

PHYTOPLANCTON DES EAUX NATRONÉES DU KANEM (Tchad)

I. LES LACS PERMANENTS A SPIRULINES

par A. ILTIS*

RÉSUMÉ

Les variations du phytoplancton de deux lacs natronés ont été suivies durant plus d'une année. Un inventaire des espèces présentes a été dressé. L'analyse qualitative des peuplements et en particulier du peuplement à Spirulina platensis a été effectuée.

SUMMARY

The variations of the phytoplankton of two alkaline lakes has been studied during about fifteen months. A taxonomical list of present species has been established. Observations on qualitative, quantitative composition of plankton are made and particularly about the density of Spirulina platensis.

1. INTRODUCTION

Les deux pièces d'eau étudiées sont les lacs de Rombou et de Bodou dans le Kanem, région qui borde les rives nord-est du lac Tchad (fig. 1).

La première se trouve au centre du Kanem à onze kilomètres ouest-sud-ouest de Mao. Situé dans le fond d'une dépression interdunaire orientée nord-sud, ce lac mesure environ cinq cents mètres de long sur deux cent cinquante mètres de large. La profondeur au centre est de l'ordre d'un mètre**. Les rives sont occupées par une ceinture de *Phragmites* de plusieurs mètres de large

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

** Malgré la faible profondeur des milieux étudiés, l'appellation de lac est utilisée ici suivant la nomenclature employée par DUSSART (1966).

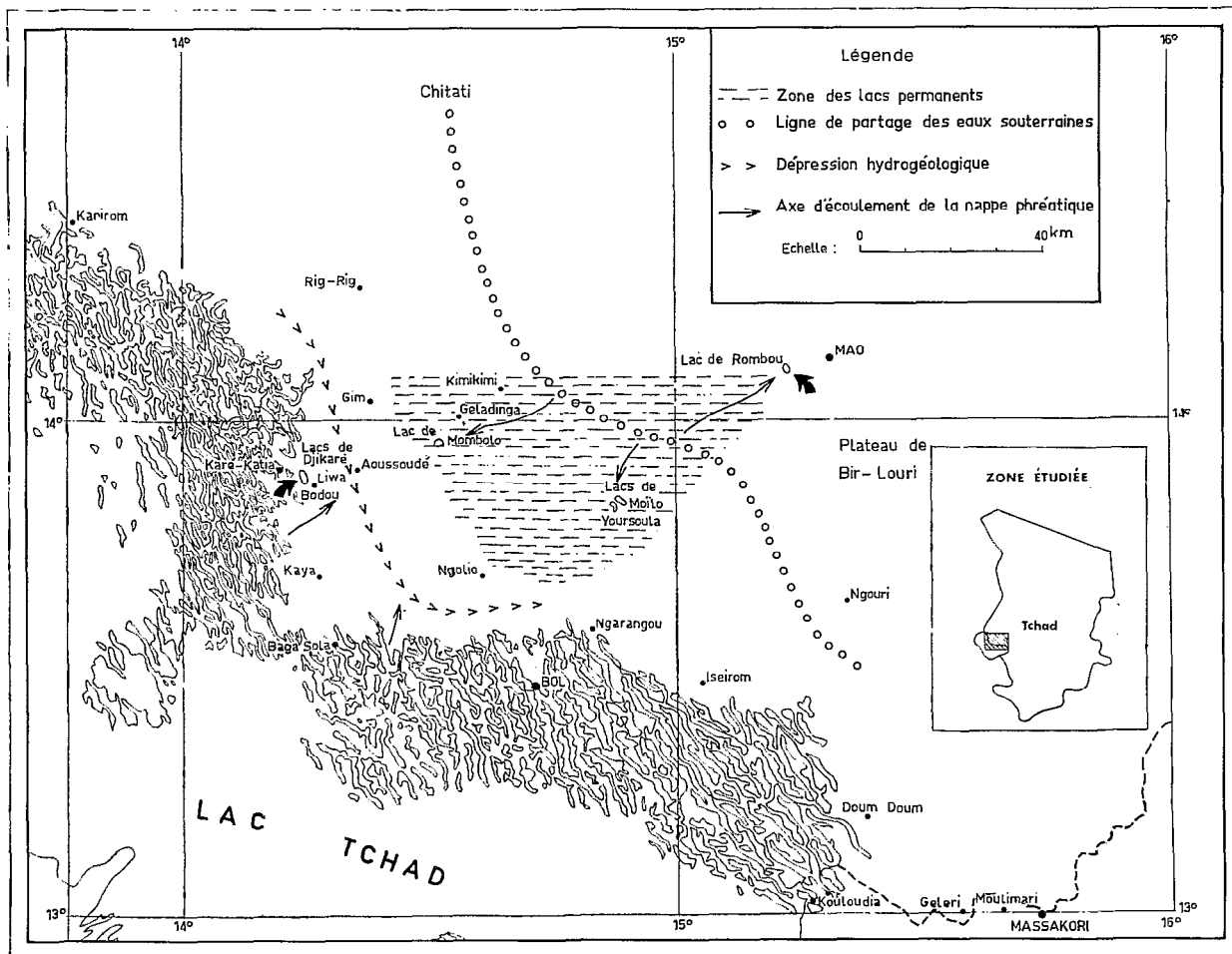


Fig. 1. — Carte de situation (d'après G. Maglione).

où l'on trouve par endroits quelques rares touffes de *Typha*. C'est dans ce lac qu'ont été prélevées les souches utilisées par l'Institut Français du Pétrole pour les études sur les cultures de *Spirulina* « maxima » (ZARROUK, 1966). A certaines époques, quelques habitants du village voisin y récoltent les spirulines montées en surface et accumulées sous l'action du vent en une « soupe » épaisse le long des rives. Le produit séché au soleil, est vendu sous le nom local de « dihé » ; il est utilisé couramment dans la composition des aliments préparés par les habitants du Kanem où *Spirulina platensis* est abondant dans de nombreux petits lacs et « ouadis » natronés.

Le lac de Bodou est situé à trois kilomètres à l'ouest de Liwa, entre cette localité et les anses terminales du lac Tchad. C'est un lac orienté nord-sud d'environ mille cinq cents mètres de long sur cinq cents de large.

Alimenté par la nappe phréatique du lac Tchad dont il n'est éloigné que de deux kilomètres, il est peu profond, de l'ordre d'un mètre cinquante au maximum, et, en 1950, période de bas niveau du lac Tchad, il était complètement asséché. Les rives sont dégagées et l'abord est facile ; seul un petit souchet, *Cyperus laevigatus*, s'est établi sur les rives à la limite des eaux et du sable. Sur le côté ouest du lac existent des amas formés par des concrétions calcaires. Les spirulines, malgré leur abondance, ne semblent pas être récoltées dans ce lac.

Des prélèvements réguliers ont été effectués, à partir de décembre 1966 pour Rombou, de février 1967 pour Bodou, jusqu'en juin 1968 à raison d'un prélèvement par mois (l'éloignement du laboratoire de Fort-Lamy et les difficultés de déplacement dans ces régions n'ont pas permis des échantillonnages plus rapprochés). Un inventaire préliminaire du plancton présent à Rombou a été effectué en mars 1963 (POURRIOT *et al.*, 1967).

2. CARACTÉRISTIQUES DU MILIEU

Une étude hydrogéochimique des lacs permanents du Kanem a été conduite par MAGLIONE (1969) en même temps que cette étude. On pourra donc se reporter aux premières données publiées sur le régime hydrologique et hydrochimique des deux lacs étudiés. Nous ajouterons ici quelques renseignements écologiques recueillis à l'occasion des échantillonnages de plancton.

En ce qui concerne le niveau des eaux, le lac de Rombou est alimenté directement par les pluies annuelles (388 mm en 1967) et indirectement par l'écoulement de la nappe du Chitati.

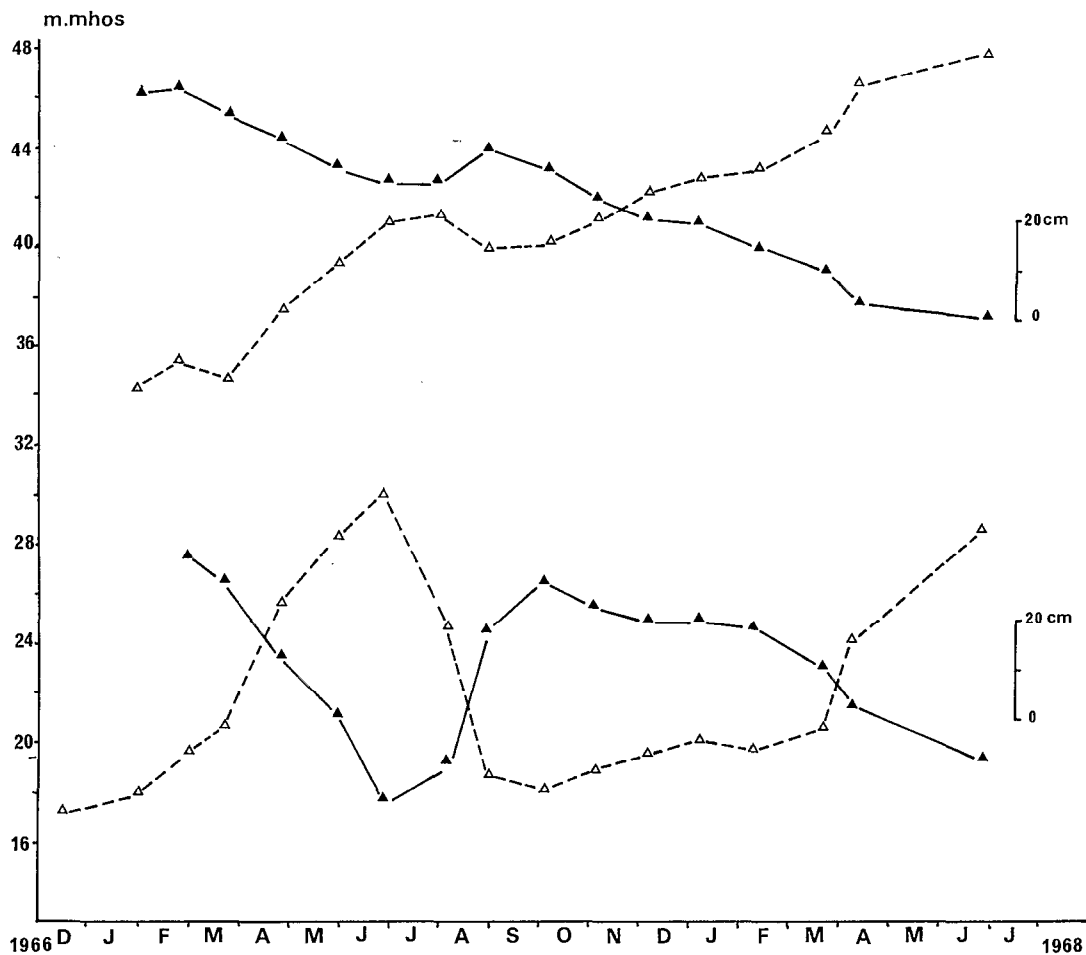


Fig. 2. — Variations de la conductivité (en tireté) et du niveau de l'eau (en trait plein) dans le lac de Bodou (en haut), dans le lac de Rombou (en bas).

Les basses eaux se situent en juillet et les hautes eaux à la fin du mois de septembre, l'amplitude des variations est de l'ordre de 40 à 50 cm. A Bodou, le niveau est à son minimum en juillet, il atteint son maximum après les pluies du mois d'août, il décroît ensuite lentement jusqu'à l'étiage. L'élévation de la nappe phréatique due à la période de hautes eaux du lac Tchad en décembre-janvier se traduit par un palier à peine marqué (fig. 2).

La concentration en sels des milieux a été calculée à partir de mesures de la conductibilité électrique ; un conductimètre Philips PR. 9500 a été utilisé et les résultats ont été rapportés à 25 °C (fig. 2). La conductibilité varie normalement en sens inverse du niveau de remplissage des lacs. A Rombou, durant la période étudiée, la conductibilité a varié entre 17,2 et 30,3 m-mhos (soit approximativement entre 13 et 26 g de sel par litre) avec une moyenne pour l'année 1967 de 21,9 m-mhos (18 g) et à Bodou, entre 34,4 et 47,8 m-mhos (soit approximativement entre 32 et 55 g par litre) avec une moyenne de 39,1 m-mhos (39 g) pour 1967. La courbe figurée par MAGLIONE (1969) établie au laboratoire d'analyses chimiques de l'O.R.S.T.O.M. à Fort-Lamy à partir d'échantillons d'eau rapportés du Kanem permet de convertir en poids de sel présent par litre les données obtenues en micromhos par centimètre.

En de rares périodes de faible densité planctonique, les eaux sont de couleur brune et laissent voir le fond. La plupart du temps, le développement massif des cyanophycées fait que le disque de Secchi disparaît à 5 cm de la surface dans le lac de Bodou et entre 10 à 15 cm à Rombou, le milieu ayant une teinte verte très marquée ; l'eau est visqueuse au toucher et laisse en séchant une mince pellicule blanche de carbonate naturel de soude ou natron.

Les pH sont élevés, de l'ordre de 10,0 à 10,3 à Rombou, de 10,2 à 10,4 à Bodou. Les mesures ont été faites au comparateur Hellige.

Les températures du milieu étaient en général relevées dans chacun des lacs au moment des prélèvements. A Bodou, les températures trouvées varient entre 18° 0 le 10/1/68 à 7 h 45 et 33°8 le 29/6/67 à 10 h 45. A Rombou, elles varient entre 17°6 le 8/2/68 à 9 h et 31°9 le 27/6/67 à 17 h 10. Pour préciser ces données, nous reproduisons ici des renseignements obtenus par le service climatologique de l'O.R.S.T.O.M. à la station de Bol-Matafo dans le sud du Kanem. Ils concernent les températures prises durant l'année 1967 dans un bac d'évaporation enterré de 50 cm de profondeur, températures qui correspondent sensiblement à celles existant dans les pièces d'eaux naturelles peu profondes (fig. 3).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Air												
moy. mens.	18,8	22,5	24,4	29,2	29,1	28,4	28,9	29,7	28,8	28,1	23,2	22,4
Eau												
min. abs.	14,2	15,3	17,1	20,5	24,0	24,2	25,3			21,2	15,4	15,8
max. abs.	26,1	28,7	30,0	33,5	34,5	34,2	34,5			30,7	29,6	29,1
moy. 7 h	16,3	18,7	20,4	24,7	26,1	27,7	27,6	27,6	27,6	22,2	18,8	17,4
moy. 13 h	21,9	24,6	26,0	30,2	32,4	32,6	31,8	31,9	33,4	29,2	25,8	24,8
moy. 19 h	21,9	23,9	25,4	29,7	31,5	31,9	31,0	30,9	31,8	27,3	23,5	22,4
Moy.	19,1	21,3	22,9	27,2	28,8	29,8	29,3	29,3	29,7	24,7	21,1	19,9

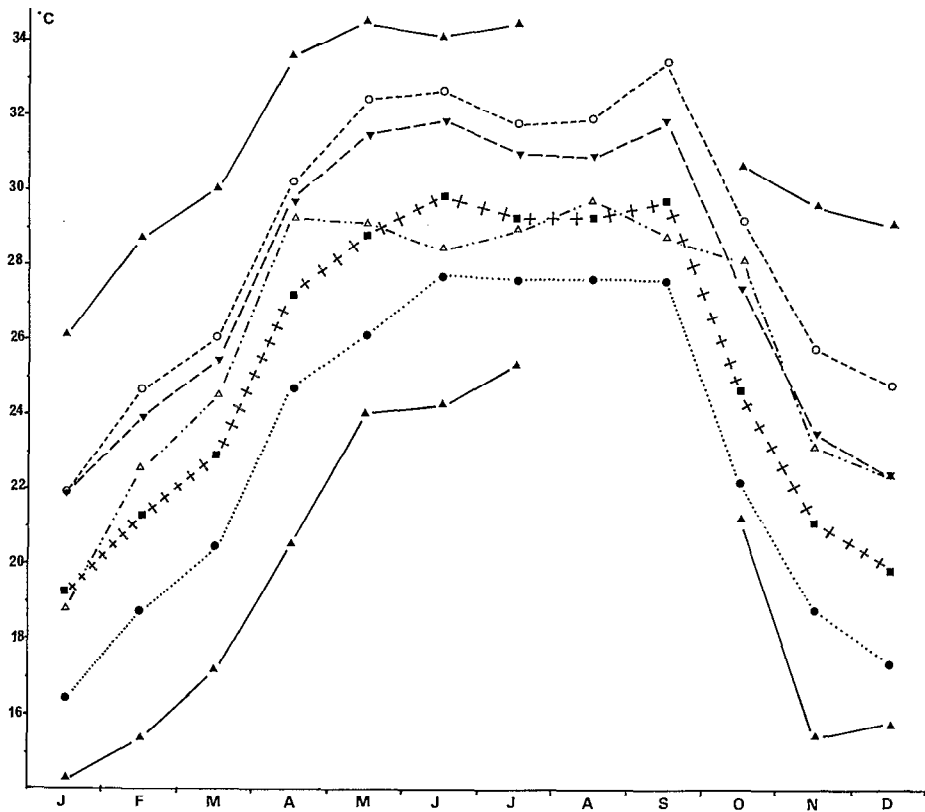


Fig. 3. — Variations saisonnières de la température dans le bac enterré de la station de Bol-Matafo durant l'année 1967.

- Max. absolus.
- Min. absolus.
- Moyennes des températures de l'eau à 7 h.
- - - - - Moyennes des températures de l'eau à 13 h.
- · - · - Moyennes des températures de l'eau à 19 h.
- + + + + + Moyennes mensuelles des températures de l'eau.
- - - - - Moyennes mensuelles des températures de l'air.

Les temps d'insolation sont importants et l'on a relevé à la station climatologique de Bol-dune les moyennes journalières suivantes au cours de l'année 1967 exprimées en dixièmes d'heures :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	moy. ann.
97,6	101,1	87,4	98,2	101,1	92,2	87,6	62,2	82,1	102,5	100,2	94,0	92,1

3. LISTE DES ESPÈCES INVENTORIÉES

Lac de Bodou.

CHRYSTOPHYTES

Chrysophycées : *Sphaeroeca* sp.

Diatomophycées : *Melosira granulata* (débris).
Anomoeoneis sphaerophora.
Anomoeoneis sphaerophora var. *güntheri*.
Amphora libyca.

CYANOPHYTES

: *Spirulina labyrinthiformis*.
Spirulina major.
Spirulina platensis.
Spirulina subsalsa.
Spirulina subtilissima.
Oscillatoria guttulata.
Oscillatoria lemmermannii.
Oscillatoria willei.
Oscillatoria sp.
Anabaenopsis arnoldii.
Phormidium foveolarum.
Microcoleus tenerrimus.

PYRROPHYTES

: *Gymnodinium* sp.
Cryptomonas sp.

Lac de Rombou.

CHLOROPHYTES

: *Pyramimonas* sp.
Oocystis sp.

CHRYSTOPHYTES

Chrysophycées : *Sphaeroeca* sp.

Diatomophycées : *Melosira granulata* (débris).
Cyclotella meneghiniana.
Stephanodiscus astraea.
Coscinodiscus cf. *plicatus*.
Synedra sp. (débris).
Eunotia sp.
Cocconeis placentula var. *euglypta*.
Caloneis bacillum.
Mastogloia smithii.
Mastogloia smithii var. *lacustris*.
Anomoeoneis sphaerophora.
Anomoeoneis sphaerophora var. *güntheri*.
Navicula gastrum.
Navicula cf. *lanceolata* var. *phyllepta*.

Navicula halophila.
Navicula oblonga.
Navicula pupula f. *capitata.*
Navicula sp.
Amphora libyca.
Cymbella cf. *cymbiformis.*
Cymbella cf. *parva.*
Cymbella turgida.
Gomphonema clevei var. *javanica.*
Gomphonema cf. *lanceolatum.*
Gomphonema olivaceum.
Gomphonema sp.
Epithemia argus.
Epithemia muelleri.
Epithemia zebra.
Rhopalodia gibba.
Rhopalodia gibberula.
Nitzschia amphibia.
Nitzschia frustulum.
Nitzschia sigma.

CYANOPHYTES

: *Synechocystis salina.*
Gomphosphaeria aponina.
Spirulina labyrinthiformis.
Spirulina laxissima.
Spirulina major.
*Spirulina platensis**.
Spirulina subsalsa.
Spirulina subtilissima.
Spirulina sp.
Oscillatoria cf. *boryana.*
Oscillatoria guttulata.
Oscillatoria lemmermannii.
Oscillatoria willei.
Oscillatoria sp.
Phormidium foveolarum.
Microcoleus tenerrimus.
Anabaena cf. *thermatis* f. *rotundospora.*
Anabaenopsis arnoldii.
Nodularia harveyana var. *sphaerocarpa.*

PYRROPHYTES

: *Gymnodinium* sp.
Cryptomonas sp.

* Les souches originaires du lac de Rombou utilisées en cultures par ZARROUK (1966) et qui ont été déterminées sous le nom de *Sp. maxima* (Setch. et Gardner) Geitl. appartiennent à l'espèce *Sp. platensis* (Gom.) Geitl.

du lac Tchad s'élève et que ces milieux deviennent nettement moins concentrés ; la physionomie du peuplement deviendra alors totalement différente au long d'une année.

Certaines Diatomées présentes sous forme de débris de frustule (*Melosira* et *Synedra* par exemple) sont probablement des restes de peuplements ayant existé à des périodes où le milieu était beaucoup plus dilué.

On peut donc conclure que, à côté de quatre à cinq espèces abondantes et retrouvées à chaque échantillonnage, il existe un nombre assez important d'espèces représentées par un nombre très faible d'individus (des formes enkystées existent certainement aussi) qui forment une réserve d'espèces capables de supplanter le peuplement en place si des variations importantes du milieu se produisent.

5. VARIATIONS SAISONNIÈRES DU PEUPEMENT PLANCTONIQUE

A. Méthodes utilisées.

Les échantillonnages de plancton ont été faits à quelques centimètres sous la surface par simple prélèvement d'eau à l'aide de piluliers. Les prises étaient immédiatement formolées à 10 % environ avec du formol de commerce. Les récoltes pour estimation quantitative ont toujours été faites à une certaine distance du bord afin d'éviter les effets dus à la proximité des rives, amoncellement d'algues poussées par le vent par exemple.

Au laboratoire, les comptages ont été effectués au microscope inversé, selon la méthode UTERMÖHL précisée par LUND, KIPPLING et LE GREN (1958). En raison de la forte densité des peuplements, des dilutions étaient nécessaires avant les comptages en vue d'éviter qu'un nombre trop élevé d'organismes à dénombrer ne se dépose sur tout le fond de la coupelle de sédimentation.

Les données obtenues en nombre de cellules ou de filaments par litre ont été converties en volume de matière végétale après calcul du volume moyen d'une cellule ou d'un filament. Pour les filaments (*Spirulina*, *Anabaenopsis*) dont la taille pouvait être sujette à variations, les mesures de volume moyen ont été faites pour chaque échantillon. Le volume des Diatomées a été calculé d'après la mesure du volume global du frustule.

Les résultats sont donnés en microlitres de matière vivante par litre ; en attribuant aux algues une densité identique à celle du milieu où elles vivent, on peut estimer qu'un microlitre correspond à un milligramme de matière vivante.

Le volume total du zooplancton présent (Rotifères et Ciliés), calculé après comptage et mesure du volume moyen de chaque espèce, a été reporté sur les graphiques à titre de comparaison.

B. Analyse des résultats.

1. LAC DE BODOU (fig. 5).

Spirulina platensis forme la majeure partie du phytoplancton de ce lac. La densité reste élevée toute l'année, la valeur la plus basse (450 μ l) se situe fin août 1967. La légère dilution du milieu (de 41,3 à 30,9 m-mhos) due aux pluies tombées durant ce mois (80 mm) ne paraît pas suffisante pour expliquer cette variation. De plus, la densité en spirulines est redevenue élevée en septembre alors que la concentration du milieu reste sensiblement identique à celle du mois d'août. Malgré cette valeur plus faible, on peut considérer que le phytoplancton de Bodou est composé d'un peuplement à *S. platensis* très dense toute l'année. Aucune autre espèce n'entre en concurrence avec cette Cyanophycée et le zooplancton est toujours en faible quantité. Durant

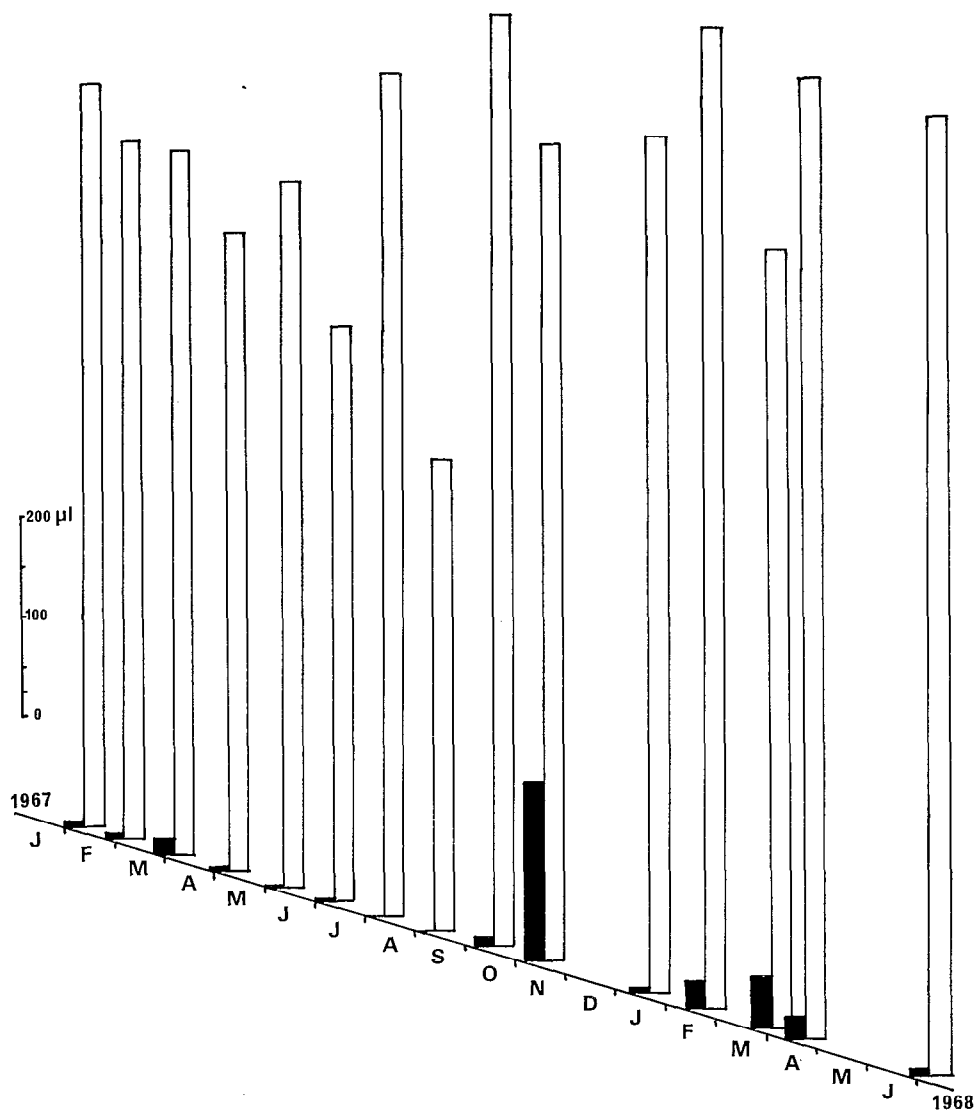


Fig. 5. — Variations saisonnières du plancton dans le lac de Bodou. En blanc, le phytoplancton (*S. platensis*); en noir, le zooplancton.

l'ensemble des 15 mois étudiés, on remarquera une légère tendance à l'augmentation de la biomasse qui pourrait être mise en parallèle avec l'élévation de la conductibilité durant cette période.

La valeur trouvée au mois de décembre 1967 n'a pas été considérée, le prélèvement ayant été fait par erreur dans l'amas d'algues poussées par le vent existant à ce moment à proximité d'une partie des rives. La densité du plancton était là de près de 21.000 microlitres, soit environ 21 g d'algues vivantes par litre.

Au point de vue du zooplancton, composé de Ciliés et surtout de Rotifères, un maximum se situe en début novembre 1967 et deux autres plus faibles en mars 1967 et 1968.

2. LAC DE ROMBOU (fig. 6).

Le peuplement de ce lac, plus varié que celui du précédent, est sujet à des changements de densité importants. Durant les huit premiers mois de 1967, la densité planctonique est très

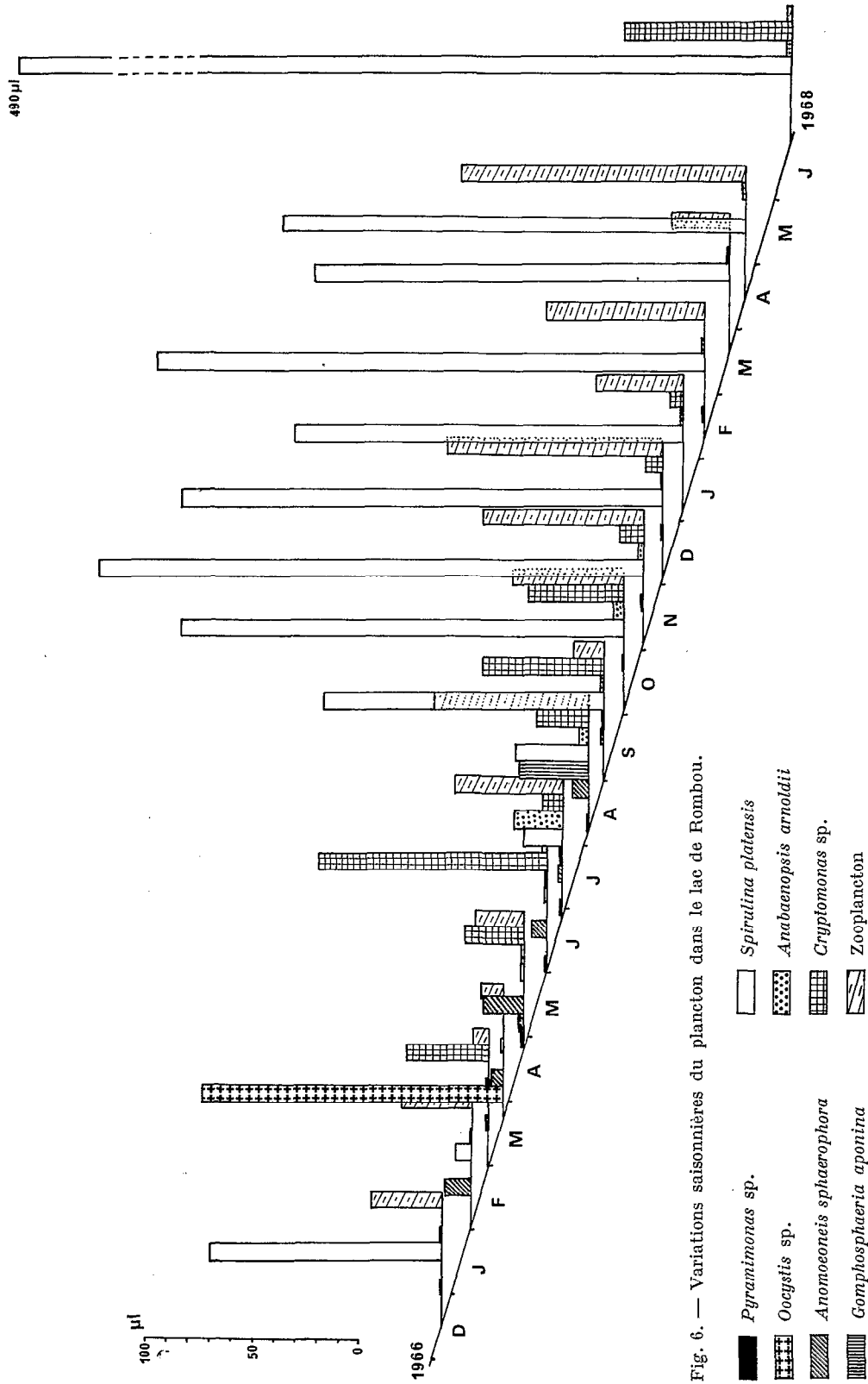


Fig. 6. — Variations saisonnières du plancton dans le lac de Rombou.

inégale, le minimum se situant fin janvier avec 19,3 microlitres de plancton par litre. Le peuplement est formé durant toute cette période par des espèces qui prolifèrent brusquement durant un temps limité, c'est le cas d'*Oocystis* très abondant en mars, *Cryptomonas* prédominant en mai, *Gomphosphaeria* abondant en juillet. On peut supposer que les importantes variations de la concentration du milieu qui se produisent à ce moment-là empêchent une flore de s'établir de façon stable, les conditions écologiques optimales pour le développement d'une espèce ou d'un groupe d'espèces étant de trop courte durée. A partir d'août, *Spirulina platensis* devient l'espèce dominante, avec des densités de peuplement importantes, les autres espèces n'étant plus représentées à partir du dernier trimestre 1967 que par *Cryptomonas* sp. en assez grande quantité, *Anabaenopsis arnoldii* et *Anomoeoneis sphaerophora*, beaucoup moins denses.

Les variations de la biomasse du zooplancton, comme à Bodou composé de Ciliés et surtout de Rotifères, suivent sensiblement celles du phytoplancton. On note un maximum au début du mois d'août et des valeurs élevées à la fin de 1967 et début 1968.

6. REMARQUES SUR LA COMPOSITION QUANTITATIVE DU PEUPEMENT

Les plus fortes densités de phytoplancton sont atteintes dans le lac de Bodou ; la moyenne mensuelle pour les 15 mois étudiés est de 787 microlitres par litre ; le maximum se situe en février 1968 avec 1018 microlitres. A Rombou, les densités sont plus faibles, la moyenne pour les 17 mois étudiés est de 175 microlitres par litre avec un maximum de 571,6 en juin 1968. Le milieu le plus concentré présente donc la densité d'organismes la plus élevée. Une concurrence interspécifique très réduite et l'abondance des sels dissous disponibles pour le métabolisme semblent a priori être pour le lac de Bodou, parmi les causes principales de ce fait.

Quelques prélèvements ont été effectués à proximité du fond et les estimations quantitatives ont été faites par comparaison avec la surface. Les différences n'ont guère dépassé 10 à 15 %, soit des variations inférieures à celles dues à l'imprécision des numérations. Les proportions des espèces étaient sensiblement identiques au fond et en surface. On peut donc estimer que, en raison de la faible profondeur, le peuplement est également réparti sur toute l'épaisseur de la couche d'eau.

7. REMARQUES CONCERNANT LE PEUPEMENT A SPIRULINA PLATENSIS

Durant la période étudiée, la biomasse en spirulines à Bodou est en moyenne de 0,79 g d'algues par litre, le minimum étant de 0,45 g et le maximum de 1,02 g. A Rombou, la moyenne est de 0,14 g par litre, le maximum de 0,49 g avec des périodes où *S. platensis* est présent en quantité insignifiante. On peut donc estimer entre 700 et 750 tonnes la quantité moyenne de spiruline pure présente dans le lac de Bodou et à 18 tonnes environ celle présente à Rombou. Un certain nombre d'organismes étrangers est toujours mêlé au peuplement à spirulines ; ce sont des algues : *Gymnodinium*, *Anabaenopsis*, *Sphaeroeca*, *Anomoeoneis* en très faible quantité à Bodou, parfois dominantes à Rombou ; du zooplancton : Rotifères et Ciliés ; des bactéries de l'espèce *Lamprocystis roseo-persicina* en assez grande quantité à Bodou, moins abondantes à Rombou.

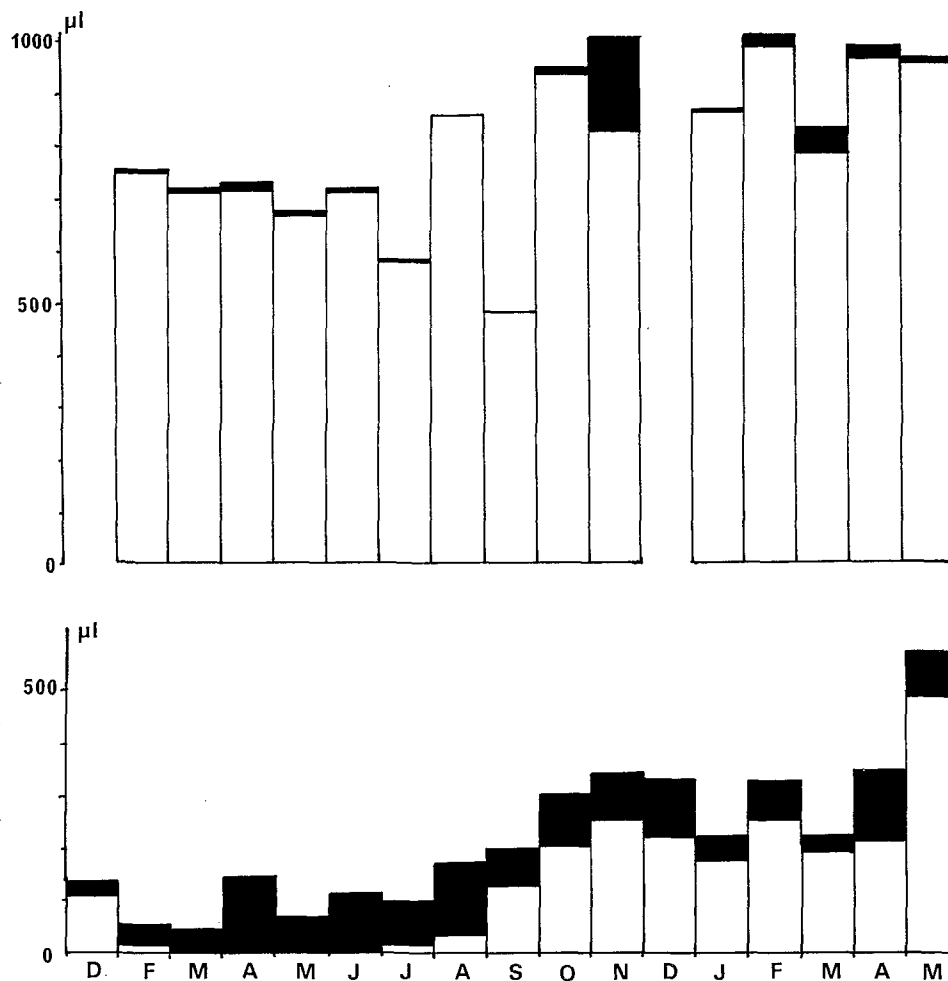


Fig. 7. — Proportions du volume de *Spirulina platensis* (en blanc) dans les prélèvements de plancton à Bodou (en haut), à Rombou (en bas).

A cela s'ajoutent des nématodes aquatiques, des fragments d'insectes ou de larves d'insectes (diptères), des restes d'algues et des débris végétaux divers. Les pourcentages du volume de spiruline par rapport à l'ensemble de la biomasse planctonique, bactéries et débris exceptés, ont été calculés. Les résultats sont reportés sur le tableau suivant et représentés sur la figure 7.

	D	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Lac de Bodou	—	—	100	99	98	99	100	100	100	100	99	82	—	99	97	94	98	—	99
Lac de Rombou	76	—	14	0	0	0	0	18	20	65	67	74	67	80	78	87	61	—	85

Il apparaît clairement que le peuplement à *S. platensis* est plus dense et plus pur dans le lac de Bodou où la concentration en sels est la plus forte.

Il n'existe pas encore de données permettant de savoir dans quelles proportions les organismes étrangers, parfois en grand nombre dans le milieu, sont mêlés aux spirulines montées en surface et récoltées pour la préparation du « dihé ». LÉONARD et COMPÈRE (1967) signalent de nombreuses impuretés (algues, débris d'insectes) dans quelques galettes de « dihé » étudiées ; il serait intéressant de savoir dans quelle mesure ces éléments étrangers peuvent modifier les qualités nutritives du produit obtenu.

Dans le moins concentré des deux lacs, il est à remarquer que la peuplement dense à *S. platensis* peut à certaines époques tomber à moins de 1 % du plancton, sans toutefois disparaître entièrement. C'est le cas par exemple durant la période qui va de mars à juin 1967. Les huit premiers mois de l'année 1967 sont d'ailleurs caractérisés par l'absence d'un plancton dense à spirulines. Si l'on examine les concentrations en sels du milieu durant cette époque, on aperçoit une augmentation rapide de la conductibilité de 18 m-mhos (15 g de sel/l) en fin janvier à 30 m-mhos (26 g de sel/l) en fin juin, suivie d'une diminution encore plus rapide jusqu'à fin août où elle retombe à un peu moins de 19 m-mhos, soit une variation de 3,3 m-mhos en moyenne par mois. On peut supposer que, bien que ces variations restent à l'intérieur des limites de tolérance de salinité définies pour *S. platensis* (ILTIS, 1968), la rapidité des variations fait disparaître le peuplement installé. A la place, il se développe alors des peuplements formés d'espèces unicellulaires à accroissement rapide qui se succèdent en de courtes périodes. Une acclimatation graduelle est donc probablement nécessaire pour que le milieu cellulaire de *S. platensis* s'adapte aux variations de concentration du milieu ambiant ; si les variations de la salinité sont importantes et trop rapprochées dans le temps, elles deviennent létales.

Enfin, à l'inverse de ce qui se produit dans les cultures en milieu artificiel* où cette espèce se maintient toujours en surface, il a été constaté que le peuplement à spirulines est naturellement réparti sur toute la profondeur des milieux étudiés. Mais des spirulines récoltées à Bodou et à Rombou et cultivées dans leur milieu naturel en laboratoire s'amassent aussi en surface où elles forment une mince pellicule verte.

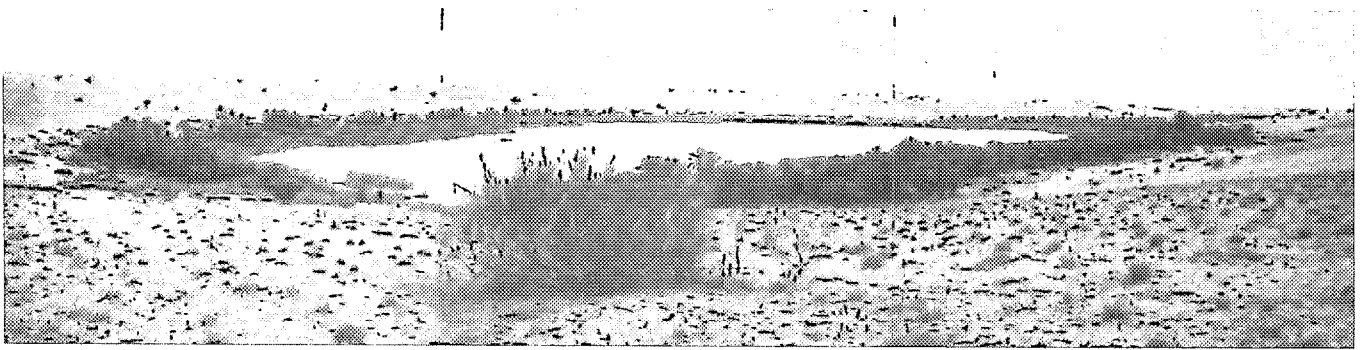
8. CONCLUSIONS

Le phytoplancton de deux lacs natronés a été étudié durant plus d'une année. La densité planctonique est nettement plus forte dans le lac dont le milieu est le plus concentré en sels dissous ; la flore algale est dominée au point de vue qualitatif par les Cyanophycées et les Diatomées, au point de vue quantitatif par les Cyanophycées uniquement. *Spirulina platensis* a été inventoriée dans tous les prélèvements et se trouve en quantité dominante dans 3/4 des échantillons. Cette algue récoltée puis séchée au soleil est utilisée localement dans l'alimentation humaine. Ce produit s'est révélé à l'analyse particulièrement riche en protéines (LÉONARD et COMPÈRE, 1967, ANON., 1967). La comparaison de la valeur alimentaire du produit obtenu à partir de spirulines en cultures monospécifiques (ZARROUK, 1966) avec celle du produit récolté dans le Kanem, qui contient une certaine proportion d'organismes étrangers, serait intéressante. Enfin le mécanisme de formation des amas de spirulines sur les rives des lacs étudiés, en particulier les phénomènes intervenant dans la montée de cette espèce en surface, et le rôle des vacuoles gazeuses du cytoplasme sont encore très mal connus.

* Communication orale de Mademoiselle CLÉMENT.

BIBLIOGRAPHIE

- ANONYME, 1967. — A new type of food algae. *Publication I.F.P.*, 9 p.
- BOURRELLY (P.), 1966. — Les Algues d'eau douce. Tome I : Les Algues vertes. Boubée et C^{ie}, Paris, 576 p., 118 pl.
- 1968. — Les Algues d'eau douce. Tome II : Les Algues jaunes et brunes. Boubée et C^{ie}, Paris, 438 p., 114 pl.
- BRANDILY (M. Y.), 1959. — Depuis des lustres, une tribu primitive du Tchad exploite la nourriture de l'an 2000. *Sciences et Avenir*, 152, 516-519.
- 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. 676 p., 100 fig., 29 pl.
- GEITLER (L.), 1932. — Cyanophyceae in *Rabenhorst, L., Kryptogamen Flora*, ed. 2, 14, 1196 p., 780 fig.
- HUSTEDT (F.), 1930. — Bacillariophyta, in *Pascher, A., Süßwasser Flora*, 10, ed. 2, 466 p.
- 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, n° 3-4, 119-125, 3 fig.
- LÉONARD (J.), 1968. — Discovery, ecology and nutritional utilisation of *Spirulina platensis*. *Communication à la réunion du Swedish Council for Applied Research*, Stockholm, 11 p. multigr.
- 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.
- LUND (J. W. G.), KIPPLING (C.), LE CREN (E. D.), 1958. — The inverted Microscope Method of Estimating Algal Numbers and the Statistical Basis of Estimations by Counting. *Hydrobiologia*, 11, 143-170.
- MAGLIONE (G.), 1969. — Premières données sur le régime hydrogéo-chimique des lacs permanents du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.* III, n° 1, 121-141.
- POURRIOT (R.), ILTIS (A.), LÉVÈQUE-DUWAT (S.), 1967. — Le plancton des mares natronées du Tchad. *Internation. Rev. ges. Hydrobiol.*, 52, 4, 535-543.
- RICH (F.), 1931. — Notes on *Arthrospira platensis*. *Rev. algol.*, 6, 75-79.
- WOOD (R. B.), 1968. — The production of *Spirulina* in open lakes. *Communication à la réunion du Swedish Council for Applied Research*, Stockholm, 11 p., multigr.
- ZARROUK (C.), 1966. — Contribution à l'étude d'une Cyanophycée. Influence de divers facteurs physiques et chimiques sur la croissance et la photosynthèse de *Spirulina maxima* (Setch. & Gardner) Geitler. *Thèse de Doctorat* NR A. O. 1064, Paris.



1. Vue générale du lac de Rombou.



2. Préparation d'une galette de spirulines.



3. Vue du lac de Bodou.