

PHYTOPLANCTON DES EAUX NATRONÉES DU KANEM (TCHAD)

III. VARIATIONS ANNUELLES DU PLANCTON D'UNE MARE TEMPORAIRE*

par A. ILLIS**

RÉSUMÉ

Le plancton d'une mare temporaire natronée située en zone sahélienne a été étudié durant quatre mises en eau successives de 1964 à 1968. La durée de la période de pleine eau a varié, suivant l'année, de 4 à 10 mois. Si les modifications de la composition qualitative du peuplement sont faibles, la biomasse planctonique moyenne subit, suivant les années, d'importantes variations. Dans le cas présent, celles-ci peuvent être en relation autant avec les différentes valeurs de la salinité annuelle moyenne qu'avec la durée de la période de pleine eau.

ABSTRACT

The plankton of an alkaline temporary pool located at the N.E. of Chad Lake was studied during four successive years, from 1964 to 1968. The duration of the flooded period varied from 4 to 10 months according to the years. If modifications in the qualitative composition of plankton are slight, important variations occur in the average planktonic standing crop. These variations are supposed to be in relation with average salinity as much as directly with the duration of the flooded season.

INTRODUCTION

Parmi les milieux observés lors de l'étude des collections d'eaux natronées du Kanem, région située directement au nord-est du lac Tchad (fig. 1), la mare temporaire située près du village de Latir (20 km NNE de Bol) a été étudiée durant une période de quatre mises en eau successives,

* La première partie de cette étude : I. Les lacs permanents à spirulines est parue dans les Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol., vol. III, n° 2, 1969, pp. 29-49 ; la seconde partie : II. Les mares temporaires, vol. III, n° 3-4, 1969, pp. 3-19.

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

de juillet 1964 à fin février 1968. La durée des périodes en eau étant très variable (10 mois en 1964-65, 4 mois en 1966), il nous a paru intéressant de comparer l'évolution du peuplement algal au cours de ces quatre années. Les caractéristiques générales et la composition qualitative du peuplement planctonique ont été données dans de récentes publications (POURRIOT *et al.* 1967, COMPÈRE 1967, ILTIS 1969).

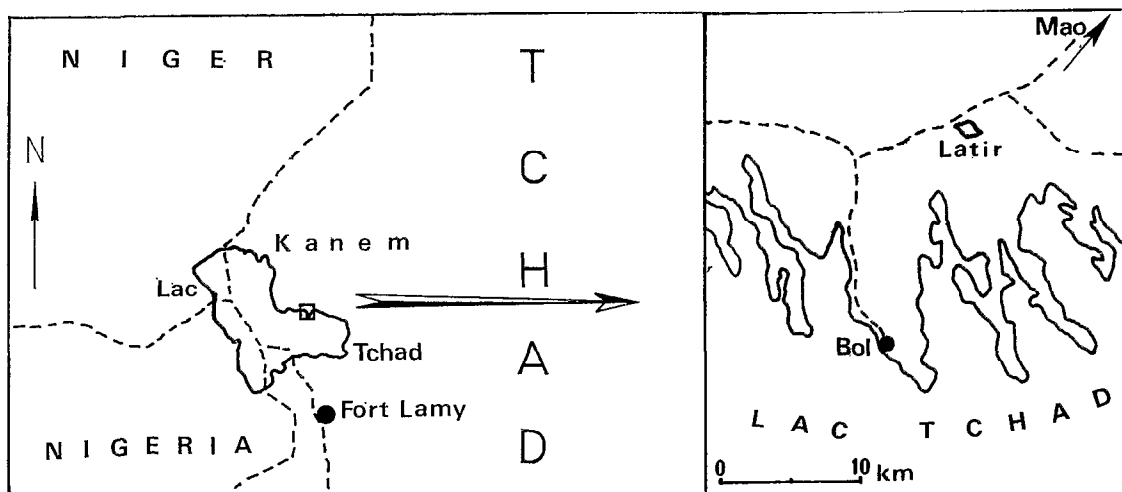


Fig. 1. — Carte de situation.

Le milieu étudié est l'une des nombreuses mares, localement appelées ouadis, qui occupent les dépressions du système dunaire fossile composant le relief de la partie sud du Kanem. Son remplissage s'effectue au moment des pluies (375 mm de pluviométrie annuelle moyenne environ à Latir) qui sont réparties sur une courte saison allant de juin à mi-septembre, plus de 50 % tombant au mois d'août. La profondeur, au maximum de remplissage, ne dépasse guère 60 cm (fig. 2). La profondeur maximale se situe vers la mi-septembre, puis le niveau des eaux baisse lentement jusqu'à fin novembre. A ce moment, le lac Tchad, dont les anses septentrionales ne sont éloignées que de cinq à six kilomètres à vol d'oiseau, arrive à la période des hautes eaux. Ce mouvement de crue se traduit par un rehaussement de la nappe phréatique et une remontée du niveau de la mare (1965-66 et 1967-68) ou simplement par un palier au cours de l'assèchement (1964-65). En 1966, où la pluviométrie fut très inférieure à la moyenne annuelle et la crue du lac Tchad faible, le milieu s'est asséché dès le mois de novembre, la période en eau n'excédant pas alors quatre mois.

La conductibilité électrique des eaux évolue en fonction inverse du niveau de la mare (fig. 2).

1. ÉVOLUTION DU PHYTOPLANCTON

L'évolution du phytoplancton a été étudiée sur matériel fixé après comptage des algues au microscope inversé et calcul du volume moyen de chaque espèce. La biomasse algale a été évaluée en microlitres de matière végétale par litre (voir ILTIS 1969) pour les espèces se développant de façon importante dans le milieu (fig. 3). Le volume de l'ensemble du zooplancton, calculé de façon

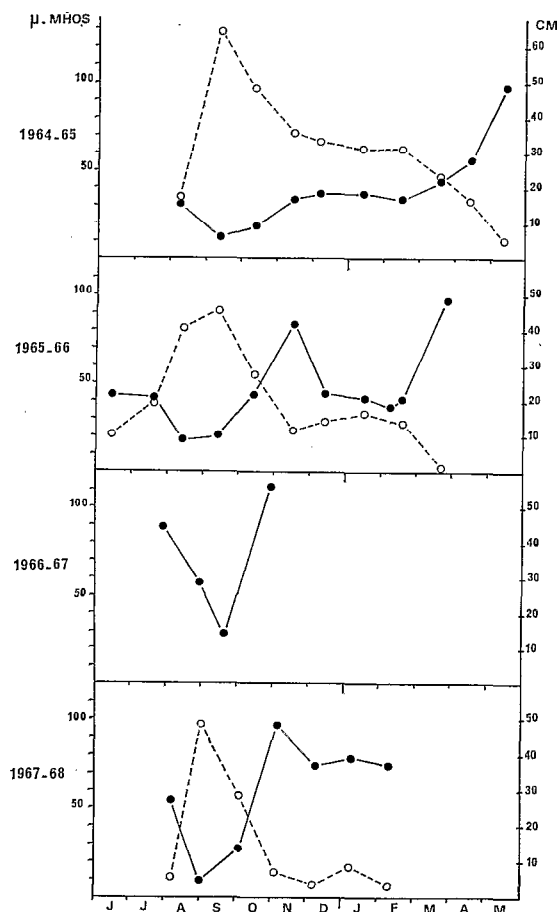


Fig. 2. — Niveaux (en tireté) et conductibilités électriques à 25 °C (en trait plein) de la mare de Latir durant quatre années.

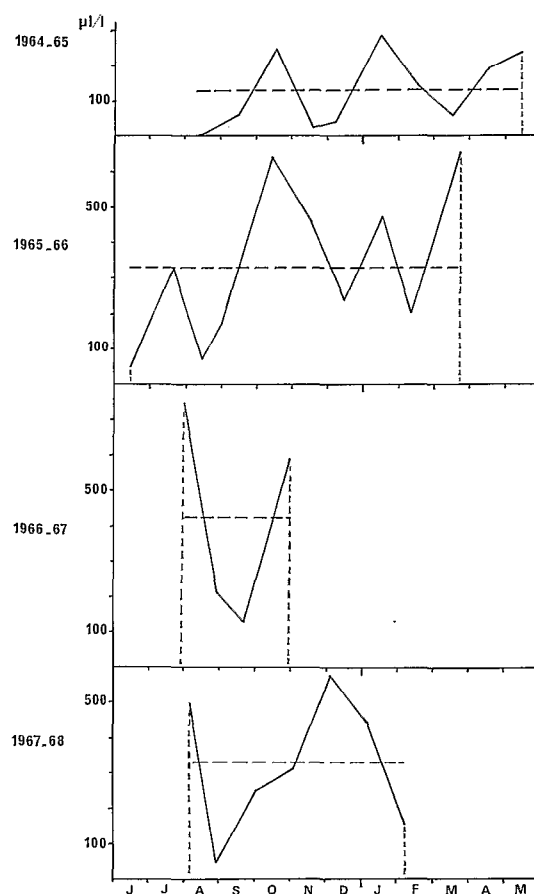


Fig. 4. — Variations de la biomasse totale du phytoplancton exprimée en microlitres par litre. La ligne tiretée horizontale indique la valeur moyenne de la biomasse algale durant la période en eau.

identique, est indiqué conjointement à titre de comparaison avec le volume de phytoplancton ; il est composé de Rotifères et de Ciliés. Enfin, les variations de la concentration en sels du milieu ont été déduites des mesures de conductibilité (d'après les relations établies par MAGLIONE [1968]).

Durant les quatre mises en eau étudiées, on assiste au développement important d'un nombre relativement limité d'espèces par rapport à l'ensemble de celles inventoriées dans la mare. 92 taxons ont été déterminés dans les prélèvements effectués durant la période considérée (COMPÈRE 1967, ILTIS 1969), mais six espèces seulement et 3 groupes d'algues (les Volvocales, les *Oscillatoria* et les *Synechocystis*), comptés chacun sans distinction des espèces lors des numérations, atteignent de fortes densités. En estimant à sept au maximum le nombre des espèces qui, à l'intérieur de ces trois groupes, se développent de façon importante, on arrive, sur un minimum de 92 existant dans le milieu, à un total de 13 espèces qui apparaissent en abondance chaque année. Ce nombre est encore plus réduit en 1966 où deux d'entre elles n'ont pas été observées dans les prélèvements. On peut donc en déduire que les quelques éléments très abondants de la flore algale observés durant ces quatre mises en eau sont particulièrement adaptés aux conditions de milieu. A côté, subsiste un nombre important d'espèces représentées par très peu d'individus et susceptibles de se dévelop-

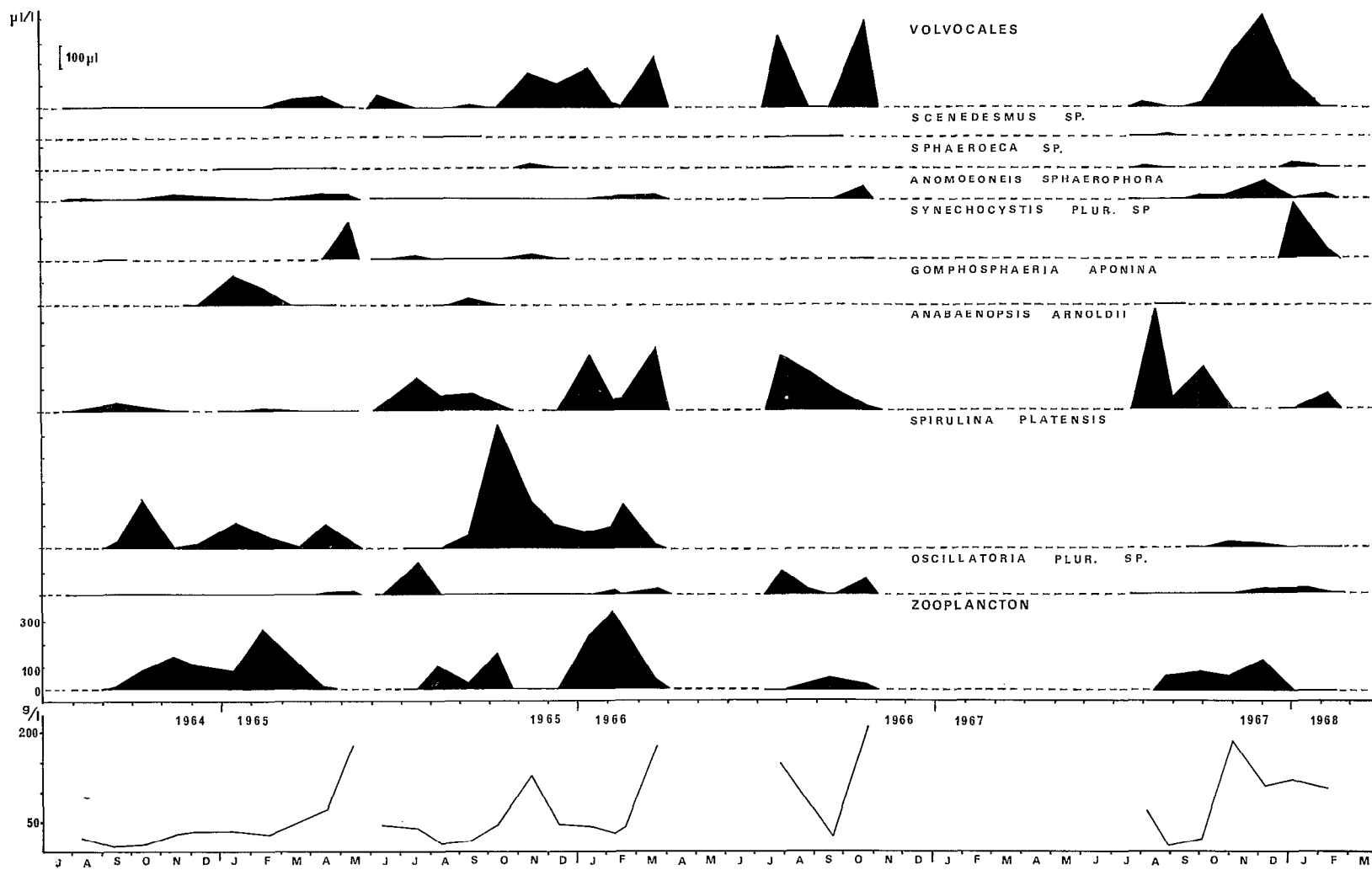


Fig. 3. — Variations du peuplement planctonique durant quatre mises en eau successives. Au bas du graphique, concentrations en sels du milieu, en grammes par litre.

per si les conditions de milieu évoluent dans les années à venir ; cette mare est en effet influencée au point de vue salinité par la proximité du lac Tchad dont les importantes variations de niveau peuvent se produire en des temps très courts, de l'ordre de quelques années. Ce fait peut être rapproché des observations effectuées sur le phytoplancton du lac de Tibériade (Lac Kinnereth) (РАНАТ et DOR, 1968) où existe toute une flore rare ou dormante capable de remplacer le peuplement présent si des variations de salinité interviennent.

Chronologiquement, le développement algal dans les mares s'effectue chaque année selon le même enchaînement et l'ordre d'apparition des espèces est sensiblement régulier.

Les Volvocales unicellulaires (indéterminables sur matériel fixé) sont les premières à peupler les mares au début de leur mise en eau. Elles sont capables de supporter des milieux très concentrés (plus de 100 g de sel par litre). On les trouve en effet après les premières pluies dans l'eau qui a dissous la couche de natron pulvérulent se formant sur le fond de l'ouadi durant l'assec. Pendant la période en eau, à chaque augmentation importante de salinité correspond un développement important de ces flagellés. Leur nombre s'accroît aussi de façon sensible peu avant l'assèchement lorsque la concentration du milieu redevient élevée. Ce premier peuplement résiste de plus aux variations rapides de salinité qui caractérisent le début et la fin de la période en eau.

Scenedesmus sp. apparaît en août-septembre mais n'atteint jamais des densités considérables (10 μ l au maximum en septembre 1967). *Sphaeroeca* sp. est présent au cours des quatre mises en eau sans atteindre également de très fortes quantités. *Anomooneis sphaerophora* a été observé dans tous les prélèvements ; la densité de cette diatomée apparaît assez élevée dans la période proche de l'assèchement. Cet accroissement, constaté également chez les *Oscillatoria*, s'expliquerait non par un développement particulier de cette espèce mais par le fait que dans la mare alors à un niveau très bas, les prélèvements présentent une plus forte proportion d'algues du fond que lorsqu'ils sont effectués dans des eaux plus profondes. Le fond des mares est en effet le plus souvent garni d'un feutrage à Cyanophycées filamenteuses où les *Anomooneis* sont abondants.

Les *Synechocystis* sont particulièrement nombreux durant la période qui précède directement l'assèchement. Leur maximum suit alors de peu celui des Volvocales. Les deux espèces présentes (*S. minuscula* et *S. salina*) atteignent à ce moment un développement important. Les Rotifères et notamment *Brachionus plicatilis* jouent probablement un rôle dans ce développement. En effet, cette espèce, abondante en période de faible salinité, se nourrit notamment de Cyanophycées coccoïdes (POURRIOT *et al.*, 1967). Leur disparition aux fortes salinités permet aux *Synechocystis*, très euryhalins, de se développer alors sans être systématiquement éliminés par prédation. Les peuplements à *Synechocystis* sont souvent mélangés à *Synechococcus ambiguus* et *S. salinarum* en quantités plus faibles.

Gomphosphaeria aponina apparaît le plus souvent en août et septembre à une période où la concentration en sel est minimale (5 à 15 g/l). Lorsque celle-ci augmente par la suite, il peut se maintenir jusqu'à 30 à 35 grammes par litre environ. La plus forte densité pour cette espèce est atteinte en janvier 1965 (140 μ l/l). En 1966, *G. aponina* n'a pas été trouvé dans les récoltes. *Anabaenopsis arnoldii* se développe tout de suite après les Volvocales qui peuplent la mare durant la première phase de remplissage. Il atteint toujours des densités importantes (maximum : 450 μ l en août 1967) ; un deuxième développement de cette espèce apparaît le plus souvent dans la dernière phase de la période en eau.

Spirulina platensis se développe après la période de densité maximale d'*A. arnoldii* et il est fort probable que les spirulines sont en concurrence avec ce dernier. On constate en effet que dès que *S. platensis* se multiplie, *A. arnoldii* régresse, ce dernier réapparaissant dès que le volume de spirulines diminue. Au cours de la mise en eau de 1966, *S. platensis* n'a pas été trouvé dans les récoltes et l'on a assisté seulement à un fort développement d'*Anabaenopsis*. En 1967-68, le développement des spirulines a été relativement peu important (maximum : 11 μ l/l). La biomasse moyenne de cette espèce, calculée sur toute la période de pleine eau de la mare est :

pour 1964-1965 :	60,0 $\mu\text{l/l}$.
— 1965-1966 :	151,2 —
— 1966-1967 :	0 —
— 1967-1968 :	4,0 —

La densité maximale trouvée est de 623 μl au début octobre 1965. Les valeurs moyennes sont plus faibles que celles observées dans les lacs permanents de cette région (ILLIS, 1969).

En ce qui concerne le zooplancton, les Rotifères sont abondants durant les périodes de concentration saline minimale. Trois espèces sont très fréquentes : *Brachionus dimidiatus*, *B. plicatilis*, *Hexarthra jenkinsae*; une autre est plus rare : *Cephalodella elmenteita*. Au delà de 100 grammes de sels dissous par litre, seuls subsistent des Ciliés.

Les valeurs de la biomasse moyenne totale (fig. 4) apparaissent les plus fortes, pour le plancton végétal, durant les périodes de pleine eau les plus brèves (1966), à l'inverse de ce qui se produit pour le zooplancton. La biomasse algale maximale (742,7 $\mu\text{l/l}$) a été trouvée en juillet 1966, tandis que le maximum de zooplancton (397,1 $\mu\text{l/l}$) a été observé le 8 février 1966.

Dans le développement du plancton au cours de la période de pleine eau, on peut en général constater pour *Anabaenopsis arnoldii* et pour le zooplancton deux maximums séparés par une période de faible densité (novembre et début décembre). A cette époque se produit une importante augmentation de la concentration en sels du milieu avant le léger dessalement dû au contrecoup de la crue du lac Tchad (voir fig. 2). Une salinité de plus de 150 grammes par litre entraîne de fortes perturbations dans la flore et se traduit, pour le zooplancton, par la disparition des Rotifères qui ne subsistent pas au-delà de 100 grammes par litre. Fin décembre, la baisse qui se produit dans la concentration en sels se traduit, lorsqu'elle est suffisante (février 65 et 66), par un nouveau développement du zooplancton.

2. CONCLUSIONS

Les effets des variations de la durée de la période en eau peuvent se résumer ainsi :

— Aucune modification dans la structure du peuplement présent dans la mare ; on retrouve toujours une flore comprenant quelques espèces atteignant de fortes densités et un grand nombre d'autres représentées par un nombre très faible d'individus.

— Variations importantes dans la biomasse planctonique moyenne (tabl. I) (fig. 4). Pour le phytoplancton, celle-ci est de 418,7 $\mu\text{l/l}$ pour une période en eau de 4 mois et de 331 et 128,9 $\mu\text{l/l}$ pour 10 mois. Pour le zooplancton, la biomasse moyenne varie en sens inverse : 29,2 $\mu\text{l/l}$ pour une période en eau de 4 mois et 136,2 et 93,6 $\mu\text{l/l}$ pour 10 mois.

TABLEAU I
Biomasse planctonique moyenne et salinité de la mare de Latir

Années	1964-65		1965-66		1966-67		1967-68	
	Phyto.	Zoo.	Phyto.	Zoo.	Phyto.	Zoo.	Phyto.	Zoo.
Biomasse moyenne en $\mu\text{l/l}$	128,9	93,6	331,1	136,2	418,7	29,2	328,3	56,2
Salinité moyenne en g/l.....	47,4		63,5		112,5		88,3	

— Variations faibles dans la composition qualitative du peuplement algal. On assiste, lors de chaque mise en eau, au développement des mêmes espèces qui apparaissent dans un ordre sensiblement constant, les Cyanophycées étant dominantes en nombre et en densité. Toutefois, durant la période de pleine eau la plus courte, deux espèces n'apparaissent pas : *Gomphosphaeria aponina* et *Spirulina platensis*. Cette dernière étant recherchée localement pour son utilisation dans l'alimentation après séchage au soleil (cette algue s'est révélée à l'analyse très riche en protéines), son absence dans les mares temporaires ne restant en eau que quelque temps présente une certaine importance en limitant, parmi l'ensemble des ouadis existant au Kanem, le nombre des lieux de récolte éventuels ; une vérification effectuée sur un plus grand nombre de mares restant en eau seulement trois à quatre mois permettrait de confirmer cette absence.

Les variations de la durée de la période en eau entraînant d'importants changements dans la teneur moyenne en sels de la mare chaque année, il paraît difficile de connaître exactement dans le cas présent l'influence directe de la longueur de l'assec sur le peuplement planctonique. Il est possible que les deux phénomènes observés, variations de la durée de l'assec et de la salinité moyenne, interviennent conjointement dans les modifications constatées ou que le premier n'ait un rôle que par l'intermédiaire du second.

Une connaissance plus précise des effets de la concentration en sels des eaux et de leur nature sur les peuplements planctoniques et ceux de la biologie des différentes espèces rencontrées permettrait de déceler la part de chacun de ces facteurs dans les variations observées dans le plancton de cette mare.

Manuscrit reçu le 30 octobre 1970.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- COMPÈRE (P.), 1967. — Algues du Sahara et de la région du lac Tchad. *Bull. Jard. Bot. Nat. Belg.*, 37, 2, 109-288.
- FONTES (J. C.), MAGLIONE (G.), ROCHE (M. A.), 1969. — Données isotopiques préliminaires sur les rapports du lac Tchad avec les nappes de la bordure nord-est. *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrol.*, 6, 1, 17-34.
- 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.*, 11, 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.
- LÉONARD (J.), 1968. — Discovery, ecology and nutritional utilization 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.
- MAGLIONE (G.), 1969. — Premières données sur le régime hydrogéo-chimique des mares permanentes du Kanem (Tchad). *Cah. O.R.S.T.O.M., sér. Hydrobiol.*, III, 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.
- RAHAT (M.), DOR (I.), 1968. — The Hidden Flora of a Lake. *Hydrobiologia*, 31, 2, 186-192.
- SOURNIA (A.), FRONTIER (S.), 1967. — Terminologie des phénomènes liés au temps en écologie. *Bull. Mus. nat. Hist. nat.*, 2^e série, 39, 5, 1001-1002.