

**Zeitschrift:** Archives des sciences et compte rendu des séances de la Société  
**Band:** 34 (1981)

**Artikel:** Effet d'extraits d'Oscillatoria rubescens sur la croissance de quelques algues phytoplanctoniques du Léman  
**Autor:** Juge, Raphaëlle / Aubert, Maurice / Greppin, Hubert  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-740065>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 07.10.2024

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# EFFET D'EXTRAITS D'*OSCILLATORIA RUBESCENS* SUR LA CROISSANCE DE QUELQUES ALGUES PHYTOPLANCTONIQUES DU LÉMAN

PAR

Raphaëlle JUGE<sup>1</sup>, Maurice AUBERT<sup>2</sup> et Hubert GREPPIN<sup>1</sup>

## RÉSUMÉ

L'activité de l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* (obtenu à partir de prélèvements effectués en automne 1978 dans le Léman lors d'une fleur d'eau) est testée sur des cultures in vitro de sept algues phytoplanctoniques, originaires du même lac.

La croissance de Diatomées (*Diatoma elongatum*; *Fragilaria crotonensis*) et de Cyanophycées (*Oscillatoria bourrellyi*, *Anabaena* sp.) a été inhibée en présence de l'extrait cellulaire; les Chlorophycées (*Pediastrum duplex*, *Dictyosphaerium pulchellum*, *Staurastrum* sp.) y ont été insensibles.

Cette activité est attribuée à la présence de substances allélopathiques dans l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens*. La réponse des algues étudiées in vitro vis-à-vis de cette cyanophycée permet de mieux comprendre les successions de populations phytoplanctoniques et l'apparition de fleurs d'eau en milieu naturel.

## 1. INTRODUCTION

Dans les lacs en voie d'eutrophisation ou « eutrophes », l'augmentation de la biomasse algale s'accompagne habituellement d'un changement dans la composition spécifique du phytoplancton. Certaines algues peuvent être considérées comme typiques de ces milieux et, en tant que telles, indicatrices de pollution ou de mauvaise qualité des eaux; c'est notamment le cas pour *Oscillatoria rubescens*, appelée vulgairement « sang des Bourguignons », à la suite de la coloration brun-rouge des eaux. Cette algue bleue envahit périodiquement des lacs fortement eutrophisés comme ceux de Joux (2) et de Nantua (17). Son apparition dans le Léman fut signalée pour la première fois en 1967 (15). Sa présence, sporadique durant les années qui suivirent, fut à nouveau très importante en automne 1978.

<sup>1</sup> R. Juge et H. Greppin: Laboratoire de Physiologie végétale, Université de Genève, 1211 Genève 4, Suisse.

<sup>2</sup> M. Aubert: C.E.R.B.O.M., Parc de la Côte, av. Jean-Lorrain 06 Nice, France.

Le développement massif d'*Oscillatoria rubescens* d'une part et l'importante augmentation de la biomasse phytoplanctonique ces dernières années d'autre part sont à mettre en relation avec la forte augmentation de la concentration en sels minéraux dans le lac durant les dix dernières années (phosphates, etc.). Il en est résulté par ailleurs une diminution alarmante de la concentration d'oxygène au fond du lac (3). Tous ces éléments constituent des indices d'aggravation de l'état sanitaire du Léman.

L'apparition soudaine d'une algue dans un milieu aquatique, son développement massif et sa disparition parfois très rapide, constituent autant de phénomènes dont les causes sont encore mal connues. La compétition pour les éléments nutritifs, les rôles joués par la lumière et la température, la prédation par le zooplancton sont, parmi d'autres, les raisons les plus fréquemment invoquées pour expliquer l'apparition et la disparition des « fleurs d'eau ». Certains auteurs (1, 4, 18, 19, 20, 21, 22) incluent dans ces causes des substances libérées dans le milieu (télémediateurs chimiques) par le phytoplancton lui-même. Lefèvre et ses collaborateurs (12, 13, 14) sont parmi les premiers à avoir étudié de près les « fleurs d'eau » à cyanophycées (blooms). Ainsi, l'eau dans laquelle avaient poussé *Aphanizomenon gracile* et *Oscillatoria planctonica* s'est révélée inhibitrice de la croissance de plusieurs autres espèces d'algues. Jacob (5, 6) obtient un effet identique avec une cyanophycée du sol, *Nostoc muscorum*. Vance (22) montre, au moyen de cultures mixtes effectuées in vivo et in vitro, que *Microcystis aeruginosa* inhibe la croissance de plusieurs sortes d'algues. Il attribue cette activité à des métabolites actifs, excrétés dans le milieu par l'algue, seule ou en association avec des bactéries. Lam et Sylvester (10) ont déterminé que la croissance de *Chlorella sp.* en culture mixte, était inhibée de manière très différente par les algues bleues: *Microcystis aeruginosa* et *Anabaena oscillarioides*; la première agit en libérant une substance antibiotique, la seconde par sa faculté d'assimiler très rapidement et en grandes quantités les phosphates du milieu (compétition pour les éléments nutritifs).

## 2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

Des prélèvements massifs, au filet à plancton (maille 60 $\mu$ ) ont été effectués dans le Petit Lac en novembre 1978, lors de la croissance massive d'*Oscillatoria rubescens*. L'observation au microscope de ces prélèvements a montré une composition presque exclusive en *Oscillatoria rubescens* (presque pas de zooplancton).

Malgré la présence relativement importante de *Rhodomonas minuta* dans le lac, cette dernière n'apparaît pas dans les prélèvements en raison de la taille des mailles du filet. Aussi le matériel récolté a-t-il pu être utilisé pratiquement tel quel pour

l'expérimentation. Les bactéries et le nannoplancton ont été éliminés par filtration jusqu'à  $0,45\mu$  et lavage à l'eau distillée stérile.

La masse des cellules algales est broyée, diluée avec de l'eau distillée approximativement jusqu'à la concentration cellulaire initiale au lieu de prélèvement et subit ensuite une centrifugation à 20 000 tours/min. pendant 20 minutes. Le surnageant constituera l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* qui sera utilisé dans les tests d'antibiose.

Ces derniers sont effectués vis-à-vis de 7 espèces phytoplanctoniques de notre collection d'algues monospécifiques provenant du Léman. Nous avons utilisé 2 espèces de cyanophycées: *Oscillatoria bourrellyi* et *Anabaena sp.*; 2 espèces de diatomées: *Diatoma elongatum* et *Fragilaria crotonensis*; 3 espèces de chlorophycées: *Dictyosphaerium pulchellum*, *Pediastrum sp.* et *Staurastrum sp.*

Ces algues sont cultivées dans des tubes contenant 10 ml de milieux stériles dont la composition est la suivante:

(Station d'Hydrobiologie lacustre, INRA (Thonon); R. Juge).

1. Cyanophycées [mg./l.]:  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ : 25;  $K_2HPO_4$ : 31;  $CaNO_3 \cdot 4H_2O$ : 59;  $NaNO_3$ : 311,3;  $Na_2CO_3$ : 21;  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ : 1,33; EDTA: 6; solution d'oligo-éléments: 1,71; extrait de terre: 15 ml./l.; eau du lac filtrée stérile: 50 ml./l.

2. Diatomées [mg./l.]:  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ : 25;  $CaNO_3 \cdot 4H_2O$ : 61,3;  $Na_2CO_3$ : 20;  $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ : 1,33; EDTA: 6;  $KH_2PO_4$ : 10;  $SiO_3Na_2$ : 25; solution d'oligo-éléments: 2,1; extrait de terre: 15 ml./l.; eau du lac filtrée stérile: 50 ml./l.

3. Chlorophycées [mg./l.]:  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ : 30;  $K_2HPO_4$ : 40;  $KNO_3$ : 150;  $CaNO_3 \cdot 4H_2O$ : 30; citrate de fer: trace; solution d'oligo-éléments: 2,1; extrait de terre: 15 ml./l.; eau du lac filtrée stérile: 50 ml./l.

La stérilité des milieux est assurée par autoclavage pendant 20 minutes à  $115^\circ C$ .

Les inoculations (0,1 ml) sont faites à partir de précultures en phase exponentielle de croissance.

Après 48 heures de mise en culture, 2 ml d'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* sont ajoutés dans 4 cultures de chaque espèce testée et le même volume d'eau distillée stérile est ajouté dans 4 séries témoins.

La croissance des algues a été suivie régulièrement pendant 30 jours. L'estimation s'est faite de différentes manières selon les algues considérées: observation des cultures au microscope et comptage des organismes en cellule de Nageotte; mesure du poids frais des cellules centrifugées à 20 000 tours/min. pendant 10 minutes. D'une manière générale les expériences ont été répétées deux fois dans leur ensemble.

## RÉSULTATS

La figure 1) représente, comparée à l'évolution de cultures témoins, la multiplication pendant 30 jours de populations de diatomées et de chlorophycées auxquelles un extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* a été ajouté dans le milieu de culture. La figure 2) représente, selon le même type d'expérience, le poids frais obtenu après 30 jours de culture de populations de diatomées et de cyanophycées. Dans tous les cas il a été vérifié qu'il n'y avait aucune infection bactérienne et l'aspect morphologique des cellules a été examiné en microscopie optique.

Nous observons que la multiplication des deux espèces de diatomées testées, *Diatoma elongatum* et *Fragilaria crotonensis*, a été presque totalement inhibée par l'adjonction d'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* en milieu de cultures. La plupart des quelques cellules présentes étaient vides ou fortement vacuolisées. Il faut rappeler que l'extrait inhibiteur n'est ajouté qu'après 2 jours de culture.

La multiplication des deux cyanophycées utilisées, à savoir: *Oscillatoria bourrellyi* et *Anabaena sp.* a été fortement inhibée par la présence de l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens*. Les cellules des filaments d'*Oscillatoria bourrellyi* paraissaient beaucoup plus vacuolisées et les filaments d'*Anabaena sp.* étaient généralement beaucoup plus courts que dans les cultures témoins.

L'extrait inhibiteur ne semble avoir aucun effet, ni sur la morphologie des cellules, ni sur le taux de multiplication des deux chlorophycées: *Pediastrum sp.* et *Dictyosphaerium pulchellum*, et de la conjuguée: *Staurastrum sp.* Le tableau 1) résume de manière schématique l'ensemble des résultats obtenus à partir de plusieurs essais similaires.

TABLEAU 1. — Effets de l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* sur la multiplication de sept algues phytoplanctoniques après 30 jours de culture.

(0: effet nul; + : effet inhibiteur faible; ++ : effet inhibiteur fort; +++ : effet inhibiteur total)

| Espèce phytoplanctonique          | Inhibition |
|-----------------------------------|------------|
| <i>Fragilaria crotonensis</i>     | +++        |
| <i>Diatoma elongatum</i>          | +++        |
| <i>Anabaena sp.</i>               | ++         |
| <i>Oscillatoria bourrellyi</i>    | ++         |
| <i>Pediastrum duplex</i>          | 0          |
| <i>Staurastrum sp.</i>            | 0          |
| <i>Dictyosphaerium pulchellum</i> | 0          |

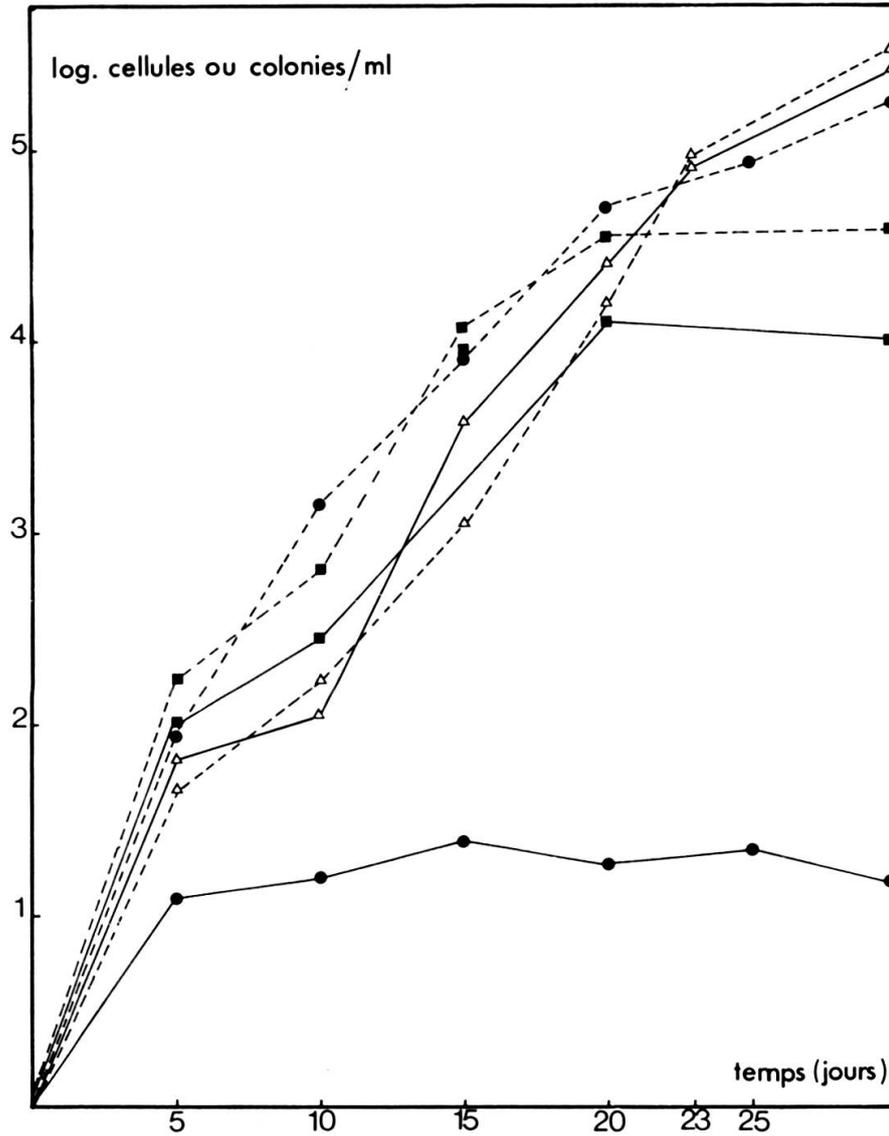


FIG. 1. — Croissance de *Diatoma elongatum* (cercles) *Staurastrum* sp. (triangles) et *Pediastrum duplex* (carrés) en présence (traits discontinus) ou non (traits continus) d'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* (10 g cellules ou colonies/ml).

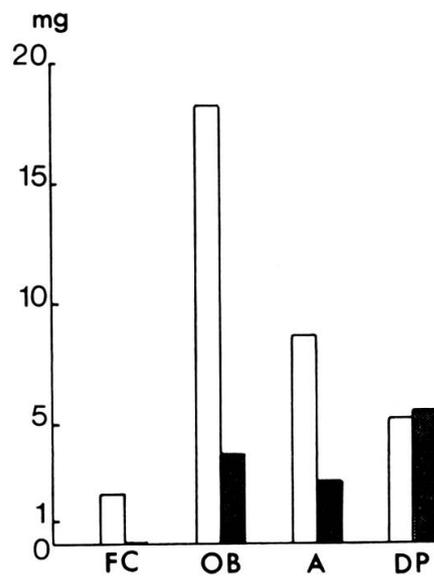


FIG. 2. — Poids frais de cultures de *Fragilaria crotonensis* (F.C.), *Oscillatoria bourrelly* (O.B.) *Anabaena* sp. (A) et *Dictyosphaerium pulchellum* (D.P.) après 30 jours, en présence (noir) ou non (en blanc) de l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens*.

## DISCUSSION ET CONCLUSION

Les résultats obtenus par divers auteurs (1, 10, 11, 18, 19) mettent en évidence des comportements divers des algues en culture mixte et en présence de filtrat de culture. Il peut y avoir interaction entre les différentes espèces, soit par le biais de télémediateurs chimiques, soit par les conséquences de la compétition pour les différents substrats du milieu nutritif.

Les résultats présentés ici provenant d'essais réalisés à partir de l'extrait cellulaire d'*Oscillatoria rubescens* ne permettent pas de déduire que le principe inhibiteur puisse être excrété par les cellules vivantes. Nous constatons néanmoins que cette cyanophycée est potentiellement capable à des concentrations physiologiques, d'inhiber la croissance algale.

Il est intéressant de constater que toutes les algues n'offrent pas la même sensibilité à la présence d'*Oscillatoria rubescens*. En effet, seules les cyanophycées et les diatomées sont affectées par l'inhibiteur présumé. Or, ce sont précisément ces algues-là qui colonisent les eaux à l'époque où *Oscillatoria rubescens* a fait son apparition, les chlorophycées n'étant que sporadiques à cette saison. Il se pourrait aussi que les chlorophycées (du moins celles que nous avons testées) aient un seuil de sensibilité différent à l'inhibiteur.

L'évolution des communautés phytoplanctoniques du Léman (3) et les résultats de nos expériences confirment les constatations faites par Keating (7,8). Cet auteur a mis en évidence l'activité inhibitrice du filtrat de culture de cyanophycées ou de l'eau du lac au moment d'une fleur d'eau sur la croissance de diatomées isolées à partir de prélèvements effectués dans le même lac. Dans le milieu étudié par Keating, les explosions de diatomées alternent comme dans le Léman, avec celles des cyanophycées. Elle a de plus observé que les populations de diatomées qui succèdent aux algues bleues sont d'autant moins importantes que la poussée de cyanophycées est forte. Ce phénomène ne se produit toutefois pas dans le Léman, lac méso-eutrophe (9, 16) et régulièrement dominé par les populations de diatomées en hiver et au printemps.

D'autres auteurs, tels que Fitzgerald (4) et Vance (22) lient l'apparition de fleurs d'eau (cyanophycées) à une fertilisation accrue des eaux. La question se pose dès lors de savoir pourquoi seuls ces organismes sont capables de survivre et comment ils excluent les autres. Plusieurs espèces ont, nous l'avons vu plus haut (10), une capacité d'assimilation très rapide des sels minéraux (phosphates). Leur croissance serait donc nettement favorisée par rapport à celle des autres algues. En se multipliant, certains de ces organismes libéreraient des substances dans le milieu, bloquant ainsi la croissance des espèces présentes. De plus, la résistance à la diminution de qualité des eaux, le taux de division cellulaire et la diminution de la quantité

de lumière incidente (due aux fleurs d'eau) sont autant de facteurs qui peuvent également favoriser la croissance de certaines espèces aux dépens des autres.

Il semble raisonnable de penser que c'est lors de fleurs d'eau (de composition souvent monospécifique) que le phénomène d'allélopathie peut jouer un rôle: étant donné la forte densité de la population, la concentration en substances antibiotiques peut alors devenir momentanément importante.

Non seulement nos résultats confirment en partie ceux de Keating mais ils démontrent de plus, que les cellules algales vivantes élaborent une substance ou un groupe de substances qui sont actives avant d'être libérées dans le milieu. Cette activité allélopatique ne nécessite donc pas de transformation préalable de produit extracellulaire pour se manifester: les facteurs physicochimiques et surtout la flore bactérienne aquatique ne joueraient pas un rôle fondamental d'activateur des substances antibiotiques relâchées par *Oscillatoria rubescens*.

## REMERCIEMENTS

Nous remercions vivement M. Jean-Bernard Lachavanne pour ses conseils et la lecture critique de ce document.

## RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. AUBERT, M. (1971). Télémédiateurs chimiques et équilibre biologique océanique première partie: théorie générale. *Rev. Intern. Océanogr. Med. Tome XXI*: 5-16.
2. BOSSET, E. (1980). Evolution de l'état sanitaire du lac de Joux de 1953/57 à 1978/79. Laboratoire cantonal du canton de Vaud. 1066 Epalinges.
3. COMMISSION INTERNATIONALE POUR LA PROTECTION DES EAUX DU LÉMAN CONTRE LA POLLUTION (C.I.P.E.L.) Sous-commission technique (1957-1960 à 1979). — Rapports sur les études et recherches entreprises dans le bassin lémanique. Av. de Chailly 23, CH-1012 Lausanne.
4. FITZGERALD, G. P. (1964). The biotic relationships within water blooms. In: *Algae and Man* (D. F. Jackson, ed.), pp. 300-306. Plenum Press, New York.
5. JAKOB, H. (1954a). Compatibilités et antagonismes entre algues du sol. *C. R. Acad. Sci. Paris 238*: 928-930.
6. JAKOB, H. (1954b). Sur les propriétés antibiotiques énergiques d'une algue du sol: *Nostoc muscorum* Ag. *C. R. Hebd. Seanc. Acad. Sci. Paris 238*: 2018.
7. KEATING, K. I. (1977). Allelopathic influence on blue-green bloom sequence in a eutrophic lake. *Science*, vol. 196: 885-887.
8. KEATING, K. I. (1978). Blue-green algal inhibition of diatom growth: Transition from mesotrophic to eutrophic community structure. *Science*, vol. 199: 971-973.
9. LACHAVANNE, J.-B. (1980). Les manifestations de l'eutrophisation des eaux dans un grand lac profond: le Léman (Suisse). *Schweiz. Z. Hydrol.* 42-2: 127-154.
10. LAM, C. W. I. & W. B. SILVESTER (1979). Growth interactions among Blue-green (*Anabaena oscillarioides*, *Microcystis aeruginosa*) and green (*Chlorella* sp.) algae. *Hydrobiologia* vol. 63,2: 135-143.

11. LANGE, W. (1974). Competitive exclusion among three planctonic Blue-green algal species. *J. Phycol.* 10 : 411-414.
12. LEFEVRE, M., H. JAKOB & M. NISBET (1950). Sur la sécrétion, par certaines Cyanophycées, de substances algostatiques dans les collections d'eau naturelles. *C. R. Acad. Sci. Paris* 230 : 2226.
13. — (1951). Compatibilités et antagonismes entre algues d'eau douce dans les collections d'eau naturelles. *Vehr. Int. Ver. Limnol.* 11 : 224-229.
14. — (1952). Auto- et hétéro-antagonisme chez les algues d'eau douce. *Ann. Station Centr. Hydrobiol. Appl.* 4 : 197 pp.
15. PELLETIER, J. P. (1968). Première colonisation du Léman par *Oscillatoria rubescens* D. C. *Rev. Algol.* 2 : 186-192.
16. PELLETIER, J. P. (1977). Evaluation de la production primaire. Campagne 1977. Rapport 1977 de la commission internationale pour la protection des eaux du Léman contre la pollution: 103-106.
17. PELLETIER, J. P. (1978). Les paramètres de production primaire en tant que critères de l'état trophique des lacs. In Colloque sur les lacs naturels, 18-21 septembre 1978, Chambéry. Ed. Université de Savoie, Chambéry (1980).
18. PINCEMIN, J.-M. (1971). Télémédiateurs chimiques et équilibre biologique océanique. Troisième partie. Etude in vitro des relations entre populations phytoplanctoniques. *Rev. Int. Oceanogr. Méd.* 22-23 : 165-196.
19. PROCTOR, V. W. (1957). Studies of algal antibiosis using *Haematococcus* and *Chlamydomonas*. *Limnol. Oceanogr.* 2 : 125-139.
20. RICE, E. L. (1974). Allelopathy. Academic Press.
21. STEEL, J. A. (1971). Factors affecting algal blooms. In Sykes, G. and A. Skinner (eds.): Microbial aspects of pollution. Acad. Press.: 201-213.
22. VANCE, B. D. (1965). Composition and succession of Cyanophycean water blooms. *J. Phycol.* 1 : 81-86.