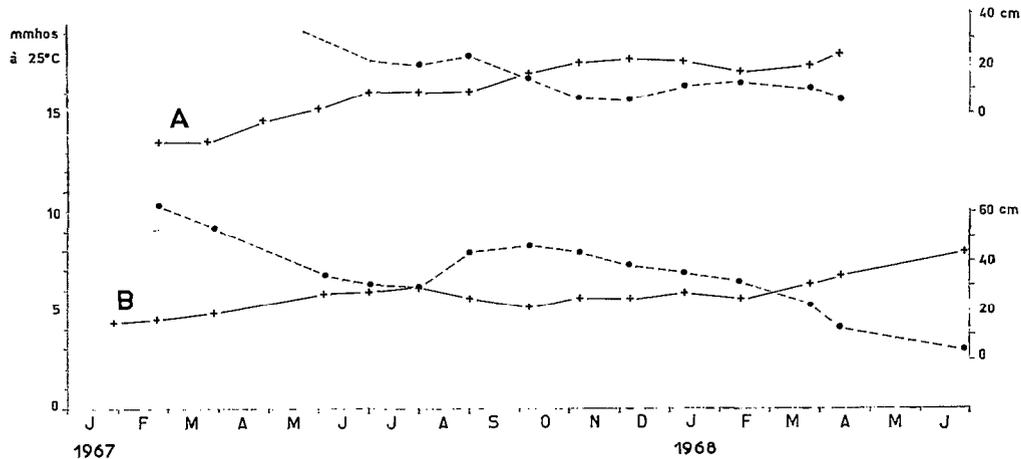


Fig. 2. — Variations de la conductibilité (en trait plein) et du niveau de l'eau (en tireté) dans le lac de Djikare (en haut) et dans le lac de Mombolo (en bas).

On se reportera aux données de l'étude sur les lacs permanents à Spirulines (ILTIS, 1969) pour les valeurs de la température de l'eau au cours de l'année. Durant les mesures faites en même temps que les échantillonnages de plancton, on a trouvé une valeur minimale de 18,6° à Djikare en février 1967 et une valeur maximale de 34,5° en avril.

La transparence, mesurée au disque de Secchi, est toujours très faible par suite de la forte densité du plancton. Elle varie entre 5 et 30 centimètres à Mombolo et 5 et 15 centimètres à Djikare où existe en permanence le plus fort développement algal.

Les pH sont toujours élevés. A l'occasion des prélèvements de plancton, on a trouvé des valeurs variant entre 9,7 et 10,2 dans les deux lacs (méthode colorimétrique Hellige).

La composition ionique des eaux de la nappe phréatique et des lacs du Kanem a été étudiée par MAGLIONE (1969). Les analyses chimiques effectuées (1) (tableau I) pour les deux lacs qui nous intéressent ici mettent en évidence le caractère hypercarbonaté sodique des eaux.

Comme anions, carbonates et bicarbonates sont dominants. Les sulfates sont peu représentés dans le lac de Mombolo, un peu plus abondants à Djikare. Les chlorures sont aussi en faible quantité. Parmi les cations, le sodium domine largement et le potassium est assez abondant ; calcium et magnésium sont mieux représentés dans le lac de Djikare qu'à Mombolo. La composition chimique relative varie sensiblement peu au cours de l'année (fig. 3), les eaux d'un milieu donné subissant seulement au cours des saisons de simples phénomènes de concentration et de déconcentration.

(1) Les analyses chimiques ont été effectuées au laboratoire de chimie du Centre O.R.S.T.O.M. de Fort-Lamy.

TABLEAU I  
Concentration en mé. l<sup>-1</sup>

	Ca	Mg	Na	K	Cl	SO <sub>4</sub>	CO <sub>3</sub>	CO <sub>3</sub> H
<i>Lac de Djikare</i>								
23-03-67.....	2,0	1,6	143	29,0	9,0	23,4	74,0	72,5
31-07-67.....	0,8	3,0	159	37,2	10,0	24,2	102,0	78,0
29-08-67.....	0,8	2,2	166	36,0	10,0	21,1	103,0	76,0
06-10-67.....	0,8	2,4	166	37,0	10,5	27,7	120,5	69,0
05-12-67.....	0,7	3,3	172	33,0	10,6	30,1	142,0	62,0
12-02-68.....	1,4	2,5	150	42,0	10,0	25,1	157,8	60,6
<i>Lac de Mombolo</i>								
28-01-67.....	0,3	0,3	37,0	11,6	4,5	0,2	35,0	10,0
29-03-67.....	0,3	0,3	38,5	12,5	4,9	0,2	16,0	34,5
03-06-67.....	0,5	0,3	48,8	15,2	5,9	0,2	30,4	33,6
29-06-67.....	0,2	0,5	44,0	16,1	5,2	0,3	36,4	36,4
01-08-67.....	0,4	0,3	45,0	17,2	5,0	0,5	29,0	37,0
29-08-67.....	0,3	0,2	42,0	15,3	5,5	0,2	32,0	26,0
06-10-67.....	0,2	0,2	37,5	14,0	5,0	0,3	31,0	25,3
05-11-67.....	0,4	1,2	46,0	14,5	5,5	0,3	34,0	28,0
07-12-67.....	0,3	0,3	48,6	14,8	4,9	—	33,4	28,6
12-02-68.....	0,2	0,1	54,0	16,0	4,9	0,1	31,3	31,4
29-06-68.....	0,1	0	54,4	15,7	6,2	0,4	42,0	25,0

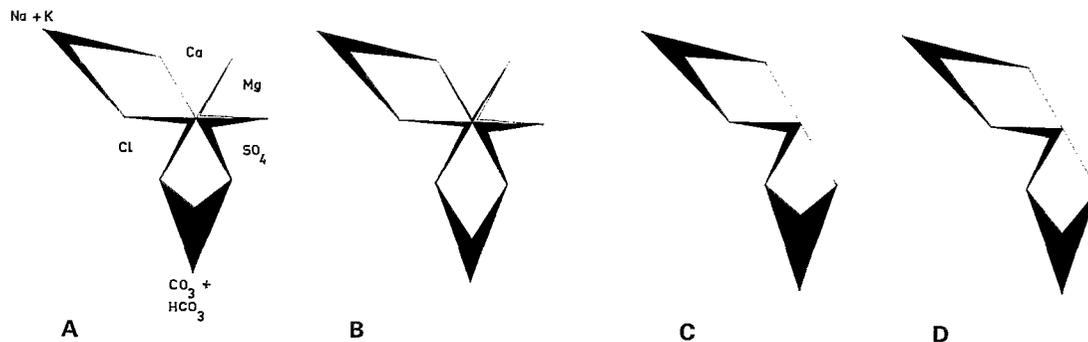


Fig. 3. — Diagrammes (Kufferath, 1951) de la composition chimique des eaux : A. à Djikare le 29-8-1967 (salinité = 13,4 ‰); B. à Djikare le 12-2-1968 (salinité = 14,5 ‰); C. à Mombolo le 29-8-1967 (salinité = 4 ‰); D. à Mombolo le 29-6-1967 (salinité = 5,9 ‰).

## 2. LISTES DES ESPÈCES INVENTORIÉES

Nous utilisons ici la nomenclature proposée par BOURRELLY (les Algues d'eau douce, 1966-1968-1970). L'inventaire a porté sur des échantillons récoltés de février 1967 à avril 1968 à Djikare, de janvier 67 à juin 68 à Mombolo et en décembre 1966 à Kono Boulom.

	Djikare	Mombolo	Kono Boulom
<b>CHLOROPHYTES</b>			
<i>Chlamydomonas</i> sp.....		+	+
<i>Oocystis</i> sp.....		+	
<i>Nephrochlamys subsolitaria</i> .....		+	
<i>Tetraedron minimum</i> .....		+	
<b>CHRYSOPHYTES</b>			
Chrysophycées			
<i>Sphaeroeca</i> sp.....	+	+	+
Diatomophycées			
<i>Melosira granulata</i> (débris).....	+	+	+
<i>Melosira granulata</i> var. <i>angustissima</i> (débris).....		+	+
<i>Cyclotella meneghiniana</i> .....		+	+
<i>Cyclotella ocellata</i> .....		+	+
<i>Stephanodiscus astraea</i> .....	+	+	+
<i>Coscinodiscus cf rothii</i> var. <i>sulsalsa</i> .....	+	+	+
<i>Synedra ulna</i> (débris).....		+	+
<i>Fragilaria construens</i> .....	+	+	+
<i>Fragilaria virescens</i> .....		+	+
<i>Eunotia tchirchiana</i> .....	+	+	+
<i>Cocconeis placentula</i> .....		+	
<i>Cocconeis placentula</i> var. <i>euglypta</i> .....		+	+
<i>Achnanthes hungarica</i> .....		+	+
<i>Achnanthes exigua</i> .....		+	+
<i>Mastogloia elliptica</i> var. <i>dansei</i> .....		+	+
<i>Caloneis bacillum</i> .....			+
<i>Caloneis bacillum</i> f. <i>inflata</i> .....		+	
<i>Diploneis ovalis</i> .....		+	+
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> .....	+	+	+
<i>Anomoeoneis sphaerophora</i> var. <i>guntheri</i> .....	+	+	+
<i>Navicula halophila</i> .....	+	+	+
<i>Navicula brasitiana</i> var. <i>platensis</i> .....		+	+
<i>Navicula cf. pseudomuralis</i> .....		+	+
<i>Navicula pupula</i> .....			
<i>Navicula pupula</i> f. <i>capitata</i> .....		+	
<i>Navicula gastrum</i> .....		+	+
<i>Navicula oblonga</i> .....			+
<i>Navicula cincta</i> var. <i>heustleri</i> .....		+	
<i>Pinnularia viridis</i> .....		+	
<i>Pinnularia gibba</i> var. <i>sancta</i> .....		+	+
<i>Pinnularia acrosphaeria</i> .....		+	+
<i>Pinnularia rullneri</i> .....		+	
<i>Pinnularia interrupta</i> var. <i>joculata</i> .....		+	
<i>Pinnularia borealis</i> .....		+	
<i>Amphora lybica</i> .....		+	+
<i>Amphora thermalis</i> .....		+	+
<i>Amphora coffeaeformis</i> .....			+
<i>Amphora pediculus</i> .....			+
<i>Cymbella mulleri</i> .....		+	+
<i>Cymbella parva</i> .....		+	+
<i>Cymbella turgida</i> .....		+	+
<i>Gomphonema longiceps</i> var. <i>subclavata</i> .....		+	+
<i>Gomphonema lanceolatum</i> .....		+	
<i>Gomphonema parvulum</i> var. <i>micropus</i> .....		+	+
<i>Gomphonema olivaceum</i> .....		+	+
<i>Gomphonema clevei</i> var. <i>javanica</i> .....		+	
<i>Epithemia argus</i> .....			+
<i>Epithemia zebra</i> .....		+	+
<i>Rhopalodia gibba</i> .....	+	+	+

	Djikare	Mombolo	Kono Boulom
<i>Rhopalodia gibberula</i> .....	+	+	+
<i>Denficula elegans</i> var. <i>africana</i> .....		+	
<i>Hantzschia amphioxys</i> .....			+
<i>Hantzschia amphioxys</i> f. <i>capitata</i> .....		+	+
<i>Nitzschia sigma</i> .....	+	+	+
<i>Nitzschia amphibia</i> .....	+	+	+
<i>Nitzschia palea</i> .....	+	+	+
<i>Nitzschia commutata</i> .....			+
<i>Nitzschia vitrea</i> f. <i>salinarum</i> .....		+	+
<i>Nitzschia dissipata</i> .....		+	+
<i>Nitzschia frustulum</i> .....		+	+
<i>Cymatopleura elliptica</i> .....			+
PYRRHOPHYTES			
<i>Cryptomonas</i> sp.....	+	+	
<i>Gymnodinium</i> sp.....	+	+	
CYANOPHYTES			
<i>Synechocystis aquatilis</i> .....		+	
<i>Synechocystis minuscula</i> .....	+	+	+
<i>Synechocystis salina</i> .....	+	+	
<i>Synechococcus ambiguus</i> .....	+	+	
<i>Synechococcus elongatus</i> .....	+	+	+
<i>Synechococcus salinarum</i> .....			+
<i>Merismopedia tenuissima</i> .....			+
<i>Microcystis salina</i> .....		+	
<i>Microcystis aeruginosa</i> .....		+	
<i>Microcystis elachista</i> .....		+	
<i>Microcystis elachista</i> var. <i>planctonica</i> .....		+	
<i>Aphanothece nidulans</i> .....		+	
<i>Dactylococcopsis raphidioides</i> .....		+	
<i>Chroococcus minutus</i> .....	+		
<i>Radiocystis geminata</i> .....	+		+
<i>Chroococciopsis cf. thermalis</i> .....	+	+	
<i>Nodularia harveyana</i> .....	+		
<i>Nodularia harveyana</i> var. <i>sphaerocarpa</i> .....			+
<i>Anabaena</i> sp.....	+		
<i>Anabaena thermalis</i> f. <i>rotundospora?</i> .....			+
<i>Anabaenopsis arnoldii</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria angustissima</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria annae</i> .....			+
<i>Oscillatoria boryana</i> .....	+		+
<i>Oscillatoria guttulata</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria brevis</i> .....	+	+	
<i>Oscillatoria trichoides</i> .....	+		+
<i>Oscillatoria simplicissima</i> .....	+		
<i>Oscillatoria lemmermannii</i> .....	+		+
<i>Oscillatoria okeni</i> .....	+		+
<i>Oscillatoria willei</i> .....	+		
<i>Oscillatoria pseudogeminata</i> .....		+	+
<i>Oscillatoria granulata</i> .....		+	
<i>Oscillatoria chlorina</i> .....		+	
<i>Oscillatoria chlorina</i> f. <i>major</i> .....		+	+
<i>Oscillatoria quadripunctulata</i> var. <i>unigranulata</i> .....		+	+
<i>Oscillatoria angusta</i> .....		+	
<i>Oscillatoria tenuis</i> .....		+	+
<i>Oscillatoria platensis</i> .....			+
<i>Oscillatoria platensis</i> var. <i>minor</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria laxissima</i> .....	+	+	+

	Djikare	Mombolo	Kono Boulom
<i>Oscillatoria oceanica</i> .....		+	+
<i>Oscillatoria</i> sp.....	+		
<i>Oscillatoria delicatissima</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria pseudolabyrinthiformis</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria oscillatorioïdes</i> .....	+	+	+
<i>Oscillatoria playfairii?</i> .....		+	
<i>Pseudanabaena africana</i> .....			+
<i>Lyngbya africanum</i> .....		+	+
<i>Lyngbya foveolarum</i> .....	+	+	+

### 3. REMARQUES SUR LA COMPOSITION QUALITATIVE DES PEUPELEMENTS

C'est dans le lac de Mombolo que la flore a été trouvée la plus variée, avec 92 taxons inventoriés contre 42 à Djikare et 78 à Kono Boulom. Les observations ayant été faites sur du matériel fixé, les flagellés n'ont pu être déterminés et l'étude d'échantillons vivants allongerait l'inventaire de quelques espèces pour les trois lacs. Comme pour les autres milieux natronés étudiés (ILTIS, *ibid.*), on remarquera l'abondance des Diatomées et des Cyanophycées (fig. 4). Les premières représentent en moyenne la moitié des taxons présents. Il est probable que le nombre des espèces vivant réellement dans ces milieux est légèrement inférieur à celui trouvé lors des examens microscopiques ; un certain nombre d'espèces présentes sous forme de débris (*Melosira granulata* et *Synedra ulna* par exemple) sont sans doute des restes de peuplements établis là lors d'une récente transgression du lac Tchad ou à des périodes de moindre salinité de ces milieux. Les algues bleues forment qualitativement 45 % en moyenne du peuplement. A Djikare, leur pourcentage atteint 62 %, le nombre des Diatomées étant relativement faible. La flore est donc ici d'un type très comparable à celui trouvé dans des lacs ayant une concentration en sels plus forte où l'on avait 33 à 64 % de Cyanophycées contre 21 à 57 % de Diatomées.

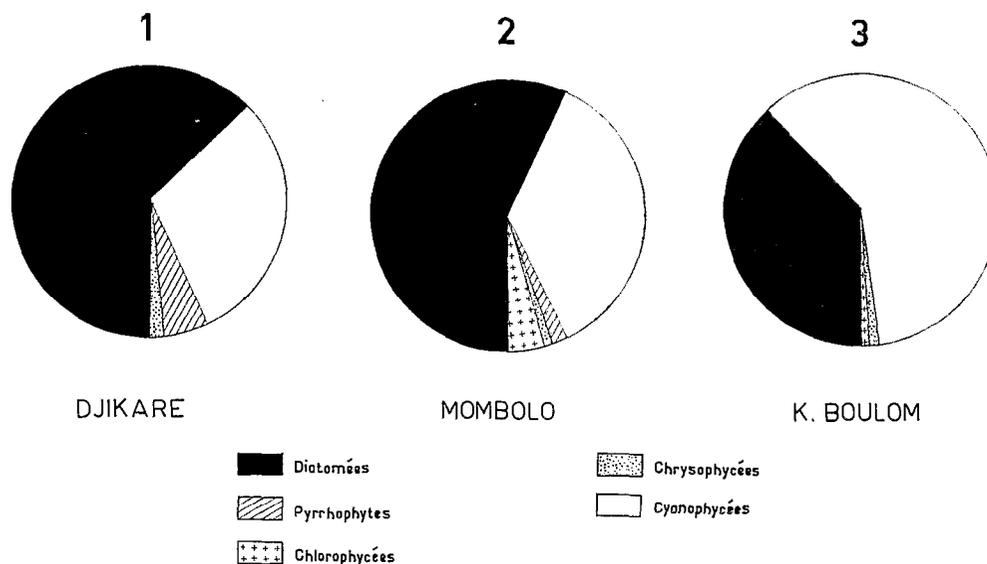


Fig. 4. — Composition qualitative du phytoplancton, 1 dans le lac de Djikare, 2 dans le lac de Mombolo, 3 dans la mare de Kono Boulom.

Parmi les algues bleues, les Oscillatoriacées sont le groupe le mieux représenté ; *Oscillatoria platensis* var. *minor* Rich est la plus abondante, la forme typique de l'espèce étant très rare. On trouve aussi en grande quantité six espèces des genres *Synechocystis* et *Synechococcus*, caractéristiques des eaux salées.

Chlorophytes, Chrysophycées et Pyrrophytes dans leur ensemble ne représentent en moyenne que 5 % des espèces inventoriées. En dehors de quelques formes unicellulaires, les Chlorophycées sont absentes de ces milieux.

L'allure générale du peuplement est identique à celle observée dans les milieux natronés étudiés jusqu'à maintenant. A côté de trois à quatre espèces présentant une forte densité et retrouvés à chaque échantillonnage, subsiste un nombre assez important d'espèces représentées par un nombre très faible d'individus.

#### 4. VARIATIONS SAISONNIÈRES DU PEUPLEMENT PLANCTONIQUE

Le plancton des lacs de Djikare et Mombolo a été prélevé mensuellement durant l'année 1967 et le début de 1968. Les prises ont été effectuées à quelques centimètres sous la surface à l'aide de piluliers et immédiatement formolées à 10 % environ avec du formol du commerce. Les méthodes utilisées pour l'étude des échantillons sont identiques à celles décrites dans les précédentes publications (ILTIS, *ibid.*). Les résultats sont exprimés en microlitres d'algue vivante par litre.

TABLEAU II  
Lac de Djikare

Dates	25.2 1967	23.3	26.4	1.6	29.6	31.7	29.8	6.10	5.11	6.12	10.1 1968	12.2	23.3	13.4
Espèces														
<i>Chroococciopsis</i> <i>cf. thermalis</i> .....	4,7	4,3	4,7	6,6	4,8	4,4	2,1	4,3	5,8	3,6	3,9	3,8	3,5	3,9
<i>Anabaenopsis ar-</i> <i>noldii</i> .....	19,8	23,8	20,0	19,0	21,5	21,0	15,6	16,5	42,0	30,4	41,2	40,0	34,6	28,4
<i>Oscillatoria laxis-</i> <i>sima</i> .....	0,2	0,2	3,8	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,0	0,1	0,1
<i>O. platensis</i> var. <i>minor</i> .....	460	495	490	506	471	570	478	493	729	739	729	558	664	595
Total.....	484,7	523,3	518,5	531,9	497,6	595,7	495,9	514,0	777,0	773,2	774,2	601,8	702,2	627,4

Lac de Mombolo

Dates	28.1 1967	25.2	26.3	3.6	29.6	1.8	29.8	6.10	6.11	7.12	9.1 1968	12.2	23.3	13.4	29.6
Espèces															
<i>Navicula halophila</i> ...	3,1	6,1	1,8	26,8	57,2	82,4	63,2	12,5	0,2	0,9	0,9	0,8	0,7	0,6	1,2
<i>Synechocystis plur.</i> sp..	64,3	62,8	46,7	71,6	144	199	122	207	67,8	114	26,8	7,2	0,3	0,4	0,0
<i>Dactylococcopsis</i> .....	17,2	12,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Chroococciopsis cf.</i> <i>thermalis</i> .....	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	0,4	0,5	0,3	0,7	0,9	2,0	10,5
<i>Anabaenopsis arnoldii</i> .	6,4	7,1	2,0	19,5	24,7	18,0	10,6	27,1	14,9	67,7	77,0	92,0	103	122	55,7
<i>Oscillatoria laxissima</i> ..	3,9	4,5	5,0	6,2	2,9	1,1	0,4	0,6	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,3
<i>O. platensis</i> var. <i>minor</i> .	7,1	2,0	2,3	6,3	8,4	9,1	11,7	47,7	50,6	55,7	92,4	159	148	187	111
Total.....	102,0	95,0	58,2	130,4	237,2	309,6	208,2	295,2	134,0	239,0	197,6	259,9	253,0	312,1	178,7

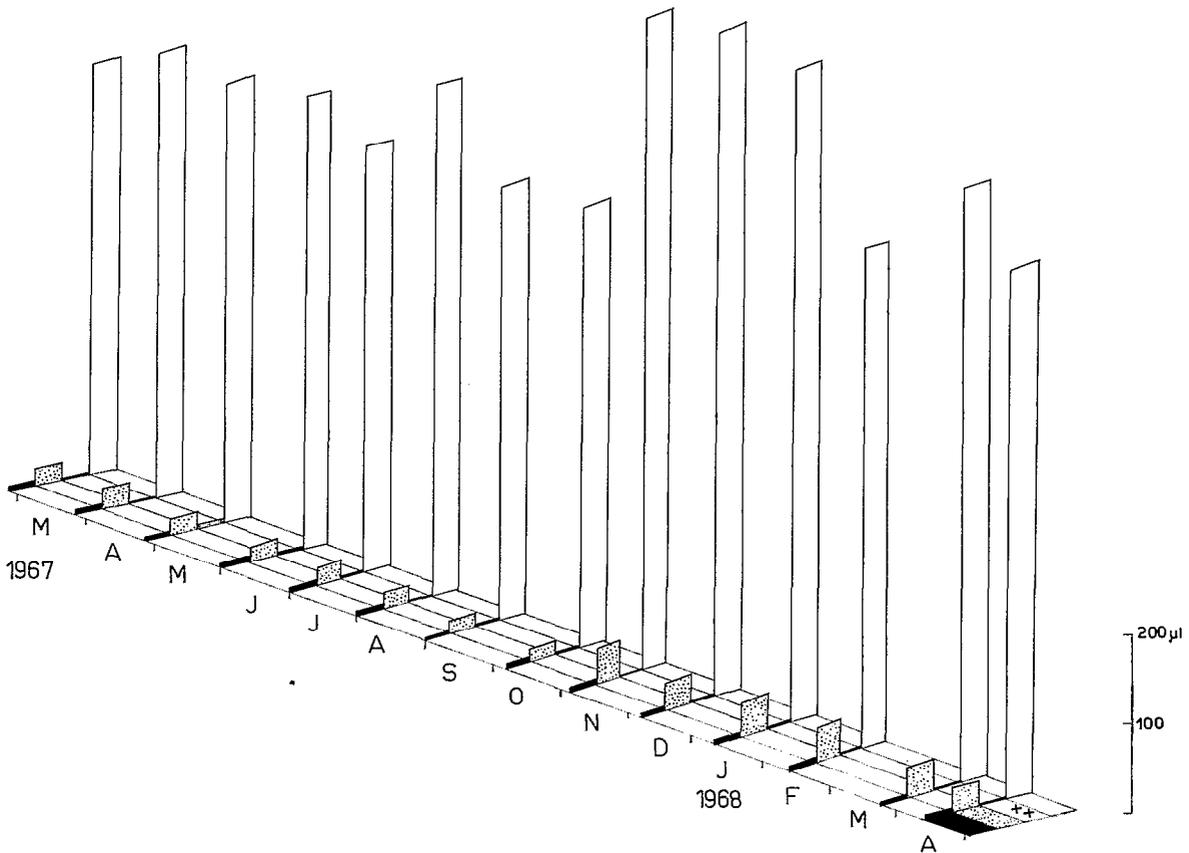


Fig. 5. — Variations saisonnières du phytoplancton dans le lac de Djikare.

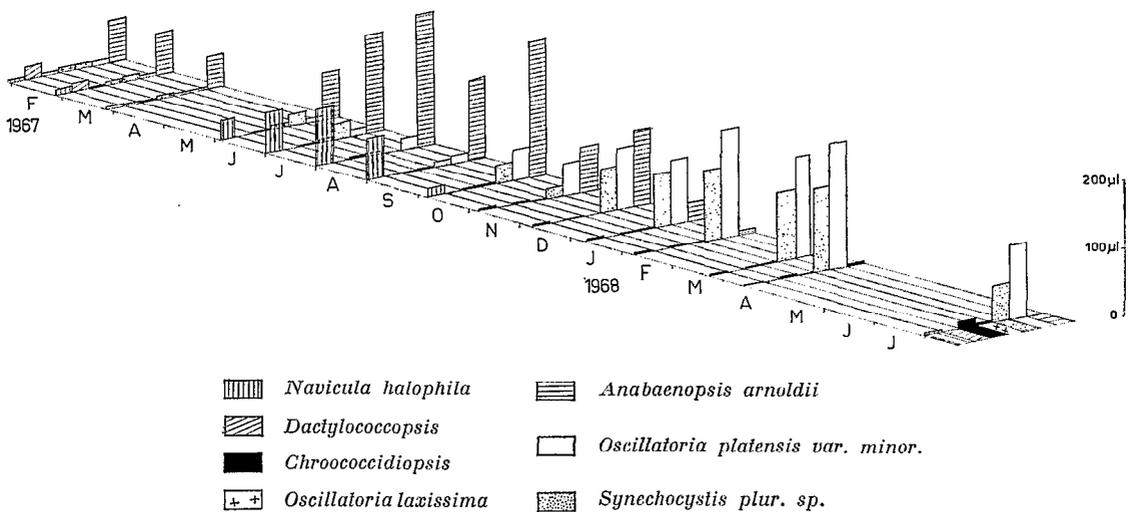


Fig. 6. — Variations saisonnières du phytoplancton dans le lac de Mombolo. La représentation des espèces est identique à celle de la figure 5.

Dans le lac de Djikare (fig. 5), le nombre des espèces atteignant une biomasse appréciable (plus de 2  $\mu$ l/litre) à un quelconque moment de l'année est faible. Durant toute la période étudiée, *O. platensis* var. *minor* forme la majeure partie du peuplement phytoplanctonique ; la densité reste élevée toute l'année et aucune autre espèce n'entre en concurrence avec elle. Les densités les plus faibles se situent en février 1967 et les plus fortes en novembre, décembre 1967 et janvier 1968. Des valeurs assez faibles se situent d'août à octobre. *Anabaenopsis arnoldii* est l'espèce la plus dense après *O. platensis* var. *minor*, la biomasse varie entre 15,6 et 42 microlitres par litre. Là aussi, des valeurs assez faibles existent d'août à octobre tandis que les densités les plus fortes se situent en novembre, décembre, janvier, février. *Oscillatoria laxissima* n'existe en quantité appréciable qu'en avril 1967. *Chroococcidiopsis* forme un peuplement assez stable toute l'année ; on observe un maximum en juin et un second en novembre.

Les variations de la biomasse algale totale suivent sensiblement celles du peuplement à *O. platensis* var. *minor*. Elle reste assez stable durant les dix premiers mois de l'année 1967, puis atteint des valeurs plus élevées en novembre, décembre et janvier, elle décroît ensuite jusqu'en avril 1968. La moyenne pour la période étudiée est de 602  $\mu$ l.

Dans le quatrième lac de Mombolo (fig. 6), le phytoplancton, plus varié, est sujet à des variations plus importantes que dans le lac précédent. *Navicula halophila* est assez abondant en début 1967, le peuplement s'accroît jusqu'en août ; il décroît ensuite rapidement et devient très clairsemé à partir de novembre. *Dactylococcopsis* et *Chroococcidiopsis* n'existent en quantité importante qu'en janvier-février 1967 pour le premier, à partir d'avril 1968 pour le second. *Oscillatoria laxissima* n'est trouvé en quantité relativement importante que durant la première partie de 1967, ensuite son pourcentage est négligeable. *Anabaenopsis arnoldii* et *O. platensis* var. *minor* ont des variations quantitatives sensiblement parallèles durant la période étudiée. Le biovolume de chacune de ces deux espèces s'accroît jusqu'en avril 1968 et passe de 6 en janvier 1967 à plus de 100 microlitres par litre. Dans le dernier prélèvement en fin juin 1968, leur densité a légèrement décliné. Les différentes espèces de *Synechocystis* forment un peuplement qui est à certains moments très dense ; c'est le cas durant toute la seconde partie de l'année 1967 où elles forment plus de 50 % de la biomasse. A partir de 1968, leurs proportions dans le phytoplancton décroissent et elles n'existent plus qu'en proportion négligeable à partir de fin mars.

A Mombolo, la biomasse algale totale est relativement faible (60 à 130  $\mu$ l/l) durant la première moitié de l'année 1967, elle s'accroît durant la saison des pluies pour atteindre 200 à 300 microlitres de juillet à octobre. Après un minimum (134  $\mu$ l) en novembre, elle s'accroît ensuite régulièrement jusqu'en avril. La moyenne pour la période étudiée est de 201  $\mu$ l.

La mare de Kono Boulom, au cours de l'échantillonnage effectué en décembre 1966, présente un peuplement assez analogue à celui du lac de Djikare. Avec une densité de 326,6 microlitres par litre, *Oscillatoria platensis* var. *minor* est de loin dominant, *Anabaenopsis arnoldii* est trouvé à raison de 2,3 microlitres par litre et *Chlamydomonas* sp. 4,4 microlitres. Des Oscillatoriacées autres que *O. platensis* var. *minor* existent en nombre assez important mais leur biovolume total n'atteint pas un microlitre par litre.

## CONCLUSIONS

Les observations effectuées durant plus d'une année sur le phytoplancton de ces deux lacs mettent en évidence l'absence de rythme saisonnier aussi bien dans les variations qualitatives que quantitatives. Dans le lac de Djikare, un peuplement qualitativement stable existe durant toute la période étudiée. Quantitativement, une faible augmentation de la biomasse est observée à partir de novembre. A Mombolo, plusieurs espèces se développent et les valeurs maximales pour la biomasse de chacune se succèdent sans qu'un rythme saisonnier puisse être discerné ;

le peuplement algal au début de 1968 n'a pas de ressemblances avec celui de janvier-février 1967. Ainsi *Dactylococcopsis raphidioïdes* atteint son maximum en janvier 1967, *Navicula halophila* et *Synechocystis* en août, *Anabaenopsis arnoldii* et *O. platensis var. minor* en avril 1968.

Dans le premier cas, l'allure du peuplement est à rapprocher par sa stabilité de celle existant dans un lac polyhalin voisin, le lac de Bodou ; l'étude de ce milieu (ILTIS, *ibid.*) a montré la présence tout au long de l'année d'un peuplement dense et presque exclusif à *O. platensis* forme typique. On peut donc avancer que ces deux lacs se trouvent dans des conditions optimales pour le développement et le maintien d'un biovolume important, l'un de *O. platensis*, l'autre de la variété *minor* de cette espèce. Comme dans le lac de Bodou avec l'espèce typique, des amas de petites Spirulines se forment à certaines époques à Djikare le long des rives exposées aux vents dominants. Il est probable que le même type de peuplement stable existe tout au long de l'année à Kono Boulom.

Dans le second cas, parmi les facteurs qui peuvent être causes des variations observées, se trouve l'augmentation de la concentration en sels qui passe, durant la période étudiée, de 3 à 6 grammes par litre. On peut ainsi supposer que le milieu évolue lentement vers une teneur en sels dissous favorable au développement de *O. platensis var. minor*, espèce formant au moins 60 % du peuplement total au cours des derniers mois étudiés. Le zooplancton composé uniquement de quatre espèces de Rotifères (*Brachionus dimidiatus*, *B. plicatilis*, *Hexarthra jenkinsae*, *Cephalodella elmenteila*) ne paraît avoir qu'une action négligeable dans les variations du phytoplancton, une seule de ces quatre espèces, *B. plicatilis*, étant connue pour se nourrir de Cyanophycées coccoïdes (POURRIOT *et al.*, 1967) et la densité de leur peuplement étant relativement faible.

La densité du phytoplancton est la plus forte dans le lac le plus concentré en sels. Le biovolume algal moyen est de 603 microlitres par litre à Djikare (salinité 13 g/l), de 367 dans la mare de Kono Boulom (salinité 10 g/l) lors de l'échantillonnage de décembre 1966 et de 201 dans le quatrième lac de Mombolo où la teneur moyenne en sel est de 4 grammes par litre. Cette constatation rejoint les observations effectuées sur les lacs polyhalins du Kanem étudiés précédemment. Parallèlement à ce phénomène, on observe une diminution du nombre d'espèces présentes, à mesure que la teneur en sel augmente, de 92 à Mombolo à 42 à Djikare. Le nombre des espèces atteignant une densité supérieure à deux microlitres par litre dans au moins un des prélèvements est de sept dans le lac le moins concentré et de quatre à Djikare. Il est de trois dans la mare de Kono Boulom.

Enfin, la dominance des Cyanophycées au point-de-vue quantitatif est très marquée. Elles forment en toutes saisons pratiquement la totalité du biovolume algal à Djikare. A Kono Boulom, en décembre 1966, elles constituent 98,5 % du biovolume, le reste étant constitué de Volvocales. A Mombolo, les Myxophycées forment plus de 90 % du peuplement sauf durant une période de trois mois, de début juin à fin août 1967, où les Diatomées constituent jusqu'à 33 % du biovolume algal. Chez les Cyanophycées, *O. platensis var. minor* forme 93 % du biovolume à Djikare et 98 % à Kono Boulom. A Mombolo, le pourcentage oscille entre 2 et 70 %. Cette variété peut donc être considérée comme caractéristique des lacs mésosalins et ses proportions dans le peuplement s'accroissent en même temps que la concentration en sels. En vue de son utilisation éventuelle dans l'alimentation, la composition de cette variété serait intéressante à comparer à celle de l'espèce typique consommée par les populations locales et dont la teneur en protéines est importante.

*Manuscrit reçu le 3 mars 1971.*

## BIBLIOGRAPHIE

- AGUESSE (O.), 1957. — La classification des eaux poikilohalines, sa difficulté en Camargue, nouvelle tentative de classification. *Vie Milieu*, 8, 4, 341-365.
- BOURRELLY (P.), 1966-1968-1970. — Les Algues d'eau douce, Tome I. Les Algues vertes, Tome II. Les Algues jaunes et brunes, Tome III. Les Algues bleues et rouges. N. Boubée et C<sup>ie</sup> Paris, 576 p., 118 pl. ; 438 p., 114 pl. ; 512 p., 137 pl.
- COMPÈRE (P.), 1967. — Algues du Sahara et de la région du lac Tchad. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 37, 2, 109-288.
- DESIKACHARY (T. V.), 1959. — Cyanophyta. *Indian Council. Agric. Res. New Delhi*, 686 p., 139 pl.
- DUSSART (B.), 1966. — Limnologie. Gauthier-Villars. Paris, 677 p., 100 fig., 29 pl.
- FREMY (P.), 1930. — Les Myxophycées de l'Afrique Équatoriale française. *Arch. Bot. (Caen). Mem.*, 3 (2), 508 p., 362 fig.
- GEITLER (L.), 1932. — Cyanophyceae, in *Rabenhorst, L. Kryptogamen Flora*, éd. 2, 14, 1196, p. 780 fig.
- GUERMEUR (P.), 1954. — Diatomées de l'A.O.F. (Première liste Sénégal) *I.F.A.N.*, Catalogues, 12, 137 p., 24 pl.
- HUSTEDT (F.), 1930. — Bacillariophyta, in *Pascher, A. Süßwasser Flora*, 10, éd. 2, 466 p.
- HUSTEDT (F.), 1938. — Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeen Flora von Java, Bali und Sumatra. *Arch. Hydrobiol.*, Suppl., 15, pp. 131-177, 187-295, 393-506, tabl.
- HUSTEDT (F.), 1949. — Exploration du Parc National Albert. Mission Damas, 1935-1936. Süßwasser Diatomeen. Bruxelles, 8, 199 p., tabl.
- ILTIS (A.), 1968. — Tolérance de salinité de *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl., dans les mares natronées du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, II, 3-4, 119-125.
- ILTIS (A.), 1969. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) I. Les lacs permanents à Spirulines. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 2, 29-44.
- ILTIS (A.), 1969. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad). II. Les mares temporaires. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 3-4, 3-19.
- ILTIS (A.), 1970. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) III. Variations annuelles du plancton d'une mare temporaire. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IV, 2, 53-59.
- ILTIS (A.), 1970. — Phytoplancton des eaux natronées du Kanem (Tchad) IV. Note sur les espèces du genre *Oscillatoria*, sous-genre *Spirulina* (Cyanophyta). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, IV, 3-4, 129-134.
- ILTIS (A.), 1971. — Note sur *Oscillatoria* (sous-genre *Spirulina*) *platensis* (Nordst.) Bourrelly (Cyanophyta) au Tchad. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, V, 1, 53-72.
- KUFFERATH (J.), 1951. — Représentation graphique et classification chimique rationnelle en types des eaux naturelles. *Bull. Inst. roy. Sci. Nat. Belg.*, 27, 43-44-45, 22 p.
- LÉONARD (J.), COMPÈRE (P.), 1967. — *Spirulina platensis* (Gom.) Geitl., algue bleue de grande valeur alimentaire par sa richesse en protéines. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 37, 1, Suppl., 23 p.
- MAGLIONE (G.), 1969. — Premières données sur le régime hydrogéochemique des lacs permanents du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 1, 121-141.
- MULLER (O.), 1899. — Bacillariaceen aus den Natronthalern von El Kab (Ober. Agypten). *Hedwigia*, 38, 274-321, 3 pl.
- POURRIOT (R.), ILTIS (A.), LÉVÊQUE-DUWAT (S.), 1967. — Le plancton des mares natronées du Tchad. *Internation. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 52, 4, 535-543.
- REMANE (A.), SCHLIEPER (C.), 1958. — Die Biologie des Brackwassers. *Die Binnengewässer.*, 22, 348 p.
- RICH (F.), 1932. — Reports on the Percy Sladen Expedition to some Rift Valley Lakes in Kenya in 1929. IV. Phytoplankton from the Rift Valley Lakes in Kenya. *Ann. Mag. Nat. Hist.*, sér. 10, 10, 233-262.
- SOURNIA (A.), FRONTIER (S.), 1967. — Terminologie des phénomènes liés au temps en écologie. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, Paris, 2<sup>e</sup> sér., 39, 5, 1001-1002.
- THOMASSON (K.), 1960. — Ett fall av tropisk vattenblomning. *Bot. Not.*, 113, 2, 214-216.
- VAN MEEL (L.), 1954. — Le phytoplancton. Exploration Hydrobiologique du lac Tanganika 1946-1947. *Inst. roy. Sci. nat. Belg.*, 4, 1, 681 p., 78 pl.