

# REVUE ALGOLOGIQUE



LABORATOIRE DE CRYPTO GAMIE  
MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE  
12, RUE DE BUFFON - 75005 PARIS

COMITÉ DE LECTURE

F. ARDRE, M. CHADEFAUD, A. COUTE, J. FELDMANN, F. GASSE, P. GAYRAL  
M. T. L'HARDY, F. MAGNE, R. MESLIN, A. SOURNIA

Copyright © 1978, *Revue Algologique*.

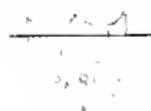
Éditeur : A. D. A. C.

# REVUE ALGOLOGIQUE

Fondée en 1922 par P. ALLORGE et G. HAMEL

Directeurs : P. BOURRELLY et R. LAMI

Rédacteur : M. RIGARD



## SOMMAIRE

M. CHADEFAUD. — Jean Feldmann. . . . .	275
H. HUVE et A. KIENER. — Prolifération explosive, à l'étang du Canet (Pyrénées orientales), d'une fleur d'eau à <i>Anabaenopsis arnoldii</i> Aptekarj (Cyanophycée, Nostocacée) . . . . .	289
P. BOURRELLY et A. COUTE. — Algues d'eau douce rares ou nouvelles pour la flore française. . . . .	295
C.J. DAWES and C.A. LOHR. — Cytoplasmic organization and endosymbiotic bacteria in the growing points of <i>Caulerpa prolifera</i> . . . . .	309
M. NIZAMUDDIN and N. BEGUM. — Studies on the marine algae (Punctariales) from Karachi. . . . .	315
A.K.S.K. PRASAD and A. VIDYAKUMARI. — <i>Bumilleria</i> Borzi from south India. . . . .	327
S. LOISEAUX et C. ROZIER. — Culture axénique de <i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm. (Phéophycées) . . . . .	333
P.C. THOMAS, K. SUBBARAMAIAH and E.R.R. IYENGAR. — Natural growth and agar content of <i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskal) Feld. et Hamel in an exploited population. . . . .	341
I. AKATSUKA. — Hair and cuticle as special structure of frond surface of gelidiaceous algae. . . . .	349
OUVRAGES REÇUS POUR ANALYSE . . . . .	359
Table du tome XIII . . . . .	365

## JEAN FELDMANN (1905 - 1978)

M. CHADEFAUD



Le 18 septembre dernier, dans l'après-midi, en quelques heures, notre collègue et ami, le professeur Jean FELDMANN a été emporté par un infarctus. Sa disparition, aussi subite qu'inattendue, est pour la botanique française une perte très grave. Elle l'est surtout pour l'algologie française, dont il était le « chef » incontesté et le plus brillant représentant vis à vis de l'étranger : il l'avait en quelque sorte recréée; par ses ouvrages personnels et par ceux de ses élèves, poursuivis sous sa direction, il lui avait rendu un lustre comparable à celui qu'elle avait eu au temps de BORNET et THURET, puis de C. SAUVAGEAU. De plus, il avait été le fondateur de la Société Phycologique de France.

\* Laboratoire de Cryptogamie, Université P. et M. Curie, 9, Quai Saint-Bernard, 75005 Paris.

*Rev. Algol.*, N. S., 1978, XIII, 4 : 275-287.

Né à Paris, le 25 juin 1905, bachelier en 1923 (latin-sciences-philosophie), il prépara dans cette ville une licence ès-sciences naturelles (1924-1926; botanique, zoologie et géologie) et y poursuivit des études de pharmacie (diplôme de pharmacien, 1929). Ensuite, il prépara un doctorat ès-sciences : thèse soutenue à Paris en 1937, mention très honorable. Sa carrière universitaire s'est déroulée d'abord à la Faculté des Sciences d'Alger, où il fut successivement assistant (1933-1945), maître de conférences (1945-1948), enfin professeur (1948-1949). Elle s'est terminée à la Faculté des Sciences de Paris (actuellement Université Pierre et Marie CURIE), où depuis 1949 il fut successivement maître de conférences, ensuite professeur, et où il prit sa retraite en 1976.

Comme algologue, Jean FELDMANN fut d'abord remarquable par son immense érudition. Nul mieux que lui ne connaissait les Algues marines, et non seulement celles de la France ou de la Méditerranée occidentale, mais aussi celles de bien d'autres régions du globe, qu'il avait récoltées au cours de nombreux voyages, ou observées dans des herbiers. Et nul mieux que lui ne connaissait tout ce qui avait été écrit sur les Algues, depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle jusqu'à nos jours. A ceci on doit ajouter la constitution d'un très important herbier d'Algues marines (légué au Muséum National d'Histoire Naturelle).

Mais J. FELDMANN ne fut pas seulement un érudit hors ligne : ce fut aussi un savant au sens fort du terme. Car il ne lui avait pas suffi de connaître à fond les Algues marines : il a poursuivi de très importantes recherches sur leur mode de vie, leur organisation, leur reproduction.

Parmi bien d'autres publications, concernant le mode de vie et la répartition des Algues, sa thèse de Doctorat (1937) : «Les Algues marines de la côte des Albères» est un ouvrage de 300 pages, dans lequel il a proposé, avec succès, une nouvelle classification (reprise en 1970) des étages de végétation marine (supra-littoral, littoral, infra-littoral supérieur, infra-littoral inférieur) et étudié les différents facteurs (physiques, chimiques, dynamiques et biologiques) régissant la répartition de ces Algues. Cette étude approfondie débouche sur une classification nouvelle de formes biologiques algales.

Dans un ordre d'idées différent, J. FELDMANN (seul ou avec Mme G. FELDMANN) a fait de très intéressantes recherches sur les Floridées parasites d'autres Floridées : l'étude des organes reproducteurs de ces espèces minuscules et incolores a montré que beaucoup d'entre elles sont étroitement apparentées à leur hôte, comme si elles étaient dérivées par une mutation, ou si elles en étaient soeurs, ce qui en fait des «adelpho-parasites» (J. et G. FELDMANN, 1954, 1958, 1961, 1963).

En ce qui a trait à l'organisation des Algues, J. FELDMANN a étudié un grand nombre d'espèces, dont il a en particulier examiné les caractères cytologiques et leur valeur systématique. C'est en grande partie d'après ces caractères qu'il a proposé un nouveau groupement par familles des Siphonocladales, créé l'ordre des Dasycladales, puis ceux des Caulerpales (à séparer des Siphonales parce qu'elles sont hétéroplastidiées), des Scytosiphonales et des Acrochaetales. A noter aussi ses publications sur diverses particularités cytologiques ou cytochimiques des Floridées (corps en cerise du *Laurencia obtusa*, corps irisants,

cellules sécrétrices, rôle absorbant des poils hyalins et des trichoblastes, rôle conducteur des cellules axiales, hétérosides à glycérol, remplaçant les lipides, floridorubines du *Rytiphlaea tinctoria*, remplaçant la phycoérythrine).

Enfin, sur la reproduction des Algues marines, en collaboration avec Mme FELDMANN, J. FELDMANN a fait connaître le cycle de diverses espèces, et cela constitue une partie tout à fait remarquable de son oeuvre. On doit noter ici surtout ce qui concerne les Bonnemaisoniacées (1937, 39, 41, 42) : ces Floridées, qu'on croyait n'exister que sous la forme de gamétophytes, porteurs de carposporophytes, ont en réalité des tétrasporophytes, mais très différents des gamétophytes, beaucoup plus petits, et plus simples. Ces tétrasporophytes étaient déjà connus mais on n'en avait pas reconnu la vraie nature : *Falkenbergia* pour l'*Asparagopsis armata*, *Hymenoclonium* pour le *Bonnemaisonia asparagoides*, *Trilliella* pour le *Bonnemaisonia hamifera*. La reconnaissance de leur vraie valeur a énormément intéressé les algologues; elle constitue l'un des plus beaux fleurons de l'oeuvre de notre regretté ami. Elle l'a ensuite conduit à d'importantes publications (1952, 1953, 1958, 1959, 1961, 1972) sur l'évolution des cycles des Algues et sur leur importance en systématique, notamment dans le cas des Floridées.

Ces quelques lignes ne donnent qu'une idée incomplète de ce que furent les travaux et publications de J. FELDMANN : il n'est en effet pas possible de résumer ici tous ceux qui concernent ses observations floristiques, phytogéographiques et systématiques. Ils ont porté sur des algues très diverses et aussi sur des Bactéries, des Champignons marins, des Lichens et même des Archégoniates !

Et maintenant J. FELDMANN n'est plus. Ses élèves, ses amis et l'Algologie française en sont profondément éprouvés, car il n'est pas de ceux qu'on oublie ni qu'on peut remplacer facilement. Pour ma part, qu'il me soit permis en finissant d'évoquer notre amitié, et les échanges de faits et d'idées qui, depuis environ 1930, ont pour l'un et pour l'autre été un enrichissement intellectuel.

#### LISTE CHRONOLOGIQUE DES PUBLICATIONS

de Jean FELDMANN

- 1928 - La répartition géographique des Fucacées et des Laminaires sur les côtes occidentales de la Péninsule Ibérique. *C. R. Acad. Sc. Paris* 187: 1162-1163. (en collab. avec G. HAMEL).
- 1929 - Notes sur quelques algues marines de Banyuls. *Bull. Soc. Bot. France* 76: 785-793.
- 1930 - Le *Ctenosiphonia hypnoides* (Welw.) Schmitz sur la côte basque. *Rev. Algol.* 5 (3-4): 431-432.
- 1931 - Sur deux Volvocacées nouvelles pour la flore française. *Rev. algol.* 6 (1): 88-89.
- 1931 - Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie. Les Algues de Cherchell. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 22: 179-254.
- 1931 - Remarques sur les genres *Gelidium* Lamour., *Gelidiopsis* Schmitz et *Echinocaulon*

- (Kütz.) emend. *Trav. Crypt. dédiés à L. MANGIN* : 151-166.
- 1931 - *Anadyomene stellata* (Wulfen) C. Agardh. Faune et Flore de la Méditerranée, publiées par la Commission internat. pour l'Expl. Scient. de la Mer Médit.
- 1931 - *Vaucheria piloboloides* Thuret. Faune et Flore de la Méditerranée, publiées par la Commission internat. pour l'Expl. Scient. de la Mer Médit.
- 1931 - *Gymnogongrus nicaensis* (Duby) Ardissonne et Strafforello. Faune et Flore de la Méditerranée, publiées par la Commission internat. pour l'Expl. Scient. de la Mer Médit.
- 1932 - Notes sur quelques algues marines de Tunisie. Station océanographique de Salambô. *Notes* (24) 20 p. (1931).
- 1932 - Sur la répartition dans la Méditerranée occidentale du *Melanopsamma Tregoubovii* Ollivier var. *Cystoseirae* Oll., Pyrénomycète parasite du *Cystoseira abrotanifolia* C. Ag. *Rev. algol.* 6 (2) : 225-226.
- 1933 - Sur la biologie des *Trichodesmium* Ehrenberg. *Rev. algol.* 7: 357-358.
- 1933 - Qu'est-ce que le *Sporochmus dichotomus* Zanardini. *Rev. Algol.* 7: 358-359.
- 1933 - Sur quelques Cyanophycées vivant dans le tissu des éponges de Banyuls. *Arch. Zool. exper. et gén.* 75 (25) (*Protistologica* XL1) : 381-404.
- 1933 - Sur les relations entre les conditions physiques et la flore des flaques littorales de la côte des Albères. *C. R. Acad. Sc. Paris* 197: 870-871 (en collab. avec Ad. DAVY DE VIRVILLE).
- 1933 - Les conditions physiques et la végétation des flaques littorales de la côte des Albères. *Rev. gén. Bot.* 45: 621-654, pl. XX-XXIV (en collab. avec A. DAVY DE VIRVILLE).
- 1933 - Contribution à la flore algologique marine de l'Algérie, fasc. 2. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 24: 360-366.
- 1934 - Les Laminariacées de la Méditerranée et leur répartition géographique. *Bull. Trav. publiés par la Stat. d'Aquicult. et de Pêche de Castiglione* 1932 (2) : 141-184.
- 1934 - Observations sur quelques Gelidiacées. *Rev. gén. Bot.* 46: 528-550 (en collab. avec G. HAMEL).
- 1934 - A propos de la présence en France du *Nostochopsis lobatus* Wood. *Bull. Soc. bot. France* 81: 612-618 (en collab. avec P. FREMY).
- 1935 - Matériaux pour la flore algologique marine de la Tunisie. II. Contribution à l'étude biologique et systématique de la «Muffa». *Station océanographique de Salambô. Notes* (29), 24 p. (en collab. avec P. FREMY).
- 1935 - Sur quelques algues marines rares ou nouvelles pour l'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 26 (6) : 164-165.
- 1935 - Sur la présence en Algérie du *Dermatophyton radians* PETERS. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 26 (6) : 165.
- 1935 - Algues marines des Iles du Cap Vert récoltées par M. le Professeur Aug. Chevalier, in A. Chevalier, Les Iles du Cap Vert. Flore de l'Archipel. *Rev. Bot. appl.* 15: 1069-1071.
- 1935 - *Algae marinae mediterraneae novae*. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 26: 362-369.
- 1936 - *Algae*, in MAIRE et WILCZEK. Florule des Iles Habibas. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 26bis: 68-69.
- 1936 - La végétation marine de la Guadeloupe, in H. STEHLE. Essai d'écologie et de Géographie botanique de la Guadeloupe : 251-260, Basse-Terre (1935-1936) (en collab. avec R. LAMI).
- 1936 - Floridées de France VII, Géliidiales. *Rev. algol.* 9 (1-2) : 85-140 (en collab. avec G. HAMEL).

- 1936 - Le phototropisme du *Derbesia lamourouxii* Solier. *Rev. algol.* 9 (1-2): 145-147.
- 1936 - Sur la végétation de la Mangrove à la Guadeloupe. *C. R. Acad. Sc. Paris* 203: 383-384 (en collab. avec R. LAMI).
- 1936 - Les Monocotylédones marines de la Guadeloupe. *Bull. Soc. bot. France* 83: 604-613.
- 1937 - Sur la végétation marine de la Guadeloupe. *C. R. Acad. Sc. Paris* 204: 186-187 (en collab. avec R. LAMI).
- 1937 - Sur la structure et les affinités du *Ceramium Poeppigianum* Grunov (*Reinboldiella Poeppigiana* comb. nov. (Rhodophyceae Ceramiaceae). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 28: 213-223 (en collab. avec G. MAZOYER).
- 1937 - Additions à la flore des Algues marines d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 28: 318-321 (en collab. avec G. MAZOYER).
- 1937 - Sur une nouvelle espèce de Laminariacée de Mauritanie: *Ecklonia muratii* nov. sp. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 28: 325-327.
- 1937 - Sur une algue nouvelle pour les côtes françaises de la Manche. *Bull. du Laboratoire maritime de Dinard* 17: 43-45.
- 1937 - Recherches sur la végétation marine de la Méditerranée. La côte des Albères. *Rev. algol.* 10: 1-339, pl. I-XX.
- 1937 - Les Algues marines de la côte des Albères. I-III. Cyanophycées, Chlorophycées et Phéophycées. *Rev. algol.* 9, 197 p., pl. 8-17.
- 1937 - Sur l'identité de l'*Hymenoclonium serpens* (Crouan) Batters et du protonema du *Bonnemaisonia asparagoides* (Woodw.) C. Ag. *C. R. Acad. Sc. Paris* 205: 1084-1085 (en collab. avec G. MAZOYER).
- 1937 - Sur les gonidies de quelques *Arthopyrenia* marins. *Rev. bryol. et lichénol.* 10: 64-73.
- 1937 - Répartition géographique de l'*Ecklonia muratii* Feldm. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 28: 509.
- 1937 - Les Algues et les Phanérogames marins. Encyclopédie française 10, 5'72-2 à 5'72-5.
- 1938 - Sur la répartition du *Diplanthera wrightii* Ascher sur la côte occidentale d'Afrique. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 107-112.
- 1938 - Sur une nouvelle espèce de Phéophycée du Rio de Oro. *Myriogloea atlantica* nov. sp. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 113-116.
- 1938 - Sur le développement des tétraspores du *Caulacanthus ustulatus* (Mert.) Kütz. (Rhodophycée). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 298-303.
- 1938 - Sur les ioduques de l'*Asparagopsis armata* Harv. *C. R. Acad. Sc. Paris* 206: 1396-1398 (en collab. avec G. MAZOYER).
- 1938 - Sur un nouveau genre de Siphonocladacées. *C. R. Acad. Sc. Paris* 206: 1503-1504.
- 1938 - Sur une nouvelle espèce de *Gymnogongrus* des côtes d'Algérie et sur son mode de reproduction. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 335 (en collab. avec G. MAZOYER).
- 1938 - Sur la classification de l'ordre des Siphonocladales. *Rev. gén. Bot.* 50: 571-597.
- 1938 - Présence du *Lophocladia lallemandi* (Mont.) Schmitz. aux environs d'Alger. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 479 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1938 - Deux algues chitinoles nouvelles pour la Méditerranée. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 29: 479-480.
- 1939 - *Haraldia*, nouveau genre de Delesseriacées. *Botaniska Notiser* 1939, 6 p. Lund.
- 1939 - Le développement des spores chez les Floridées. *Chronica Botanica* 5 (1): 23-24, Leiden.

- 1939 - Observations sur une algue (*Dermatophyton radians* Peter) vivant dans la carapace des tortues d'eau douce. *Bull. Trav. publiés par la Stat. d'Aquicult. et de Pêche de Castiglione* : 73-89, Alger.
- 1939 - Sur le développement des carpospores et l'alternance de générations de l'*Asparagopsis armata* Harvey. *C. R. Acad. Sc. Paris* 208: 1240-1242 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1939 - Sur l'alternance de générations chez les Bonnemaisoniacées. *C. R. Acad. Sc. Paris* 208: 1425-1427 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1939 - Sur quelques Cyanophycées rouges draguées aux environs d'Alger. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 30: 10-13.
- 1939 - Une Némalionale à carpotétraspores: *Helminthocladia hudsoni* (C. Ag.) J. Ag. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 30: 87-97.
- 1939 - Sur la structure des cellules axiales de l'*Asparagopsis armata* Harv. *C. R. Acad. S. Paris* 208: 1743-1745 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1939 - Les Algues marines de la côte des Albères IV. Rhodophycées (Bangiales, Némalionales, Cryptonémiales). *Rev. algol.* 11 (3-4): 247-330.
- 1939 - Le *Blodgettia confervoides* Harv. est-il un lichen? *Rev. bryol. et lichénol.* 11: 155-163.
- 1939 - Structure cytologique et rôle physiologique des organes piliformes des Céramiacées. *C. R. Acad. Sc. Paris* 209: 1003-1005 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1940 - *Crouaniopsis*, nouveau genre de Céramiacée méditerranéenne. *C. R. Acad. Sc. Paris* 210: 181-183 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1940 - Sur la structure du procarpe et le développement du gonimoblaste chez le *Lejolisia mediterranea*. *C. R. Acad. Sc. Paris* 210: 308-310 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1940 - Additions à la flore des Algues marines de l'Algérie. Fasc. 2. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 30: 453-464 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1940 - Note sur une Chytridiale parasite des spores de Céramiacées. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 31: 72-75 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1940 - La végétation benthique de la Méditerranée. Contribution à l'étude de la répartition actuelle et passée des organismes dans la zone néritique. *Mém. Soc. Biogéogr.* 7: 181-195.
- 1941 - *Maireomyces*, nouveau genre de Pyrénomycète marin. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 31: 163-166.
- 1941 - Une nouvelle espèce de Spheropsidée parasite d'une algue marine. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 31: 167-170.
- 1941 - Une nouvelle espèce de *Plasmodiophora* (*P. bicaudata*) parasite du *Zostera nana* Roth. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 31: 171-177 (1940).
- 1941 - Une nouvelle espèce de Xanthophycée marine: *Tribonema marinum*. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 32: 56-60.
- 1941 - Un nouveau *Peyssonelia* des côtes nord-africaines. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 32: 284-288.
- 1941 - Influence de la vie en eau douce sur la Morphologie et la Cytologie de l'*Enteromorpha marginata* J. Ag. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 32: 289-292 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1941 - Flore et végétation marines de la côte basque française. *Bull. Soc. bot. France* 88: 123-142, pl. VIII (en collab. avec R. LAM1).
- 1941 - Sur une nouvelle espèce de *Fucus* de la côte basque: *Fucus chalonii* nov. sp. *Bull. Soc. bot. France* 88: 143-147.

- 1941 - Un nouveau type d'alternance de générations chez les Rhodophycées: les Bonnemaisoniacées. *Chronica botanica* 6 (14): 313-314 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1941 - Algues marines du Sénégal in J. TROCHAIN: Contribution à l'étude de la végétation du Sénégal. *Mém. Inst. franç. Afr. noire* 2, Paris (1940): 108-110.
- 1942 - Les Algues marines de la côte des Albères. IV (suite) Gigartinales, Rhodyméniales. *Rev. algol.* 12 (1-2): 77-100 (1941).
- 1942 - Les *Kallymenia* (Rhodophycées, Cryptonémiales) des côtes d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 33: 7-14.
- 1942 - Deux Myxomycètes nouveaux pour l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 33: 33.
- 1942 - La structure cytologique d'une Phéophycée: *Nemoderma tingitanum* Schousboe. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 33: 177-182.
- 1942 - Recherches sur les Bonnemaisoniacées et leur alternance de générations. *Ann. Sc. nat. Botanique* 11ème sér., 3: 75-175, 2 pl. hors texte (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1942 - Remarques sur les Némastomacées. *Bull. Soc. bot. France* 89 (4-6): 104-113.
- 1943 - Additions à la Flore des Algues marines de l'Algérie. Fasc. 3. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 33: 230-245 (1942) (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1943 - Les Algues marines de la côte des Albères, IV. Cérariales. *Trav. algol.* 1: 29-113 (1942).
- 1943 - Contribution à l'étude de la flore marine de profondeur sur les Côtes d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 34: 150-167.
- 1943 - Le développement des spores et le mode de croissance de la fronde chez le *Spyridia filamentosa* (Wulf.) Harv. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 34: 213-221 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1943 - Une nouvelle espèce de *Myriactula* parasite du *Cracilaria armata* J. Ag. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 34: 222-229.
- 1944 - Une nouvelle espèce de *Cystoseira* (Fucales, Sargassacées) des côtes d'Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 35: 7-10.
- 1944 - Sur une Méliolacée (Ascomycètes, Erysiphales) vivant associée à une Cyanophycée. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 35: 13-16.
- 1944 - Sur les cellules sécrétrices à mucilage de certains *Halymenia* (Rhodophycées). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 35: 41-46 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1945 - Sur la présence du genre *Chrysosplenium* en Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 35: 103-107 (en collab. avec L. FAUREL) (1944).
- 1945 - Sur le métabolisme du glycérol chez les Rhodophycées. *C. R. Acad. Sc. Paris* 220: 467-468 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1945 - Une nouvelle espèce de *Levringia* (Phéophycée, Chordariales) du Sud de Madagascar. *Bull. du Muséum* 2ème sér., 17 (4): 340-341.
- 1945 - Le genre *Sematophyllum* (Bryophytes-Hypnobryales) en Algérie. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 36: 79-81.
- 1945 - Note sur la végétation de la Kabylie de Collo. *Soc. Biogéogr.* 22 (193): 56-60 (en collab. avec L. FAUREL).
- 1946 - Sur l'hétéroplastie de certaines Siphonales et leur classification. *C. R. Acad. Sc. Paris* 222: 752-753.
- 1946 - Recherches sur l'appareil conducteur des Floridées. *Rev. Cytol. et Cytophysiol. végét.* 8 (1-4): 159-209 (en collab. avec G. FELDMANN).

- 1946 - La végétation thio-thermale de la Source de Moulay-Yakoub (Maroc). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord.* 37: 29-34.
- 1946 - A propos d'un récent travail du Prof. H. KYLIN sur l'alternance de générations du *Bonnemaisonia asparagoides*. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 37: 35-38 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1946 - Quelques algues marines de Roscoff nouvelles pour les côtes de la Manche. *Bull. Soc. bot. France* 93 (7-8): 234-237 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1946 - Une Algue méconnue: *Sphaeroplea soleirolii* (Duby) Montagne. *Bull. Muséum*, 2ème sér., 18 (5): 412-415 (en collab. avec P. BOURRELLY).
- 1947 - La flore marine des Iles Atlantides. *Soc. Biogéogr.*, Mém. 8: 395-435 (1946).
- 1947 - Sur l'existence d'un nouveau pigment dans les plastes d'une Rhodophycée. *C. R. Acad. Sc. Paris* 225: 201-202 (en collab. avec R. TIXIER).
- 1947 - Contribution à l'étude de la flore bryologique de l'Algérie. *Rev. bryol. et lichénol.* 16 (1-2): 60-66.
- 1947 - Sur la floridorubine, pigment rouge des plastes d'une Rhodophycée (*Rytiphlaea tinctoria* (Clem.) C. Ag.). *Rev. gén. Bot.* 54: 341-353 (en collab. avec R. TIXIER).
- 1948 - Les progrès réalisés en Algologie pendant la guerre. Quelques recherches récentes sur les Rhodophycées. *A.F.A.S. Congrès de la Victoire* 3: 104-117 (Paris, 1945).
- 1948 - La végétation marine des Antilles françaises. *A.F.A.S. Congrès de la Victoire* 3: 585-586 (Paris, 1945).
- 1948 - Additions à la flore des Algues marines de l'Algérie. Fasc. 4. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 38: 80-91 (1947) (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1948 - Le *Trentepohlia effusa* (Krempelhüb) Hariot aux environs d'Alger. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 38: 92-93 (1947).
- 1949 - Sur la structure du pyrénioïde chez les Rhodophycées. *C. R. Acad. Sc. Paris* 228: 196-198 (en collab. avec G. SCHOTTER).
- 1949 - Une nouvelle espèce de *Griffithsia* de la Méditerranée (*Griffithsia genovefae* nov. sp.). *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 39: 121-124 (1948).
- 1949 - Sur l'existence de synapses secondaires chez une Céramiacée. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 39: 125-128 (1948) (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1949 - L'ordre des Scytosiphonales. *Trav. bot. dédiés à R. MAIRE. Mém. hors-sér. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 2: 103-115.
- 1949 - Sur une Coccolithophoracée des bacs de l'Aquarium de la Station Biologique de Roscoff. *Bull. Muséum*, 2ème sér., 21 (5): 617-621 (en collab. avec M. CHADEFAUD).
- 1950 - Sur l'existence d'une alternance de générations entre l'*Halicystis parvula* Schmitz et le *Derbesia tenuissima* (De Not.) Crouan. *C. R. Acad. Sc. Paris* 230: 322-323.
- 1950 - Les rhodoplastes du *Myriogramme minuta* Kylin. *Rev. gén. Bot.* 57: 504-510 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1950 - Les «corps en cerise» du *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. *C. R. Acad. Sc. Paris* 231: 1335-1337 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1950 - Sur un champignon vivant dans les sporogones de l'*Anthoceros laevis* L. *Rev. bryol. et lichénol.* 29 (3-4): 224-228 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1951 - René MAIRE (1878-1949). *Rev. gén. Bot.* 58: 65-93, 1 pl.
- 1951 - Ecology of Marine Algae - in G.M. SMITH edit. *Manual of Phycology*: 313-334. Waltham, Mass., U.S.A.
- 1951 - Un nouveau genre de Rhodophycée parasite d'une Delesseriacée. *C. R. Acad. Sc. Paris* 233: 1137-1138 (en collab. avec G. FELDMANN).

- 1951 - La flore marine de l'Afrique du Nord. *C. R. Soc. Biogéogr.* 243: 103-108.
- 1951 - Sur la reproduction sexuée de l'*Halimeda tuna* (Ell. et Sol.) Lamour. f. *platydisca* (Decaisne) Barton. *C. R. Acad. Sc. Paris* 233: 1309-1310.
- 1951 - Sur quelques particularités cytologiques du *Janczewskia verrucaeformis* Solms-Laub., parasite du *Laurencia obtusa* (Huds.) Lamour. *C. R. Acad. Sc. Paris* 233: 1385-1386 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1952 - Développement du carposporophyte chez le *Bertholdia neapolitana* (Berthold) Schmitz. *C. R. Acad. Sc. Paris* 234: 2552-2554.
- 1952 - Nouvelles recherches sur le cycle des Bonnemaisoniacées: le développement des tétraspores du *Falkenbergia rufolanosa* (Harv.) Schmitz. *Rev. gén. Bot.* 59: 313-323 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1952 - Les cycles de reproduction des Algues et leurs rapports avec la phylogénie. *Rev. Cytol. et Biol. végét.* 13 (1-2): 1-49.
- 1952 - L'Algologie méditerranéenne et ses problèmes. Océanographie méditerranéenne (Journée d'Études du Laboratoire Arago) *Suppl. 2, Vie et Milieu* : 177-184.
- 1953 - L'évolution des organes femelles chez les Floridées. *First Internat. Seaweed Symposium* 1952: 11-12.
- 1953 - L'utilisation des Algues marines en France. *First Internat. Seaweed Symposium* 1952: 88-89.
- 1953 - Observations sur les genres *Dermocarpa* et *Dermocarpella* (Cyanophyceae). *Oesterreichischen Botanischen Zeitschrift* 100 (4-5): 505-514 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1953 - Deux nouvelles Cyanophycées marines de Roscoff. *Bull. Soc. bot. France* 100 (7-9): 292-295.
- 1953 - Les types d'alternance de générations chez les Algues et leurs relations avec la phylogénie et la classification. *Proceedings of the Seaweed Internat. Bot. Congress.* Stockholm 1950: 820-821.
- 1953 - La zonation des algues sur la côte atlantique du Maroc, comparée à celle des côtes de la Manche. *C. R. Soc. Biogéogr.* 259: 34-35.
- 1954 - Phycologie in Histoire de la Botanique en France par Ad. DAVY DE VIRVILLE: 199-218. Ed. Sedes, Paris.
- 1954 - Sur la classification des Chlorophycées siphonnées. VIIIème Congr. Internat. Bot. Paris 1954, *Rapports et Communications* Sect. 17: 96-98.
- 1954 - Sur l'origine des Floridées parasites. VIIIème Congr. Internat. Bot. Paris 1954, *Rapports et Communications*, Sect. 17: 110-111 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1954 - Excursion phycologique sur la côte des Albères (Banyuls-sur-Mer 22-29 juin 1954). *Notices botaniques et itinéraires* commentés publiés à l'occasion du VIIIème Congr. Internat. Bot. Paris 1954, 1-18: 33-43 (en collab. avec F. MAGNE).
- 1954 - Excursion phycologique sur les côtes de Bretagne (Roscoff, 15-20 juillet 1954). *Notices botaniques et itinéraires* commentés publiés à l'occasion du VIIIème Congrès Internat. de Bot. III-19: 45-54 (en collab. avec F. MAGNE).
- 1954 - Inventaire de la flore marine de Roscoff. Algues, Champignons, Lichens et Spermatophytes. *Supplément 6 aux Trav. de la Stat. Biol. de Roscoff* 152 p.
- 1954 - Gontran HAMEL, 1883-1944, in Memoriam. *Rev. algol. N. S.*, 1 (1): 3-10.
- 1954 - Recherches sur la structure et le développement des Calosiphoniacées (Rhodophycées - Gigartinales). *Rev. gén. Bot.* 61: 453-500.
- 1955 - Un nouveau genre de Protofloridée: *Colacodictyon* nov. gen. *Bull. Soc. bot. France* 102 (1-2): 23-28.

- 1955 - Les plastes de *Caulerpa* et leur valeur systématique. *Rev. gén. Bot.* 62: 422-431.
- 1955 - La zonation des Algues sur la côte atlantique du Maroc. *Bull. Soc. Sc. nat. et phys. Maroc* 35: 9-17.
- 1956 - Observations sur quelques Phycomycètes marins nouveaux ou peu connus. *Rev. Mycol.* 20 (3): 231-251 (1955) (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1956 - A propos des modes d'ouverture des gamétocystes et des sporocystes et de l'émission des zoïdes chez quelques Chlorophycées. *Bull. Soc. phycol. France* 1: 10-11, (1955).
- 1956 - Sur la parthénogenèse du *Codium fragile* (Sur.) Hariot dans la Méditerranée. *C. R. Acad. Sc. Paris* 243: 305-307.
- 1956 - Les recherches sur la flore marine méditerranéenne de 1938 à 1954. Commission Internat. pour l'Expl. Scient. de la Mer Médit. *Rapports et Procès verbaux* 13: 145-161.
- 1956 - Une nouvelle Cyanophycée endophyte (*Myxohyella Dilsae*, nov. sp.). *Bull. Soc. bot. France* 103 (9-10): 573-576.
- 1957 - La reproduction des Algues marines dans ses rapports avec leur situation géographique. Coll. internat. Biol. mar. Station Biologique de Roscoff 27 juin - 4 juillet 1956). *Ann. biol.* 33 (1-2): 49-56.
- 1957 - F. BOERGESEN (1886-1956). Notice biographique. *Rev. algol.* 3 (1): 3-15, pl. 1.
- 1957 - Une nouvelle Delesseriaceée des côtes de Bretagne: *Drachiella spectabilis* nov.gen., nov. sp. *Rev. gén. Bot.* 64: 466-478 (en collab. avec J. ERNST).
- 1958 - Recherches sur quelques Floridées parasites. *Rev. gén. Bot.* 65: 49-124, pl. 1-2 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1958 - Remarques sur la systématique actuelle des Algues. Systematics of To-day. *Uppsala Universitets Arsskrift* 6: 59-64.
- 1958 - Sur l'hermaphrodisme du *Bryopsis hypnoides* Lamouroux. *Bull. Soc. phycol. France* 3 (1957): 7-8.
- 1958 - Origine et affinités du peuplement végétal benthique de la Méditerranée. Commission internat. pour l'expl. scient. de la Mer Médit. *Rapports et Procès verbaux* 14 (nouv. sér.): 515-518.
- 1958 - Les Cyanophycées marines de la Guadeloupe (Antilles françaises). *Rev. algol. N. S.*, 4 (1): 25-40.
- 1959 - Katleen M. DREW (Mrs WRIGHT BAKER) (1901-1957). In Memoriam. *Bull. Soc. phycol. France* 4 (1958): 9-10.
- 1959 - Influence de la température sur la formation des gamètes d'*Halicystis parvula* Schmitz. *Bull. Soc. phycol. France* 4 (1958): 10-11 (en collab. avec C. ABELARD).
- 1959 - Les *Vaucheria* marins et d'eau saumâtre des environs de Roscoff (Finistère). *Bull. Soc. phycol. France* 4 (1958): 11-13.
- 1959 - Le genre *Kylinia* Rosenvinge (Acrochaetiales) et sa reproduction. *Bull. Soc. bot. France* 105 (9-10): 493-500 (1958).
- 1959 - Le problème de l'étagement des peuplements d'Algues marines. Écologie des Algues marines. Coll. internat. du C.N.R.S. (Dinard, 20-28 septembre 1957), 81: 37-41.
- 1959 - A propos de la phylogénie des Floridées (Florideophycideae). *IXe Congr. internat. Bot. à Montréal 1959, Proceedings* 2, 11A: 113.
- 1960 - Sur l'écologie des Rhodophycées et des Cyanophycées marines dans ses rapports avec les problèmes de leur photosynthèse. Colloque nov. 1959 (Paris). *Bull. Soc. fr. de Physiol. végét.* 5 (4): 161-167.
- 1960 - Sur une algue marine trouvée dans un gisement précolombien au Pérou. *Rev. algol.*

5 (2): 151-152.

- 1961 - Une nouvelle espèce de Delesseriaceé adelphoparasite *Gonimocolax roscoffensis* nov. sp. *Bull. Soc. bot. France* 108: 18-24 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1961 - Phaeophyceae in P. GRAY. *The Encyclopedia of the Biological Sciences*, New York: 750-751.
- 1961 - Les Ulves de Roscoff. *Bull. Soc. phycol. France* 6 (1960): 17-18.
- 1961 - Sur quelques problèmes biochimiques posés par l'étude cytologique des Algues rouges. *Coll. internat. du C.N.R.S.* (Dinard 20-25 septembre 1960) 163: 17-27.
- 1961 - Une nouvelle Rhodophycée méditerranéenne *Caulacanthus (?) rayssiae* sp. nov. *Bull. Research Council of Israel. Sect. D, Bot.* 10: 59-65 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1961 - Field meeting at Guernesey, Channel Island. Sept. 1st - 8th 1960. *Brit. phycol. Bull.* 2 (2): 96-97.
- 1961 - A propos de la phylogénie des Floridées. *Recent Advance in Botany* 5: 211-215, Toronto.
- 1961 - Note sur les Algues marines de la Galite (Tunisie). *Rapports et Procès-verbaux des réunions de la Commission internat. pour l'Expl. Sc. de la Mer Médit.* 16 (2): 503-508.
- 1962 - La végétation benthique de la Méditerranée, ses particularités et ses problèmes. *Pubbl. Staz. zool. Napoli, suppl.* 32: 170-180.
- 1962 - The Rhodophyta order Acrochaetiales and its classification. *Proceedings of the Ninth Pacific Sc. Congr. 1957, 4, Botany*: 219-221, Bangkok.
- 1963 - Les Algues - in Botanique, Anatomie, Cycles évolutifs, Systématique. Masson Éd.: 83-249, Paris.
- 1963 - Une nouvelle espèce de Floridée parasite du genre *Gelidiocolax* Gardner. *Rev. gén. Bot.* 70: 557-571 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1963 - Protection et conservation des peuplements d'Algues marines. *Terre et Vie* 110: 471-473.
- 1964 - Additions à l'Inventaire de la Flore marine de Roscoff. Algues, Champignons, Lichens. Station Biologique de Roscoff, 28 p. (en collab. avec F. MAGNE).
- 1964 - Quatrième Congrès International des Algues marines. Biarritz 1961. Comptes rendus (en collab. avec Ad. DAVY DE VIRVILLE). Pergamon Press, Oxford.
- 1964 - Écologie et Biogéographie des Laminariales et des Fucales de la Méditerranée. *Tenth Internat. Bot. Congress. Edinburg August 1964. Abstracts*: 281-283.
- 1965 - G. SCHOTTER (1922-1963). *In Memoriam. Bull. Soc. phycol. France* 10 (1964): 9-11, 1 pl.
- 1966 - Sur le *Gymnothamnion elegans* (Schousboe) J. Ag. et la situation des organes femelles chez les Céramiacées. *Rev. gén. Bot.* 73: 5-17 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1966 - Catalogue des Myxomycètes de l'Afrique du Nord. *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord* 55: 7-39, 1 tab. hors texte (1964) (en collab. avec L. FAUREL et G. SCHOTTER).
- 1966 - Remarks on Bonnemaisoniales. 11th Pacific Science Congress (Symposium on Algae), Tokyo.
- 1967 - Sur la synonymie du *Crouaniopsis annulata* (Berthold) J. et G. Feldmann = *Gulsonia nodulosa* (Ercegovic) comb. nov. *Bull. Soc. phycol. France* 11 (1965): 19-21 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1967 - Tcharna RAYSS (1890-1965). Notice biographique. *Bull. Soc. phycol. France* 11 (1965): 22-23.

- 1967 - Deux cas de parasitisme sur des Algues marines. Trav. de Biol. végét. dédiés au Professeur P. DANGEARD. *Le Botaniste*, série L: 185-203.
- 1967 - Sur une Bangiophycée endozoïque (*Neevea repens* Batters) et ses affinités (Rhodophyta). *Blumea* 15 (1): 25-29.
- 1968 - Les types biologiques d'Algues marines benthiques. *Bull. Soc. bot. France, Mémoires* 1966: 45-60.
- 1968 - Algues in *Encyclopedia universalis*, 1: 654-660, 2 pl. hors texte.
- 1968 - Rapport pour l'attribution du Prix du Conseil en 1967. *Bull. Soc. bot. France* 1967 (9): 114.
- 1968 - G. SCHOTTER, Recherches sur les Phylloporacées, Notes posthumes. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* 1383, 99 p. (en collab. avec M. F. MAGNE).
- 1969 - Chlorophycées in *Encyclopedia universalis*, 4: 405-409.
- 1969 - *Pseudobryopsis myura* and its reproduction. *Amer. Journ. Bot.* 56 (7): 691-695.
- 1969 - Reproduction et Cycle des Chlorophycées siphonnées marines. *XI Internat. bot. Congress, Abstracts* : 249, Seattle.
- 1969 - Remarques sur les Bonnemaisoniales. *Bull. Soc. phycol. France* 13-14: 7-8 (1966-1967) (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1970 - Adrien DAVY DE VIRVILLE (1896). *Rev. gén. Bot.* 76: 667-672.
- 1970 - Adrien DAVY DE VIRVILLE (1896-1967). In Memoriam. *Bull. Soc. phycol. France* 15: 1-4 (1969).
- 1970 - Sur l'ultrastructure des synapses des Algues rouges. *C. R. Acad. Sc. Paris sér. D*, 271: 292-295 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1971 - Rapport sur les travaux récents relatifs au phytobenthos et aux Algues benthiques de la Méditerranée (1966-1968). *Commission pour l'Expl. Scient. de la Mer Médit. Rapports* 20 (2): 74-84.
- 1971 - Allocution de Monsieur le Professeur Jean FELDMANN, Président sortant. *Bull. Soc. bot. France* 118 (1-2): 118-119.
- 1972 - Phéophycées in *Encyclopedia universalis*, 14: 944-948.
- 1972 - Rhodophycées in *Encyclopedia universalis*, 15: 256-260.
- 1972 - Les problèmes actuels de l'alternance de générations chez les Algues. *Soc. bot. France, Mémoires* : 7-38.
- 1972 - Cent ans de recherches de Biologie végétale marine à la Station Biologique de Roscoff. *Cah. Biol. mar.* 13: 597-606.
- 1973 - J.V.F. LAMOUREUX - Dictionary of Scientific Biography; C. Scribner's sons Publ. New York.
- 1973 - Thalle in *Encyclopedia universalis*, 15: 1047-1050.
- 1974 - Sur le développement des zoospores d'une Chlorophycée siphonnée marine: *Derbesia lamourouxii* (J. Ag.) Solier. *C. R. Acad. Sc. Paris* 278, sér. D: 1845-1848 (en collab. avec L. CODOMIER).
- 1975 - Sur quelques particularités cytologiques du *Myriogramme minuta* Kylin (Delesseriacée, Rhodophycée). *C. R. Acad. Sc. Paris* 280, sér. D: 431-434 (en collab. avec G. FELDMANN).
- 1973 - SAUVAGEAU Camille, François - Dictionary of Scientific Biography, 12, C. Scribner's sons, New York : 1106-1109.
- 1975 - Morphologie et ultrastructure du squelette des thalles calcifiés de *Pedobesia* (ex *Derbesia*) *lamourouxii* (J. Ag.) comb. nov. *C. R. Acad. Sc. Paris* 280, sér. D: 2641-2644 (en collab. avec J.P. LOREAU, L. CODOMIER et A. COUTË).

- 1976 - Gustave A. THURET. Dictionary of Scientific Biography, 13, C. Scribner's sons, New York.
- 1977 - Nouvelles observations sur l'ultrastructure des synapses des Rhodophycées. *Rev. algol. N.S.*, 12 (1-2): 11-30 (en collab. avec G. FELDMANN et G. GUGLIELMI).
- 1977 - La multiplication végétative chez les Algues; ses principaux aspects morphologiques. Coll. Multiplication végétative tenu à Orsay les 7 et 8 mars 1974, *Mémoire Soc. bot. France*,
- 1978 - Les Algues in Précis de Botanique. Anatomie, cycles évolutifs, systématique. I. (2ème édit. revue et augmentée): 95-320. Masson Édit.
- 1978 - Sur une nouvelle espèce de *Porphyra* (*P. drachii* J. Feldmann) et remarques sur l'évolution des plastes chez les Rhodophycées (Bangiophyccées et Acrochaetiales). *Vie et Milieu* (sous presse).



Prolifération explosive, à l'étang du Canet (Pyrénées orientales),  
d'une « fleur d'eau » à *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj  
(Cyanophycée, Nostocacée)

H. HUVE\* et A. KIENER\*\*

RÉSUMÉ. — Les observations portent sur le développement explosif d'une fleur d'eau très dense et composée d'une seule espèce, *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj (Cyanophyceae, Nostocaceae) dans l'étang saumâtre du Canet (Pyrénées orientales).

ABSTRACT. — Observations on the explosive development of a very dense and mono-specific water bloom composed by *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj (Cyanophyceae, Nostocaceae) in the brackish water pond of Canet (Pyrénées orientales, French mediterranean coast).

### INTRODUCTION

En septembre 1971, au cours d'une prospection sur l'étang saumâtre du Canet situé en bordure du littoral méditerranéen, l'un de nous remarqua, sur le rivage Sud-Est, une « fleur d'eau » particulièrement développée, constituant une véritable « purée » d'algues, épaisse d'environ 20 cm, s'étendant vers le large sur plus d'une trentaine de mètres et longue de plusieurs centaines de mètres. Pour la récolte il fut inutile d'avoir recours à un filet à plancton en raison de la densité toute particulière de cette masse verte, composée d'algues microscopiques et au-dessus de laquelle flottaient, en quantité beaucoup plus limitée, des lentilles d'eau du genre *Lemna*.

Les biocénoses de l'Etang du Canet ont fait l'objet de plusieurs études, parmi lesquelles nous citerons celles de PETIT et ALEEM (1952) et PETIT et GAY (1968-1969). Il nous a paru intéressant de signaler ce phénomène de « fleur d'eau » dont le caractère pratiquement monospécifique nous a frappés. Les différents prélèvements examinés ont en effet révélé, dans la masse algale, la

\* Laboratoire de Biologie végétale, Centre Universitaire de Luminy, Marseille (9).

\*\* C.T.G.R.E.F. Le Tholonet, B.P. n° 92, 13603 Aix-en-Provence.

présence d'une seule espèce phytoplanctonique : *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj (Cyanophycée, Nostocacée). Cette espèce n'avait pas encore été signalée dans cet étang où le genre voisin *Anabaena* est connu, représenté par *Anabaena variabilis* Kütz. La présence d'*Anabaenopsis arnoldii* est intéressante, à la fois par la rareté de son signalement en France et par son « explosion » dans un étang eutrophe soumis, comme bien d'autres plans d'eaux saumâtres de ce type, à des crises de dystrophie estivale. Lors du prélèvement les salinités du milieu s'établissaient comme suit :

- près de 10 g/l en zone littorale envahie par les algues;
- 7,8 g/l en pleine eau à 50 m du rivage.

## I. — ETUDE SYSTEMATIQUE DU PRELEVEMENT

### 1. *Anabaenopsis arnoldii*

Par l'ensemble de ses caractères la Cyanophycée responsable de ce phénomène de « fleur d'eau » est référable à l'espèce *Anabaenopsis arnoldii* Aptekarj.

Les trichomes, dépourvus de gaine visible, sont de longueur variable. Enroulés en spirale régulière ils comptent généralement 1 à 6 tours de spire, mais peuvent atteindre une longueur beaucoup plus grande : nous avons dénombré jusqu'à 16 et même 26 tours de spire. Le diamètre de la spirale, homogène pour un même trichome, varie de 30 à 80  $\mu\text{m}$  environ. Ainsi que le mentionne RAMANATHAN (1938) le sens d'enroulement est constant pour un même filament. Lorsque des inversions apparaissent à l'examen microscopique il s'agit toujours d'artifices résultant de la pression exercée sur la spirale par la lamelle couvre-objet (fig. 8 et 9); il en est de même lorsque des trichomes courts semblent déroulés (fig. 4 et 6).

Le diamètre du trichome est uniforme sur toute la longueur. Les « cellules », en tonnelet, sont généralement plus larges que longues ou isodiamétriques. Elles mesurent 8-9  $\mu\text{m}$  de large et 4,5-9  $\mu\text{m}$  de long.

Les hétérocystes subsphériques (diam. 6-8  $\mu\text{m}$ ), sont à la fois terminaux et intercalaires. Dans le cas des premiers on compte un hétérocyste à chacune (ou à une seule) des extrémités du trichome. Les hétérocystes intercalaires, rarement isolés, sont le plus souvent géminés (fig. 5, 8, 9).

Les akinètes sont nombreux, ovoïdes (10-11  $\mu\text{m}$  x 12-15  $\mu\text{m}$ ), et se développent loin des hétérocystes. Le plus souvent géminés (fig. 5, 6, 7) ils sont parfois isolés ou au contraire groupés par 4 (fig. 8 et 9). Exceptionnellement on observe des akinètes aux deux extrémités du trichome : cette position terminale semble être le résultat d'une fragmentation accidentelle du trichome au niveau d'akinètes intercalaires.

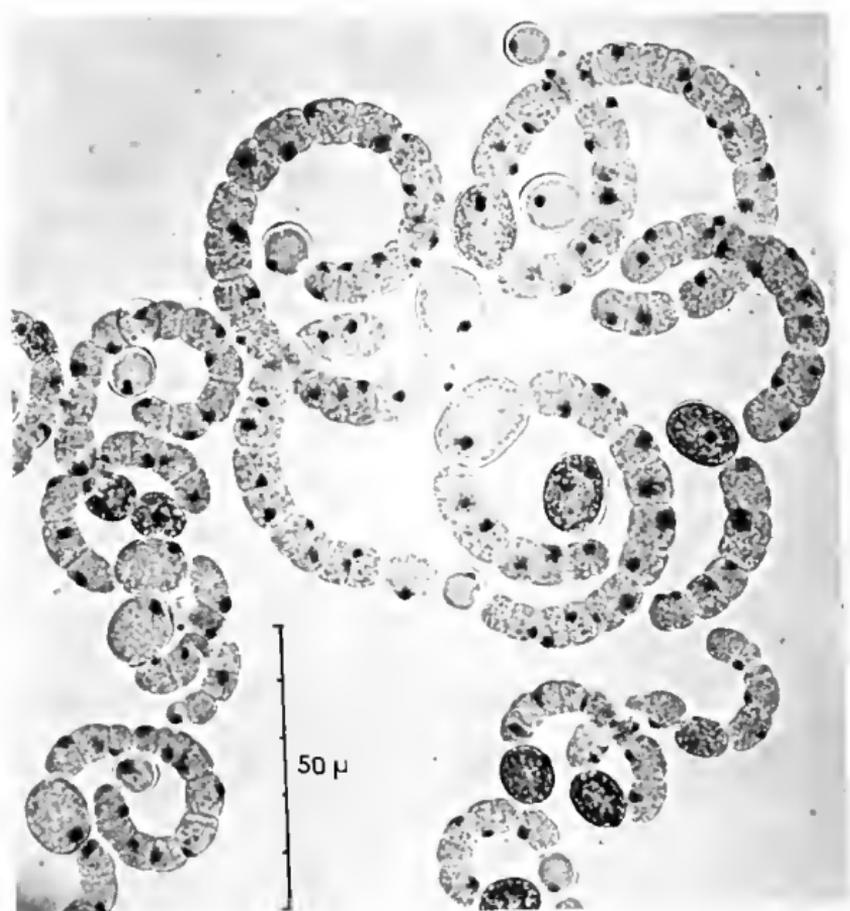
La multiplication végétative d'*Anabaenopsis arnoldii* se fait par fragmentation du trichome :

- soit entre deux hétérocystes intercalaires ou entre deux akinètes,
- soit entre une paire d'hétérocystes et une cellule végétative adjacente,

- soit entre une paire d'akinètes et une cellule végétative adjacente,
- soit même entre deux cellules végétatives.

*Anabaenopsis arnoldii* est abondant dans le plancton des régions tropicales (Tanganyika, Philippines, Inde notamment) où il constitue souvent des « fleurs d'eau », en particulier dans les eaux saumâtres des zones d'estuaires (RAMANATHAN, 1938; TAYLOR, 1932).

Assez commune en Europe orientale (Russie, Tchécoslovaquie, Hongrie), cette espèce semble beaucoup plus rare (ainsi d'ailleurs que le genre lui-même) en Europe occidentale. C'est la seconde fois qu'*Anabaenopsis arnoldii* est signalé en France, et c'est l'un de nous qui, précédemment, l'a également rencontré dans une « fleur d'eau » récoltée dans des conditions assez analogues, à l'Etang de



*Anabaenopsis arnoldii*

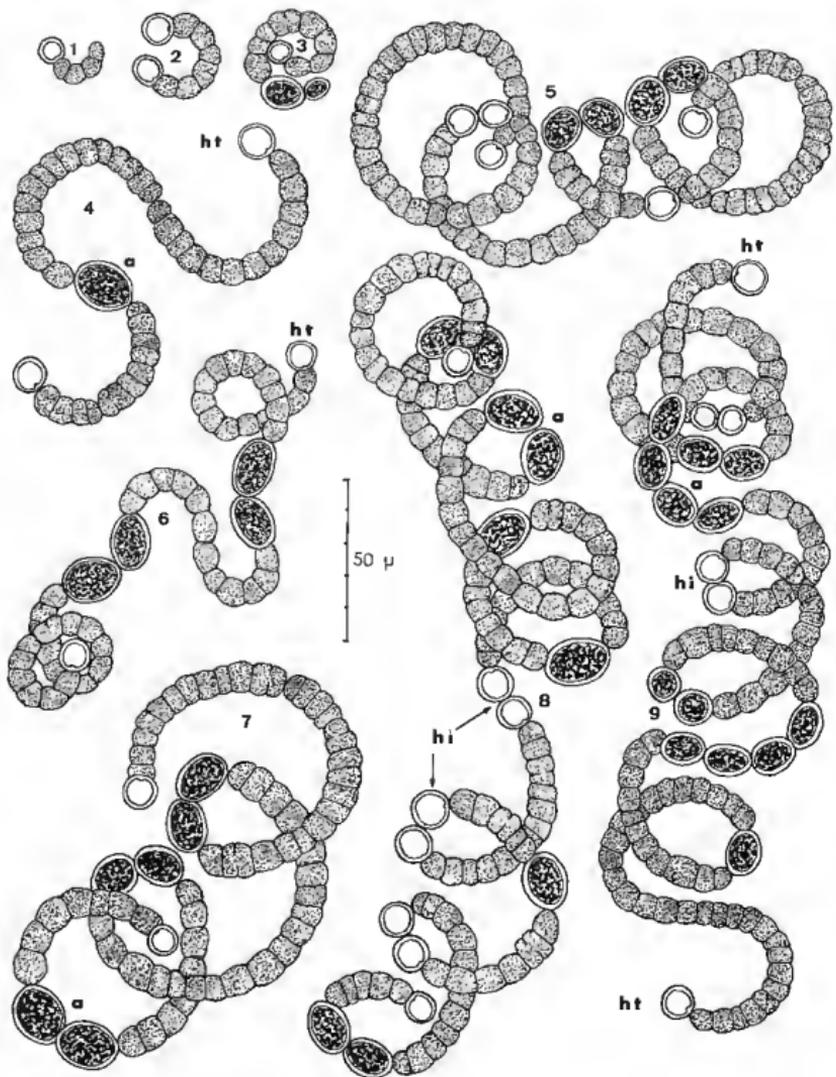


Fig. 1 à 9. — Divers exemples de trichomes d'*Anabaenopsis arnoldii*.

*h.t.*, hétérocyste terminal; *h.i.*, hétérocystes intercalaires géminés; *a.*, akinètes.

l'Olivier (Bouches-du-Rhône), (D. SCHACHTER, M. MARILLEY, A. KIENER, 1969), mais avec la différence que dans cette dernière masse algale la Cyanophycée *Microcystis flos-aquae* (Wittr.) Kirchner était largement dominante; à cette espèce se joignaient un nombre très réduit d'*Anabaenopsis arnoldii*, *Chaetoceros muelleri* Lemn. (Diatomée, Biddulphiale), *Euglena pisciformis* Klebs (Euglénophycée, Euglénale) et *Chlamydomonas sp.* (Euchlorophycée, Volvocale).

## 2. *Lemna gibba* L. (Lemnacée)

Cette petite Monocotylédone flottante, à fronde orbiculaire atteignant 5 mm de diamètre, est caractérisée par son unique radicelle et sa face inférieure très fortement convexe, contrastant avec la face supérieure plane ou à peine bombée.

Très cosmopolite - on la rencontre sur presque tout le globe - cette plante est largement répandue en France où on l'observe dans les eaux stagnantes, et principalement le long du littoral. Sa présence dans les eaux salées de l'Étang du Canet ne saurait trop surprendre. Deux phénomènes semblent concourir pour expliquer la localisation inhabituelle de *L. gibba* dans un tel milieu où cette espèce paraît en état de survie :

- accumulation des frondes vers les rives de l'étang sous l'effet des vents;
- augmentation du taux de la salinité des eaux atteignant son maximum en fin d'été et évaporation intense sur les bords de l'étang, sous l'action conjuguée du soleil et du vent, contribuant encore à accroître cette salinité

## II. - EUTROPHIE ET CAS DE DYSTROPHIE ESTIVALE

Si les pêcheurs locaux certifient que ce phénomène de « fleur d'eau » apparaît certaines années, en fin d'été, il faut mentionner qu'une telle « explosion » n'est pas exceptionnelle et qu'elle rentre, de temps en temps, dans le cycle des étangs saumâtres méditerranéens. Divers cas ont ainsi été signalés, en particulier par D. SCHACHTER, M. MARILLEY et A. KIENER (1969, pour un exemple survenu en septembre 1967), par KOMAROVSKY (1951) dans le lac oligohalin de Tibériade et dans des étangs oligohalins de pisciculture, et par SERRUYA et POLLINGHER (1971) également dans le lac de Tibériade.

Comme le précise le travail de SPODNIIEWSKA (1971), ces « fleurs d'eau » sont dues à l'eutrophisation des plans d'eaux riches en substances organiques, mais l'espèce, pendant la phase de prolifération végétative, fixe en un temps très court la majorité des sels nutritifs et ne survit pas longtemps à la « phase explosive ». On assiste donc à une sorte de « crise dystrophique » qui, tout en remettant par la suite dans le cycle biologique général les éléments « bloqués », provoque dans l'étang une perturbation sporadique. S'ajoutant à d'autres phénomènes estivaux (fortes températures, manque d'oxygène, quelquefois dégagement de SH<sub>2</sub>, ...), cette perturbation peut provoquer des mortalités de la faune et de la flore. De semblables cas ont déjà été signalés, pour cet étang, par SENEZ en 1951. Des mortalités de poissons, telles les « malaïgues » méridionales entraînant

parfois de véritables catastrophes, ont fait l'objet de deux exemples précis donnés pour l'Étang de l'Olivier, au cours des années 1952 et 1967, par SCHACHTER, SENEZ et LEROUX-GILERON (1954) et SCHACHTER, MARILLEY et KIENER (1969).

#### REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BOURRELLY, P., 1970 — Les Algues d'eau douce. Initiation à la Systématique. III. Les Algues bleues et rouges, les Eugléniens, Péridiniens et Cryptomonadines. Faunes et Flores actuelles, Boubée et Cie Edit., Paris, 512 p.
- DESIKACHARY, T. V., 1959 — Cyanophyta. Monographs on Algae, publ. by Ind. Council agricult. Res., New Delhi, 686 p., 139 pl.
- KOMAROVSKY, B., 1951 — Some characteristic water-blooms in Lake Tiberias and fish ponds in the Jordan Valley. *Proceed. intern. Assoc. theoret. appl. Limnol.*, 11 : 219-223
- PETIT, G., ALEEM, A. A., 1952 — Caractéristiques et évolution de la végétation d'un étang des Pyrénées orientales. *C. R. Acad. Sci. Paris*, 235 : 632-634.
- PETIT, G., GAY, F. J., 1968-1969 — Fluctuations d'une lagune : l'Étang du Canet ou de St Nazaire (P.-O.). *Ann. Soc. Horticult. Hist. nat. Hérault*, 108 (4) et 109 (1-2), 28 p.
- RAMANATHAN, K. R., 1938 — On a form of *Anabaenopsis* from Madras. *J. ind. bot. Soc.*, 17 : 325-339, 1 pl.
- SCHACHTER, D., MARILLEY, M., KIENER, A., 1969 — Contribution à l'étude écologique des étangs. Pollution de l'Étang de l'Olivier (B. d. R.) par du lindane en septembre 1967. Mortalité de la faune. *Bull. fr. Piscicult.*, 232 : 83-90.
- SCHACHTER, D., SENEZ, J., LEROUX-GILERON, J., 1954 — Note préliminaire sur la dystrophie d'un étang d'eau saumâtre du littoral méditerranéen : l'Étang de l'Olivier. *Vie et Milieu*, 4 : 701-706.
- SENEZ, J., 1951 — Problèmes écologiques concernant les Bactéries des sédiments marins. *Vie et Milieu*, 2 (1) : 5-43. (Étang du Canet : 31-35)
- SERRUYA, C., POLLINGHER, U., 1971 — An attempt at forecasting the *Peridinium* bloom in Lake Kinneret (Lake Tiberias). *Mitt. internat. Verein. Limnol.*, 19, 277-291.
- SPODNIIEWSKA, I., 1971 — Blue-green algae blooms, a current hydrobiological problem. *Wiadom. ekol., Polska*, 17 (2) : 157-163. (En polonais, rés. angl.)
- TAYLOR, W. R., 1932 — Notes on the genus *Anabaenopsis*. *Amer. J. Bot.*, 19 : 454-463.

## ALGUES D'EAU DOUCE RARES OU NOUVELLES POUR LA FLORE FRANÇAISE

P. BOURRELLY et A. COUTÉ\*

RÉSUMÉ. — Trente et une espèces d'algues d'eau douce appartenant à dix huit genres, rares ou nouvelles pour la France, sont décrites ici. On trouve parmi elles quatre nouveaux taxons appartenant aux genres *Phacus*, *Strombomonas* et *Heterodesmus*. Une nouvelle combinaison est proposée dans le genre *Strombomonas*.

ABSTRACT. — Thirty-one fresh-water algae taxa of eighteen genera rare or new in France are described. Four new species, varieties and formae in the genera *Phacus*, *Strombomonas* and *Heterodesmus* are proposed. In *Strombomonas* genus, a new combination is given.

L'un de nous, en étudiant le phytoplancton de la Seine et de ses affluents pour en suivre l'évolution temporelle en 1976 et 1977, a observé de nombreuses algues rares ou nouvelles pour la flore française. D'autre part, notre collègue G. BALVAY, dans un rapport d'activité sur le Plancton du petit étang de Glareins (Ain, région de la Dombes) avait signalé la présence de *Juranyella javorkae* Hortob., espèce connue uniquement de Hongrie. Nous avons donc demandé à G. BALVAY des échantillons de l'étang de Glareins et son étude nous a montré un grand nombre d'espèces nouvelles pour la France.

Il nous a semblé utile de publier une courte étude de ces espèces remarquables, en attendant qu'il soit possible de dresser un catalogue critique des algues d'eau douce françaises.

### *Oscillatoria redekei* Van Goor (fig. 24)

Les trichomes constitués de cellules cylindriques ont un diamètre de 2,5 à 3  $\mu\text{m}$ . Les cellules sont caractérisées par la présence de pseudovacuoles volumineuses localisées, généralement, au niveau des cloisons intercellulaires mais aussi

\* Laboratoire de Cryptogamie, Muséum National d'Histoire Naturelle, 12 rue de Buffon, 75005 Paris - L.A. n° 257 (C.N.R.S.).

parfois, dans la zone médiane de la cellule.

Cette espèce est connue de Hollande, Allemagne, URSS, Tchécoslovaquie et Suède.

Seine (Orly, Draveil et Ivry) et Marne (Meaux) : sept., oct., nov., déc. 1976, fév. et mai 1977.

*Phacus longicauda* var. *insecta* Koczw. (fig. 2)

Dans le plancton de l'étang de Glareins, *Phacus longicauda* var. *rotunda* (Pochm.) Hub. Pest. (fig. 1) est assez abondant mais nous avons observé quelques exemplaires à marge échancrée qui peuvent se rattacher à la var. *insecta*.

Les cellules atteignent  $140 \times 45 \mu\text{m}$ .

*Ph. longicauda* var. *insecta* Koczw. est rarement signalé. Il est connu de Pologne, Java et Afrique du Sud.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Phacus similis* Christen fo. *minor* nov. fo. (fig. 3)

Ce *Phacus* de petite taille ( $24-25 \times 8 \mu\text{m}$ ), est foliacé et présente une torsion complète rappelant les *Phacus* du groupe *torta*. Il montre deux globules de paramylon en disques elliptiques aplatis disposés l'un au-dessus de l'autre. C'est l'aspect de l'espèce décrite de Suisse par CHRISTEN (1963, *Rev. Algol.* 6 (3) : 162-202), mais avec une taille moindre (le type mesure  $30-35 \mu\text{m}$  de long) et une disposition différente des grains de paramylon.

Nous avons déjà signalé (P. BOURRELLY, 1963, *Rev. Algol.* 7 (1) : 100-104) une forme très voisine de l'espèce type.

Étang de Glareins (Legs Balvay).

*A typo minoribus dimensionibus differt. Cellulae long. : 24-25  $\mu\text{m}$ , lat. : 8  $\mu\text{m}$ .*

*Iconotypus fig. nostr. : fig. 3, pl. I.*

*In Glareins palude.*

*Trachelomonas armata* fo. *inevoluta* Defl. ? (fig. 11 et 12)

Nous donnons deux figures de cette forme. L'une (fig. 11) a une logette à contour ovoïde, avec le pôle antérieur légèrement plus petit que le pôle postérieur, ornée de fines scrobiculations. Le pore crénelé a un bourrelet interne. La logette a pour dimensions :  $30 \times 22 \mu\text{m}$ . L'autre figure (fig. 12) présente le même contour ovoïde, le même pore, des dimensions voisines ( $30 \times 21 \mu\text{m}$ ) mais la logette est ornée de très courtes épines qui sont toutes de même taille mais plus nombreuses vers la partie antapicale.

La fig. 11 correspond bien à *Tr. armata* fo. *inevoluta*; quant à la figure 12, elle rappelle certaines formes de *Tr. hispida*, cependant le contour ovoïde de la logette permet de rattacher cette forme à *Tr. armata*.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas bacillifera* var. *globosa* Playf. (fig. 7)

Logette sphérique ou subsphérique de  $10-11 \mu\text{m}$  de diamètre, ornée de

petits aiguillons bacillaires très denses. Le pore est dépourvu de col et d'épaississement interne. Le flagelle atteint environ  $20\ \mu\text{m}$ .

Cette variété n'est connue que d'Australie.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas compacta* Middelh. fo. (fig. 9)

Les logettes ellipsoïdales sont très épaisses ( $2\ \mu\text{m}$ ), brunes et fortement scrobiculées. Elles mesurent  $20 \times 17\ \mu\text{m}$ . Le pore est légèrement épaissi vers l'intérieur, tandis que la partie externe est denticulée. C'est là la seule différence avec l'espèce type connue de Hollande.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas cylindrica* Playf. (fig. 15)

Logette lisse cylindrique à côtés parallèles et à pôles arrondis. Le pôle antérieur présente un col bas ( $1\ \mu\text{m}$  de hauteur) avec un renflement annulaire interne. Les dimensions sont :  $14 \times 7\ \mu\text{m}$ . L'espèce n'est connue que d'Australie.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas bispida* fo. *minor* Bourrel. (fig. 8)

Logette à contour elliptique de  $14 \times 17\ \mu\text{m}$  couverte de courtes épines pointues serrées. Le long flagelle (deux fois la longueur du corps) sort d'un pore à épaississement annulaire interne. Le cytoplasme présente un petit nombre de plastes pariétaux portant chacun un pyrénoloïde à double coque de paramylon (diplopyrénoloïde).

Cette forme que nous avons décrite de la Guadeloupe (BOURRELLY et MANGUIN, 1952, Algues d'eau douce de la Guadeloupe, SEDES, Paris, p. 183) est retrouvée ici avec une taille un peu plus faible et un flagelle un peu plus court. Elle rappelle *Tr. khannae* Skvortzov (1937) qui a une taille encore plus petite ( $13,6 \times 10\ \mu\text{m}$ ) et aussi *Tr. ornata* Skv. qui, lui, est plus grand et ne présente que deux plastes.

Variété connue uniquement de la Guadeloupe.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas nexilis* Palmer fo. (fig. 4)

Les logettes sont sphériques, de petite taille ( $11-14\ \mu\text{m}$  de diamètre), parfois légèrement déprimées. La paroi brun foncé est épaisse ( $1,5\ \mu\text{m}$ ) et creusée de fossettes irrégulières, serrées, donnant un aspect grossièrement réticulé. Le col est le plus souvent absent et le pore flagellaire montre seulement un léger épaississement interne et externe. Le flagelle, très long, atteint deux à trois fois le diamètre de la logette.

L'espèce de Palmer est connue d'Amérique du Nord et d'Argentine. Elle est de plus grande taille ( $20\ \mu\text{m}$  de diamètre).

Nous pensons que le *Tr. sculpta* Balech est synonyme de *Tr. nexilis*. Il est fort possible que le *Tr. heimansii* Middelhoek (1944) ne soit aussi qu'une forme

déprimée de cette espèce; en effet, dans notre matériel, il n'est pas rare de rencontrer des cellules légèrement aplaties ( $12 \times 13 \mu\text{m}$  ou  $13 \times 14 \mu\text{m}$ ).

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas rugulosa* Stein emend. Middelh. (fig. 5)

Ce *Trachelomonas* dont la diagnose a été précisée par MIDDELHOEK (1951, *Hydrobiologia*, 3 (3), p. 228) est connu de nombreuses stations françaises. Cependant, dans l'étang de Glareins, il présente parfois une striation hélicoïdale inverse de celle signalée par les divers auteurs (vues par le pôle flagellaire, les striations tournent en sens inverse des aiguilles d'une montre). Les logettes ont  $15-16 \mu\text{m}$  de diamètre. Le col montre un épaissement annulaire interne.

Par l'orientation de la striation, cette forme rappelle *Tr. rugulosa* var. *obliqua* Bourrel. et *Tr. conradi* Skv.

Il n'est pas rare d'observer des anastomoses entre les stries de la logette.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Trachelomonas woycickii* var. *pusilla* Drez. (fig. 6)

Logette sphérique de  $8-9 \mu\text{m}$  de diamètre, ornée de très fines épines pointues très denses. Le flagelle qui atteint deux fois et demi le diamètre de la logette, sort d'un pore flagellaire nu, sans colerette ni épaissement.

Il existe un *Tr. bayeri* Palmer (*Proceed. Acad. Nat. Sc. Philadelphia*, 77, 1925 (26)) qui a été placé par CONRAD (1952, *Inst. roy., Sc. nat. Belgique, mém.* n° 124) comme variété de *Tr. globularis* (Aw.) Lemm. sous le nom de *Tr. globularis* var. *bayeri* (Palmer) Conrad. *Tr. globularis* est caractérisé par ses épines nombreuses, ce qui le sépare de *Tr. woycickii* Koczw., espèce à épines très serrées. Il nous semble plus logique de ranger *Tr. bayeri* comme synonyme de *Tr. woycickii* var. *pusilla*.

Cette variété est connue de Pologne, Lettonie, Estonie, Argentine et USA. Étang de Glareins (legs Balvay).

*Strombomonas balvayi* nov. sp. (fig. 18)

Les logettes de  $30-36 \times 16-18 \mu\text{m}$  ont une section triangulaire à angles arrondis et côtes concaves. La logette a un contour grossièrement piriforme et présente un pore flagellaire tronqué obliquement avec un col plus ou moins défini et un antapex conique pointu. La vue frontale montre une large côte correspondant à une des arêtes visibles en vue apicale (ou en section transversale). La paroi est incolore ou jaunâtre, scabre, irrégulièrement granuleuse.

Cette nouvelle espèce fort rare dans notre matériel, est à rapprocher de *Str. triquetra* (Playf.) Defl. dont elle diffère par la forme de la logette et le col tronqué obliquement.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Lorica in apicale visu triangularis, concava. Membrana scabra, incolor vel lutea, inaequaliter piriformis; porus flagelli cum collo breve vel obscuro, obliquo. Polus posterior turbinatus acutusque plus minusve productus.*

*Cellulae dimensiones : 30-36 x 16-18  $\mu\text{m}$ .*

*Iconotypus fig. nostr. : fig. 18, pl. II.*

*In Glareins palude.*

***Strombomonas fluviatilis* (Lemm.) Defl. var. *ettlii* (Middelh.) nov. comb. (fig. 14)**

Les logettes que nous avons observées, ont une membrane jaune clair, scabre, avec des particules adhérentes et un col court, sectionné obliquement; elles présentent une queue courte et pointue.

Dimensions de la logette : 23-28 x 13-14  $\mu\text{m}$ . MIDDELHOEK (1962, *Wetensch. med. Kon. Nederl. natuurhist. Vere.* 45, p. 29-30, fig. 210-213) décrit un *Str. ettlii* nov. sp. qui se distingue de *Str. fluviatilis* (Lemm.) Defl. par les plastes porteurs de pyrénoides et par la membrane scabre à granules adhérents. La description de Lemmermann est évidemment un peu sommaire, cependant il nous semble préférable de ranger l'espèce de Middelhoek comme variété de *Str. fluviatilis*.

Espèce et variété nouvelles pour la France.

Étang de Glareins (legs Balvay).

***Strombomonas gibberosa* (Playf.) Defl. (fig. 13)**

Cette espèce rarement signalée en France est très polymorphe. Nous avons représenté trois logettes dont les dimensions sont respectivement : 22 x 55  $\mu\text{m}$ , 28 x 57  $\mu\text{m}$  et 29 x 50  $\mu\text{m}$ .

Étang de Glareins (legs Balvay).

***Strombomonas tetraptera* Balech et Dastugue var. *gallica* nov. var. (fig. 17)**

Les logettes de contour elliptique ont un col court, tronqué obliquement et se terminent par une queue arrondie de petite taille. Elles atteignent 32-40 x 18-20  $\mu\text{m}$ . La paroi est incolore ou jaunâtre, scabre, irrégulièrement granuleuse. Les logettes sont de section quadrangulaire à côtes concaves et, de plus, tordues hélicoïdalement. Le flagelle atteint la longueur de la logette.

Trois caractères séparent cette nouvelle variété de l'espèce type :

1. — section transversale à angles arrondis, sans expansions aliformes;
2. — torsion régulière hélicoïdale de la logette;
3. — taille plus faible.

L'espèce type n'est connue que d'Argentine.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Differt a typo :*

1. — *loricae angulis rotundatis in apicale visu, sine alaforme expansione;*
2. — *intortione regulatim helicoidale loricae;*
3. — *minoribus dimensionibus.*

*Cellulae dimensiones: 32-40 x 18-20  $\mu\text{m}$ .*

*Iconotypus fig. nostr. : fig. 17, pl. II.*

*In Glareins palude.*

***Strombomonas verrucosa* (Daday) Defl. fo. (fig. 16)**

Cette espèce, rarement signalée en France, est très polymorphe. Nous don-

nons des figures de trois cellules de petite taille :  $25 \times 18-20 \mu\text{m}$ . Certaines logettes portent un petit appendice caudal, d'autres en sont totalement dépourvues et présentent simplement un antapex conique. De toute façon, toutes les cellules observées ont des flancs concaves et rappellent un peu, par leur silhouette, *Str. acuminata* (Schmarda) Defl.

Étang de Glareins (legs Balvay).

***Goniocloris fallax* Fott fo. (fig. 19)**

Les cellules de cette petite Hétérococcale sont en forme de coussinet triangulaire à pointes un peu allongées et recourbées ( $20 \mu\text{m}$  de côté). La membrane présente des scrobiculations très fines et ordonnées suivant trois axes se coupant à  $90^\circ$ . La cellule possède un petit nombre de plastes (4 à 5) pariétaux.

Nous avons déjà signalé (BOURRELLY, Les Algues d'eau douce 2, p. 189, pl. 37, fig. 2) cette forme, mais avec des dimensions un peu plus fortes et des « cornes » plus étirées.

La forme type de Fott (1957, *Preslia* 29 : 278-319) diffère de la nôtre par ses côtés plus nettement concaves et son ornementation irrégulière.

Étang de Glareins (legs Balvay).

***Heterodesmus gallicus* nov. sp. (fig. 25, microphoto. 1-2-3, pl. IV)**

Nos échantillons sont constitués de cellules de  $7 \mu\text{m}$  de long sur  $2-2,5 \mu\text{m}$  de large, la plupart du temps arquées, et toujours terminées en pointe aux deux extrémités. La partie médiane de la cellule renferme un plaste pariétal dépourvu de pyrénocèle et ne réagissant pas au lugol. En vue apicale, les cellules sont circulaires, ce qui sépare notre espèce d'*Heterodesmus multicellularis* Wawrik dont les cellules, en vue apicale, sont losangiques.

Les cénobes, linéaires, se composent en général de 4, 8 ou 16 cellules, parfois plus (cf. microphoto. 1, pl. IV). Lors de la multiplication végétative, il doit se former deux autospores par cellule, ce qui explique le groupement par paire des cellules dans le cénobe.

Le genre, connu d'Autriche et Tchécoslovaquie, n'a jamais été signalé en France.

Marne (St. Maur) juil. à sept. 1976.

*Coenobium linearis, flexuosum, e quatuor, octo, sedecim vel pluribus cellulis constitutum. Cellulae fusiformes arcuatae cum acutis apicibus et in apicale visu circulares.*

*Chromatophorus singularis sine pyrenoido. Duae autospores in cellula. A specie Heterodesmus multicellularis Wawrik differt circulare ambitu cellulae in apicale visu.*

*Cellulae long. :  $7 \mu\text{m}$ ; lat. :  $2-2,5 \mu\text{m}$ .*

*Iconotypus fig. nostr. : fig. 25, pl. III; microphoto. 1, 2, 3, pl. IV.*

*In Matriona (Saint Maur).*

***Cbaraciopsis epiphytica* Bourrel. & Georges (fig. 9 et 10)**

Les cellules sphériques de 4 à  $6 \mu\text{m}$  de diamètre, à membrane mince, mais

ferme, sont épiphytes sur deux espèces de *Trachelomonas* (*Tr. compacta* Middelh. et *Tr. crebea* Kell.). Elles adhèrent à la logette de l'hôte par un petit coussinet. Chaque cellule porte un à trois plastes discoïdes pariétaux. Il n'y a pas trace d'amidon.

Nous avons décrit cette espèce (BOURRELLY et GEORGES, 1954, *Österr. Bot. Zeitschr.* 100 (4/5) : 500-504) avec ?, mais cette nouvelle observation nous a montré qu'il s'agit bien d'une Xanthophycée. Nous pensons que le *Colacium minimum* Fott & Komarek (1960, *Preslia*, 32 : 113-141) est synonyme de notre espèce. Le « stigma parvum, obscurum » signalé par Fott et Komarek, est sans doute une goutte jaune de carotène, fréquemment observée chez les Xanthophycées.

Étang de Glareins (legs Balvay).

#### *Carteria peterbofiensis* Kiss. (fig. 29)

Nos échantillons atteignent 20  $\mu\text{m}$  de long sur 12  $\mu\text{m}$  de large. Cette espèce, rarement signalée, est connue d'URSS et de Suède.

Seine (Montereau) oct. 1976, Seine (Ivry) et Yonne (Montereau) juil. 1977.

#### *Desmatractum indutum* var. *elegans* Hortob. (fig. 22)

Cellule à membrane jaune, fusiforme, rétrécie dans son milieu et présentant six à huit côtes longitudinales. Les rares cellules observées atteignent 58-60 x 7-8  $\mu\text{m}$ .

Cette variété, décrite par Hortobagyi dans un étang de Hongrie (*Nov. Hedwigia*, 1962, 4 (1/2) : 21-53), connue aussi d'Argentine, se distingue de l'espèce type par sa plus grande taille, le nombre réduit de stries longitudinales et la couleur jaune de la membrane.

Étang de Glareins (legs Balvay).

#### *Siderocelis ornata* (Fott) Fott (fig. 20)

Cette espèce est rarement signalée. Nous l'avions déjà trouvée dans la région parisienne et avons indiqué qu'elle possédait plusieurs plastes portant chacun un pyrénéoïde. La couleur jaune-brun de la paroi rend difficile cette observation.

Espèce connue d'URSS, Hongrie, Allemagne, Pologne et Tchécoslovaquie.

Cellule de 8-10 x 5-6  $\mu\text{m}$ .

Étang de Glareins (legs Balvay).

#### *Juranyella javorkae* (Hortob.) Hortob. (fig. 23 et microphoto. 5, pl. IV)

Les cellules observées ont 8 à 10  $\mu\text{m}$  de diamètre. Elles sont toujours en forme de croissant, soit entièrement fermé, soit légèrement ouvert.

Cette espèce est connue de Hongrie (HORTOBAGYI, *Nov. Hedwigia*, 1962, 4 (1/2) : 21-53). Elle nous a été signalée par notre collègue Balvay qui a très aimablement mis son matériel à notre disposition.

Étang de Glareins.

*Coenocystis subcylindrica* Korch. (fig. 30 et microphoto. 6 pl. IV)

Les colonies sont constituées de cellules ellipsoïdales de 6,5 à 7  $\mu\text{m}$  de long. Des phases d'autosporulation ont été observées dans les récoltes.

Cette espèce n'est signalée que d'URSS. Nous l'avons trouvée dans le lac de barrage de Panessière sur l'Yonne (juin 1977). Notre collègue Druard (INRA Thonon) nous a signalé l'avoir récoltée dans le lac Léman en juin 1977.

*Paradoxia multiseta* Swir. (fig. 28 et microphoto. 4, pl. IV)

Les cellules de nos échantillons ont une longueur moyenne de 20  $\mu\text{m}$ . Les soies, nombreuses dans la zone antapicale, atteignent 15 à 20  $\mu\text{m}$  de long.

Cette espèce, rarement signalée, est connue d'URSS, Bohême, Autriche, Suisse, Turquie, Argentine et USA.

Seine (Corbeil) août 1976.

*Scenedesmus coartatus* Hortob. (fig. 27)

Cette espèce, facile à reconnaître grâce aux apex cellulaires régulièrement recourbés, est souvent de petite taille : 10-12 x 2-2,5  $\mu\text{m}$  (par cellule).

Elle est connue d'Ukraine, de Hongrie et du lac Tchad.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Scenedesmus spinosus* var. *bicaudatus* Hortob. fo. (fig. 26)

Cette forme, rare dans nos récoltes se sépare de *Sc. spinosus* var. *bicaudatus* par deux caractères :

- a) présence, sur la marge des cellules externes du cénobe, de quatre petites épines groupées en paire,
- b) présence, à un seul apex des cellules du cénobe, d'une courte crête (rappelant ainsi certaines formes de *Sc. armatus* Chod.).

Le nombre de cénobes examinés étant trop faible, nous n'avons pas pu nous assurer de la permanence de ces caractères.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Gloeotila contorta* Chodat (= *Gloeotila spiralis* Chod.) (fig. 21)

Cette petite Ulothricale planctonique à filament court, composé de cellules sans pyrénioïde, est connue en France de la région parisienne (BOURRELLY, 1962, *Phykos*, 1 (1) : 29-35) mais sa petite taille (1,5 à 2  $\mu\text{m}$  de diamètre) fait qu'elle passe souvent inaperçue.

Étang de Glareins (legs Balvay).

*Catena viridis* Chodat (fig. 31)

Cette petite Ulothricale est composée de cellules cylindriques de 6,5 à 7  $\mu\text{m}$  de long sur 2,5-3  $\mu\text{m}$  de diamètre dans la zone médiane.

Rarement signalée, elle est connue du Danemark, de Suède et de France

(mare de la Ferme à Rambouillet).  
Seine (Montereau) juil. 1977.

*Pithophora oedogonia* (Mont.) Wittr. (microphoto. 7 et 8, pl. IV)

Notre échantillon possède des cellules végétatives de 50 à 60  $\mu\text{m}$  de large alors que les akinètes atteignent 80 à 100  $\mu\text{m}$  de largeur. Il est caractérisé par des ramifications tertiaires et l'absence d'hélicoïdes.

Espèce connue des régions chaudes du globe (Guyane, Amérique du Nord; en Europe, rizières du Portugal (J.C. VASCONCELLOS, 1956, *Algas macroscópicas dos arrozais portugueses. Minist. Econom. Comis. Regul. Comerc. Arroz. Lisboa, 70 p.*)).

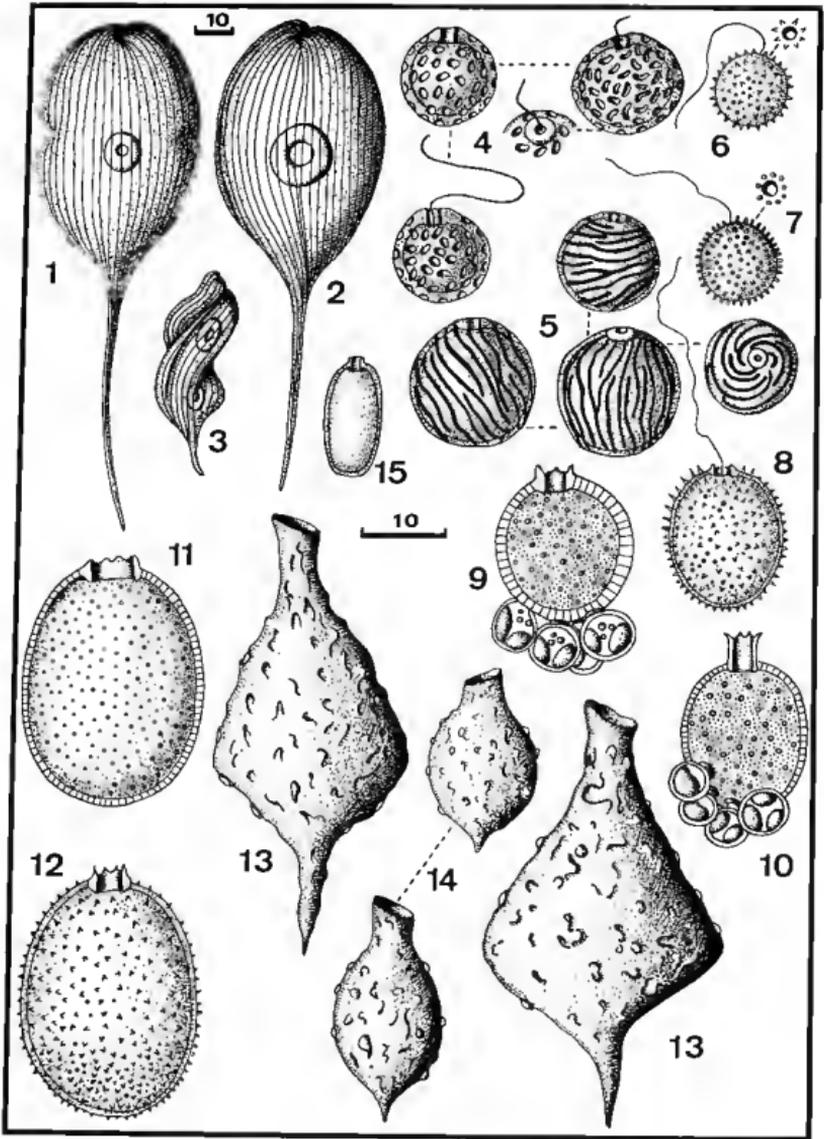
Serre tropicale du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris (mars 1978).

*Staurastrum chaetoceras* (Schr.) G.M. Smith (fig. 32)

Cette belle espèce, connue du monde entier, n'a pas été encore signalée en France, à notre connaissance.

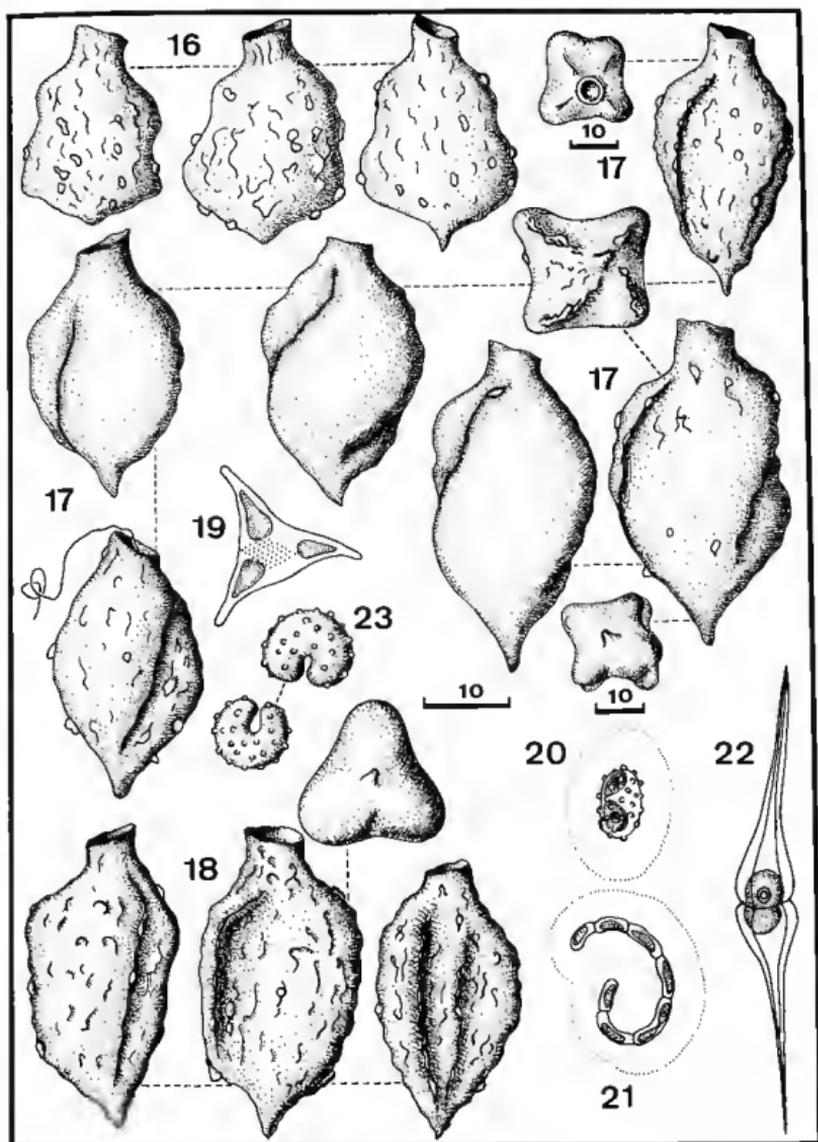
En général les hémisomates sont biradiés, mais nous avons observé quelques exemplaires «janus» montrant un hémisomate à deux bras tandis que l'autre est triradié. Les cellules sont de taille assez variable mais avec une moyenne de 25  $\mu\text{m}$  de longueur (sans les bras) pour 50  $\mu\text{m}$  de largeur (avec les bras) et un isthme de 7-8  $\mu\text{m}$ .

Étang de Glareins (legs Balvay).

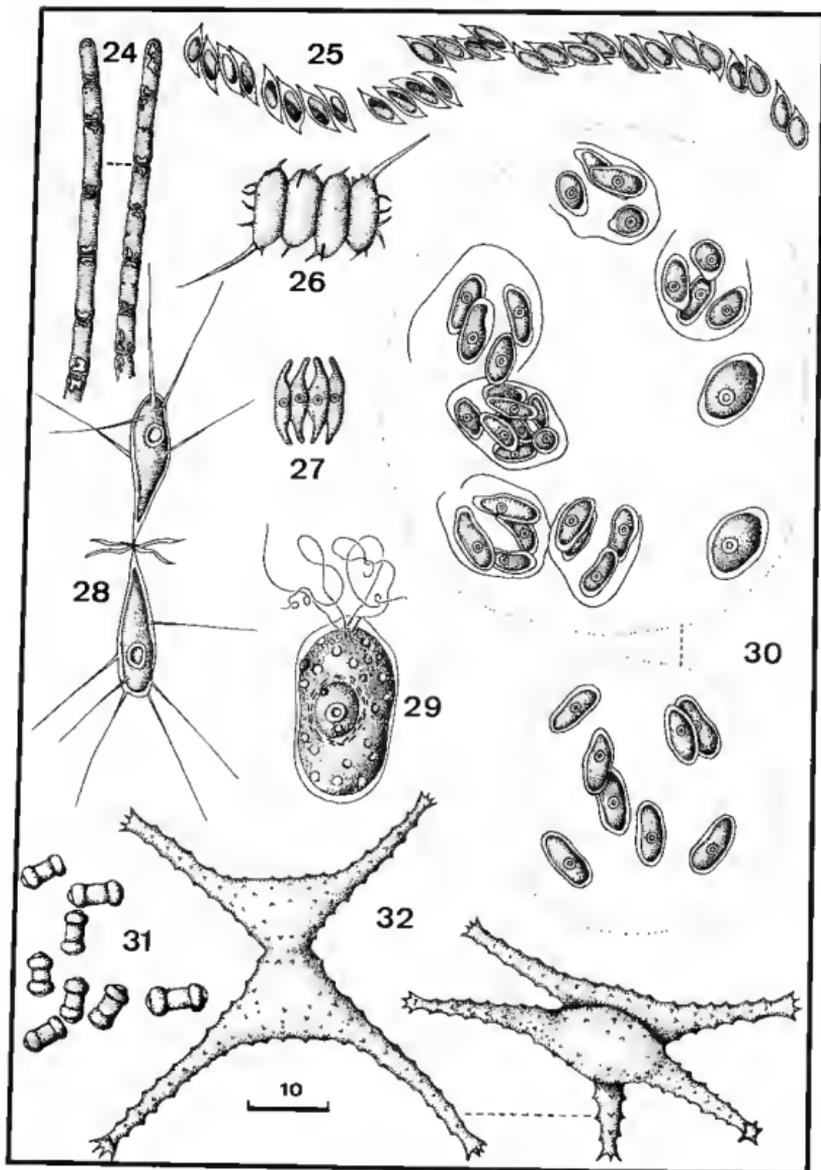


Pl. 1 — Fig. 1 : *Phacus longicauda* var. *rotunda* (Pochm.) Hub. Pest. Fig. 2 : *Phacus longicauda* var. *insecta* Koczwara. Fig. 3 : *Phacus similis* Christen fo. *minor* nov. fo. Fig. 4 : *Trachelomonas nexilis* Palmer fo. Trois cellules et détail du pore flagellaire. Fig. 5 : *Trachelomonas rugulosa* Stein emend. Middelhoek. Trois cellules et une vue apicale. Fig. 6 : *Trachelomonas woycickii* var. *pusilla* Drez. Fig. 7 : *Trachelomonas bacillifera* var. *globosa* Playfair. Cellule et détail du pore flagellaire. Fig. 8 : *Trachelomonas hispida* fo. *minor* Bourrel. Fig. 9 : *Trachelomonas compacta* Middelh. fo. avec *Characiopsis epiphytica* Bourrel. & Georges. Fig. 10 : *Characiopsis epiphytica* Bourrel. & Georges fixé sur *Trachelomonas crebea* Kell. Fig. 11 et 12 : *Trachelomonas armata* fo. *inevoluta* Defl. ? Deux formes. Fig. 13 : *Strombomonas gibberosa* (Playf.) Defl. Deux cellules. Fig. 14 : *Strombomonas fluviatilis* var. *ettlii* (Middelh.) nov. comb. Deux cellules. Fig. 15 : *Trachelomonas cylindrica* Playfair.

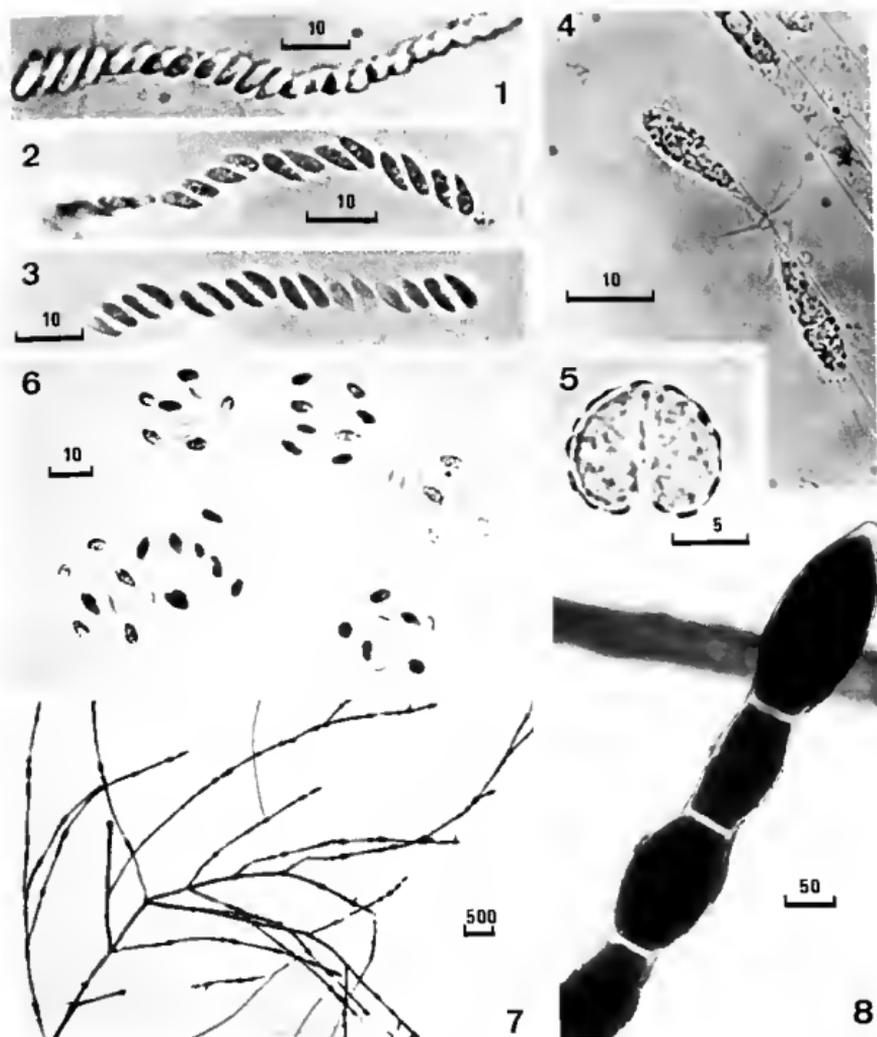
Toutes les échelles sont indiquées en microns ( $\mu\text{m}$ ).



Pl. II. — Fig. 16 : *Strombomonas verrucosa* (Daday) Defl. fo. Trois cellules. Fig. 17 : *Strombomonas tetraptera* var. *gallica* nov. var. Six cellules avec vue apicale et deux vues post-apicales. Fig. 18 : *Strombomonas balvayi* nov. sp. Trois cellules et vue antapicale. Fig. 19 : *Goniochloris fallax* Fott fo. Une cellule avec indication des scrobiculations dans la partie centrale. Fig. 20 : *Siderocelis ornata* (Fott) Fott. Fig. 21 : *Gloeotila contorta* Chodat. Fig. 22 : *Desmatractum indutum* var. *elegans* Hortob. Fig. 23 : *Juranyella javorkae* (Hortob.) Hortob. Deux cellules. Toutes les échelles sont indiquées en microns ( $\mu\text{m}$ ).



Pl. III. — Fig. 24 : *Oscillatoria redekei* van Goor. Deux extrémités de trichomes. Fig. 25 : *Heterodesmus gallicus* nov. sp. Deux cénobes vus de face. Fig. 26 : *Scenedesmus spinosus* var. *bicaudatus* Hortob. fo. Fig. 27 : *Scenedesmus coartatus* Hortob. Fig. 28 : *Paradoxia multiseta* Swir. Fig. 29 : *Carteria peterhofiensis* Kiss. Fig. 30 : *Coenocystis subcylindrica* Korch. Deux thalles dont l'un avec autospore. Fig. 31 : *Catena viridis* Chodat Fig. 32 : *Staurastrum chaetoceras* (Schr.) G.M. Smith. Une cellule en vue frontale et une vue apicale d'une autre cellule «janus» à hémisomes différents : l'un biradié et l'autre triradié.  
Toutes les échelles sont indiquées en microns ( $\mu\text{m}$ ).



Pl. IV. — Fig. 1, 2, 3 : *Heterodesmus gallicus* nov. sp. Trois cénobes dont l'un (fig. 1) avec quelques cellules en vue apicale. Fig. 4 : *Paradoxia multiseta* Swir. Fig. 5 : *Juranyella javorkae* (Hortob.) Hortob. Fig. 6 : *Coenocystis subcylindrica* Korch. Fig. 7 : *Pithophora oedogonia* (Mont.) Wittrock. Vue générale du thalle montrant les ramifications et la position relative des akinètes. Fig. 8 : *Pithophora oedogonia* (Mont.) Wittr. Vue de détail d'un fragment de filament avec akinète apical et intercalaire. Toutes les échelles sont indiquées en microns ( $\mu\text{m}$ ).



CYTOPLASMIC ORGANIZATION  
AND ENDOSYMBIOTIC BACTERIA  
IN THE GROWING POINTS OF *CAULERPA PROLIFERA*

Clinton J. DAWES and Colleen A. LOHR \*

ABSTRACT. — The growing rhizome tip of the coenocytic green alga *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux was examined with light and electron microscopes and compared with the blade tip. The cytoplasm was found to contain a dense, organelle rich meristem-plasm. No membranous separations occurred in the rhizome tip delimiting developing blades or rhizoids. Endosymbiotic bacteria were found to be common in the vacuolar systems of *Caulerpa*, even in the meristem-plasm.

RÉSUMÉ. — Le point végétatif des rhizomes de l'algue verte, cénocytique *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux est étudié en microscopie photonique et électronique et comparé au point végétatif des «feuilles». Le cytoplasme de ce point végétatif, ou «meristem-plasma» est très dense, riche en organelles. Les points végétatifs des rhizomes, des rhizoïdes ou des feuilles sont dépourvus de toutes séparations membranaires. Des bactéries endosymbiotiques sont présentes aussi bien dans le système vacuolaire de *Caulerpa* que dans le «meristem-plasma».

## INTRODUCTION

Previous studies on the ultrastructural organization of growing blades in the giant coenocytic green alga *Caulerpa* have shown the presence of a distinctive cytoplasm at the growing blade tip of *C. prolifera* (DAWES & BARILOTTI, 1969) and the rhizome tip of *C. sertularioides* (MISHRA, 1969). Furthermore, studies have demonstrated the complete absence of compartmentalization between the mature blade, rhizome and rhizoid in the highly differentiated thallus of *C. prolifera* (DAWES & RHAMSTINE, 1967). The present study was initiated to determine whether any membranous separations could be found at the developing sites of the highly polar blades and rhizoids at the rhizome tip as well as the cytoplasmic organization at these sites. Endosymbiotic

\* Department of Biology, University of South Florida, Tampa, 33620



Fig. 1. — A photograph of a growing rhizome tip of *Caulerpa prolifera*. The three zones of development are labeled as follows: 1) the meristematic region; 2) the intermediate region; and 3) the maturing green region. Both a rhizoid initial (Rh-arrow) and a blade initial (B-arrow) are present on the rhizome. The unit mark equals 2 mm.  $\times 8.6$ .

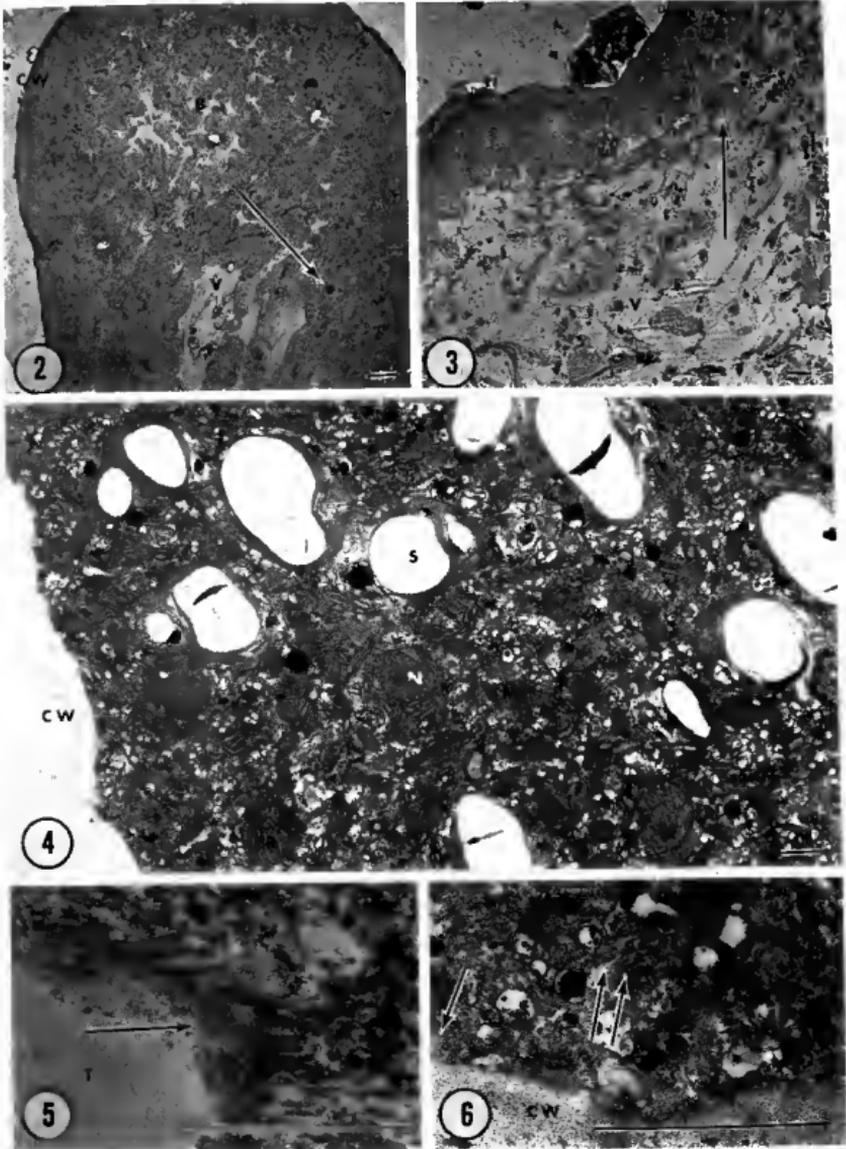
Fig. 2 and 3 are light micrographs and the unit mark equals 10  $\mu\text{m}$ .

Fig. 2. — A cross section through a blade initial about the same stage of development as seen in Fig. 1. The rhizome is in the lower portion of the micrograph. The trabeculae (arrow) are found throughout the developing organ. The cell wall abruptly thins in the region of the blade initial. The central vacuole (V) can be seen extending from the rhizome into the blade initial.  $\times 350$ . Fig. 3. — A cross section through a rhizoid initial similar to that seen in Fig. 1. The rhizome is in the lower half of the micrograph. Note the extensive central vacuole and trabeculae (arrow)  $\times 350$ .

Fig. 4, 5, and 6 are electron micrographs of sections of the rhizome fixed with glutaraldehyde followed by osmium tetroxide. All unit marks equal 1  $\mu\text{m}$ .

Fig. 4. — A general view of the meristem of the growing rhizome tip (zone 1 of Fig. 1). Numerous nuclei, starch-bearing amyloplasts and an abundance of rough endoplasmic reticulum are characteristic of this region. No central vacuole exists in this zone.  $\times 7,700$ . Fig. 5. — An oblique section of a trabeculum showing the microtubules that lie just under the plasmalemma (arrow). The microtubules are arranged parallel to the long axis of the trabeculum (T).  $\times 43,000$ . Fig. 6. — A longitudinal section of a rhizome tip showing the two types of microtubular arrangements as found adjacent to the cell wall (cw). Individual microtubules are seen just under the plasmalemma (single arrow) adjacent to the cell wall. A band of microtubules is also seen in oblique view about 0.5-1  $\mu\text{m}$  inside the cytoplasm (double arrows).  $\times 43,000$ .

Symbols: B = blade, C = chloroplast, cw = cell wall, ER = endoplasmic reticulum, G = Golgi body, M = mitochondria, mt = microtubules, N = nucleus, S = starch with or without amyloplast, T = trabeculum, Rh = rhizoid, Rz = rhizome, V = vacuole.



bacteria are reported to be of common occurrence in the vacuole in *Caulerpa* and are compared with those reported for other green algal coenocytetes such as *Bryopsis* (BURR & WEST, 1970) and *Penicillus* (TURNER & FRIEDMAN, 1974).

## MATERIALS AND METHODS

Plants of *Caulerpa prolifera* (Forsskål) Lamouroux were obtained from clonal cultures grown in 20 gallon aquaria equipped with subsand filters and silica sand. The specific culturing procedures were similar to those described by DAWES and BARILOTTI (1969). Sites of blade and rhizoid initiation as well as growing rhizome tips were excised and prepared for electron microscopy as previously described (DAWES & BARILOTTI, 1969).

## RESULTS

The growing rhizome (Fig. 1) can be subdivided into a white meristematic region at the tip (zone 1), an intermediate, pale green region about 0.2 to 0.5 mm behind the tip (zone 2), and a mature green region starting about 1 to 4 mm behind the tip (zone 3). Sites of blade and rhizoid initiation were found in zones 2 and 3. These sites are first seen as small white spots on the rhizome which develop into white growing points (arrows, Fig. 1) either on the upper side (blade initial) or the lower side (rhizoid initial). Cross sections through the rhizome show that the central vacuole extends up to the meristematic region where the vacuole becomes a system of ramifying tubules. Trabeculae, or wall struts, an anatomical feature of the genus, are common throughout the rhizome (arrows, Fig. 2, 3).

The rhizome tip (Fig. 1, zone 1), contains a dense cytoplasm and lacks a large central vacuole which may become small ramifying vacuolar penetrations of 2-5  $\mu\text{m}$  in diam. (Fig. 4). The cytoplasm of the rhizome tip is rich in rough endoplasmic reticulum, Golgi bodies, amyloplasts, and mitochondria. None, or very few, chloroplasts are present and no discernible compartmentalization by membranes is evident (Fig. 4). Microtubules are present in bands of 10-30 within the cytoplasm, located approximately 0.5 to 1  $\mu\text{m}$  from the cell wall (Fig. 6). These microtubular bands appear to be oriented in flat spirals along the longitudinal rhizome axis. Microtubules are also present individually just inside the plasmalemma and are oriented parallel to the axis of a trabeculum (Fig. 5) or parallel to the rhizome axis along the cell wall (Fig. 6). The cell wall is thin at the rhizome tip (5-10  $\mu\text{m}$ ) with branches forming thin (2-5  $\mu\text{m}$ ) trabecular projections into the cytoplasm.

In the intermediate region of the rhizome tip (Fig. 1, zone 2), about 0.2-0.5 mm behind the tip, the cytoplasm appears less continuous and begins to become parietal (20-30  $\mu\text{m}$  thick).

The maturing or green region of a growing rhizome begins approximately 1.4 mm back from the tip (Fig. 1, zone 3). The cytoplasm in this region forms

a narrow (5-15  $\mu\text{m}$ ) parietal band along the cell wall and coating the trabeculae.

Bacteria-like cells have been found to be a consistent component in the rhizome vacuole (Fig. 7, 8). These apparent endophytes are especially common in the meristematic region of the rhizome tip where the vacuolar extensions are but small tubules. The cells measure up to 3  $\mu\text{m}$  in length and 0.5  $\mu\text{m}$  in diameter.

No membranous separation of cytoplasm in blades from rhizome (Fig. 2) or in rhizoids from rhizome (Fig. 3), could be found in developing sites. Furthermore, no distinctive grouping of organelles such as nuclei, amyloplasts, and mitochondria were present at these sites when compared to the rhizome tip. In both sites, the predominant cytoplasm is dense and granular, and rich in Golgi bodies and rough endoplasmic reticulum.

## DISCUSSION

This investigation has shown that the fine structure of the three types of growing points in *Caulerpa* is nearly identical. The sites of blade, rhizome and rhizoid initiation are all characterized by a dense, non-vacuolated cytoplasm rich in organelles. This type of cytoplasmic organization is also present at growing blade tips (DAWES & BARILLOTTI, 1969) and rhizome tips (MISHRA, 1969), and has been termed «meristemplasm» by JANSE (1910). The lack of membra-

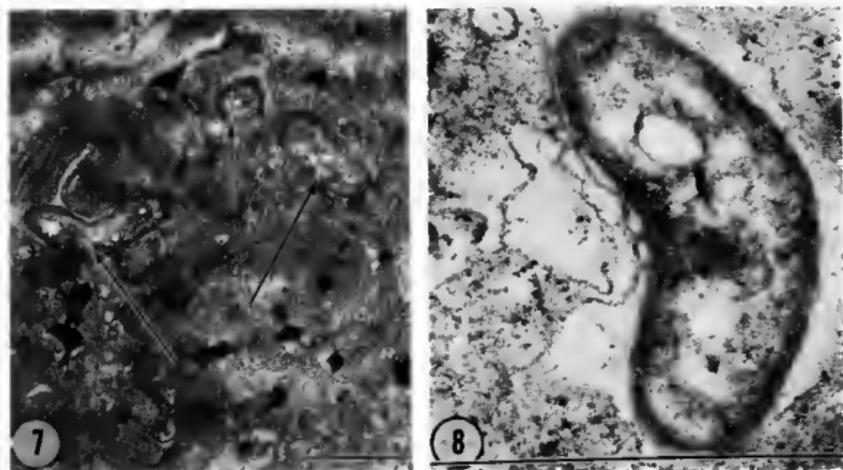


Fig. 7. — A low magnification micrograph of the meristemplasm of a rhizome tip with a number of bacteria-like cells (arrows) present in the small vacuolar regions. The vacuolar osmiophilic bodies appear disrupted in this preparation. X 21,600. Fig. 8. — A high magnification micrograph of a bacteria-like cell as found in the vacuolar extensions of the rhizome meristemplasm. Because of the fixation for *Caulerpa* the bacteria-like cell is somewhat vacuolated. x 74,100.

neous separators between developing blades and rhizoids at the rhizome tip emphasizes the continuity of the highly differentiated coenocytic organization of *Caulerpa*.

The cytoplasm of the rhizome tip contains microtubules arranged in two distinct patterns. One pattern is in the form of a layer lying just beneath the plasmalemma with the microtubules parallel to the long axis of the rhizome (MISHRA, 1969). The second pattern is where clusters of microtubules are arranged into bands that spiral around the rhizome and may be involved in cytoplasmic streaming (SABNIS & JACOBS, 1967; DAWES & BARILOTTI, 1969).

The endosymbiotic bacteria, present in the vacuole of *Caulerpa*, have also been reported for a fungus spore (MOSSE, 1970), several genera of euglenoids (LEEDLE, 1969), the colonial green alga *Volvox* (KOCHERT & OLSON, 1970) and the green algal coenocytes *Bryopsis* (BURR & WEST, 1970) and *Penicillus* (TURNER & FRIEDMAN, 1974). The possibility of these bacteria being true endophytes and not introduced through handling is supported by the preparative procedure. The cells are most commonly found in the small vacuolar extensions at the rhizome tips where no wounds are evident. Furthermore, the cells are present after use of a number of different fixations and various dehydrants or embeddings.

#### LITERATURE CITED

- BURR, F. A. & WEST, J. A., 1970 — Light and electron microscope observations on the vegetative and reproductive structures of *Bryopsis hypnoides*. *Phycologia*, 9 : 17-37.
- DAWES, C. J. & BARILOTTI, D. C., 1969 — Cytoplasmic organization and rhythmic streaming in growing blades of *Caulerpa prolifera*. *Amer. J. Bot.*, 56 : 8-15.
- DAWES, C. J. & RHAMSTINE, E. L., 1967 — An ultrastructural study of the giant green algal coenocyte *Caulerpa prolifera*. *J. Phycol.*, 3 : 117-126.
- JACOBS, W. P., 1970 — Development and regeneration of the algal giant coenocyte *Caulerpa*. p. 732-748. In, FREDERICK, J. and KLEIN, R. M. (ed.), *Phylogenes and Morphogenesis in the Algae*. *Ann. N. Y. Acad. Sci.*, 175, Art. 2 : 413-481.
- JANSE, J. M., 1910 — Über Organveränderung bei *Caulerpa prolifera*. *Jarhb. Wiss. Bot.*, 48 : 73-110.
- KOCHERT, G. & OLSON, L. W., 1970 — Endosymbiotic bacteria in *Volvox carteri*. *Trans. Amer. Micros. Soc.*, 89 : 475-478.
- LEEDALE, G. F., 1967 — Observations on endonuclear bacteria in Euglenoid flagellates. *Österr. Bot.*, 116 : 279-294.
- MISHRA, A. K., 1969 — Fine structure of the growing point of the coenocystic alga *Caulerpa sertularioides*. *Can. J. Bot.*, 47 : 1599-1603.
- MOSSE, B., 1970 — Honey-coloured sessile *Endogene* spores. II. Changes in fine structure during spore development. *Arch. Mikrobiol.*, 74 : 129-145.
- SABNIS, D. D. & JACOBS, W. P., 1967 — Cytoplasmic streaming and microtubules in the coenocytic marine alga *Caulerpa prolifera*. *J. Cell Sci.*, 2 : 465-472.
- TURNER, J. B. & FRIEDMAN, E. I., 1974 — Fine structure of capitular filaments in the coenocytic green alga *Penicillus*. *J. Phycol.*, 10 : 125-134.

## STUDIES ON THE MARINE ALGAE (PUNCTARIALES) FROM KARACHI

Mohammed NIZAMUDDIN\* and Naheed BEGUM\*\*

ABSTRACT. — A detailed morpho-taxonomical studies on *Iyengaria stellata* (Børg.) Børg., *Colpomenia sinuosa* (Roth) Dérb. et Sol., *Rosenvingia orientalis* (J. Ag.) Børg., *R. fastigiata* (Zanard.) Børg. and *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe were made from the coast of Karachi.

### INTRODUCTION

The order Punctariales is represented by four genera along the northern part of the Arabian Sea. BØRGESEN (1930, 1934, 1935, 1939) reported *Iyengaria* Børg., *Colpomenia* Dérb. et Sol., *Rosenvingia* Børg. and *Hydroclathrus* Bory from this coast based on single specimens or on fragments. His studies lack detailed accounts as these are synoptical accounts. ANAND (1940) and DIXIT (1967-68) just mentioned *Iyengaria stellata* Børg. NIZAMUDDIN and GESSNER (1970) have contributed a little account on few members of this order. A detailed account of the species of this order is lacking from this region. Therefore an attempt has been made to provide a detailed morphological, ecological and taxonomical studies of the species of this order. The specimens are kept in the Algal Herbarium, University of Karachi.

### KEY TO THE GENERA OF THE ORDER

1. Plants cylindrical, tubular and branched. . . . . *Rosenvingia*  
Plants globose, lobed or tuberculate or perforated . . . . . 2
2. Plants sub-globose, hollow or inflated . . . . . *Colpomenia*  
Plants expanded, clathrate, perforated or stellate. . . . . 3
3. Plants slightly globular with stellate projections. . . . . *Iyengaria*  
Plants expanded, clathrate, perforated. . . . . *Hydroclathrus*

\* University of Libya, Tripoli. \*\* Department of Botany, University of Karachi.  
Permanent address : Department of Botany, University of Karachi, Pakistan.

## SYSTEMATIC ENUMERATION

*IYENGARIA* BØRGESSEN

Thallus sessile, semiglobular, spongy, hollow with hollow projections giving the thallus a semi-stellate appearance. Sori scattered on the surface and on projections. Thallus about 5-layered thick. A single layer of small angular assimilatory cells with single parietal chromatophores. Medullary cells polygonal and 3-layered. Hair cavities in sterile parts of the thallus. Sori with plurilocular sporangia. Hairs and paraphyses lacking in sori.

The genus is represented by a single species, *Iyengaria stellata* Børg. from this coast.

— *Iyengaria stellata* (Børgesen) Børg.

BØRGESSEN, 1939 : 91. FRITSCH, 1952 : 111. NIZAMUDDIN and GESSNER, 1970 : 6

Syn. : *Rosenvingia stellata* BØRGESSEN, 1928 : 1.

*Colpomenia stellata* BØRGESSEN, 1930 : 168; 1934 : 25

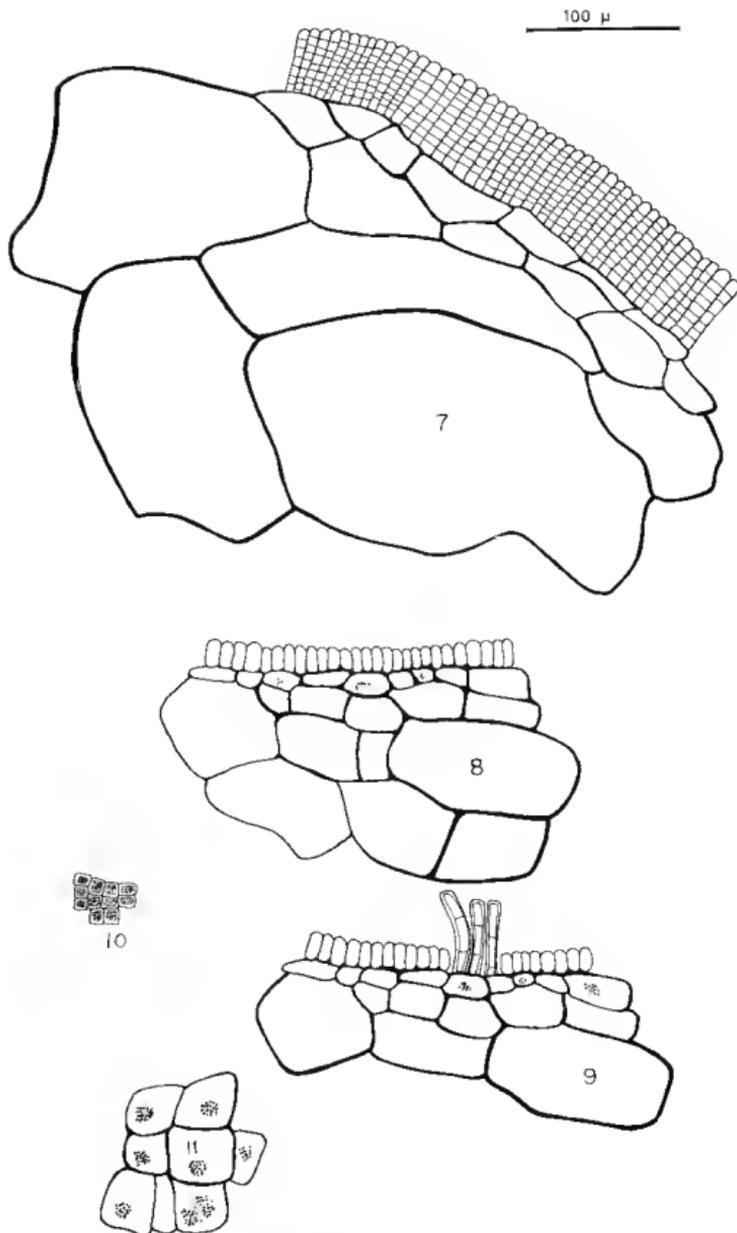
*Colpomenia sinuosa* f. *tuberculata* ANAND, 1940 : 3

Plate II, Figs. 7-11.

Thallus semi-globular, 1-12(-32) cm in diameter, spongy, hollow with hollow projections, cylindrical, forming semi-stellate forms. Projections cylindrical 1.5-4.8 mm long, 2-3.6 mm broad, with blunt apices. Thallus 6-layered thick.



Plate II. — *Iyengaria stellata* (Børg.) Børgesen.



Figs. 7-11. — *Iyengaria stellata* (Börg.) Børgesen.

8 : Transverse section of the projections showing medullary and assimilatory cells. 7 : Transverse section of the projection showing medulla and plurilocular sporangia. 9 : Transverse section through a projection showing medullary cells, assimilatory cells and hair cavity. 10 : Surface cells from the upper of the thallus. 11 : Surface cells from the lower part of the thallus.

Assimilatory region single layered, cells small, angular, radially elongated, 8-16  $\mu\text{m}$  long and 4-12  $\mu\text{m}$  broad with single parietal chromatophores. Medulla 4-layered, cells colourless, parenchymatous; sub-medulla 2-layered, cells small, 8-40  $\mu\text{m}$  long and 12-40  $\mu\text{m}$  broad; inner medulla 2-layered, cells large, 44-148  $\mu\text{m}$  long and 44-264  $\mu\text{m}$  broad. Most of the medullary cells colourless with the exception of few cells having discoid chromatophores. Medullary cell wall 2-4  $\mu\text{m}$  thick, intercellular spaces lacking. Hair cavities present. Surface cells quadrate.

Sori small, scattered on the surface of the thallus as well as on the projections. Sori contain plurilocular, uniseriate, cylindrical sporangia, 20-40  $\mu\text{m}$  long and 4-5  $\mu\text{m}$  broad. Hairs and paraphyses lacking in sori.

**Local distribution :** Manora (Akhtar, 29.12.1966. Ferhana, 16.12.1966. Hameed, 23.3.1966. Mukhtar, 29.12.1966. Nizamuddin, 6.12.1961, 5.2.1965. Naseema, 10.3.1966. Naheed, 24.1.1970, 13.2.1970). Cape Monze (Nizamuddin, 20.11.1964, 21.11.1964). Bullejee (Nizamuddin, 20.10.1963).

**Geographical distribution :** Dwarka (India); Karachi (Pakistan); Persian Gulf; False Bay, Mossel Bay, Port Alfred (South Africa).

The species is subtropical in distribution and so far reported from Arabian Sea and South African regions. The species generally grows on rocks in the upper and mid-littoral regions along the coast of the northern part of the Arabian Sea. It grows luxuriantly in the months of December to February, facing the open sea rather sheltered places. Conglomerate rocks are the common habitats for this species. These spread like mats on the rocky ledge of Manora. Sometimes the expanse of the thallus reaches upto 32 cm.

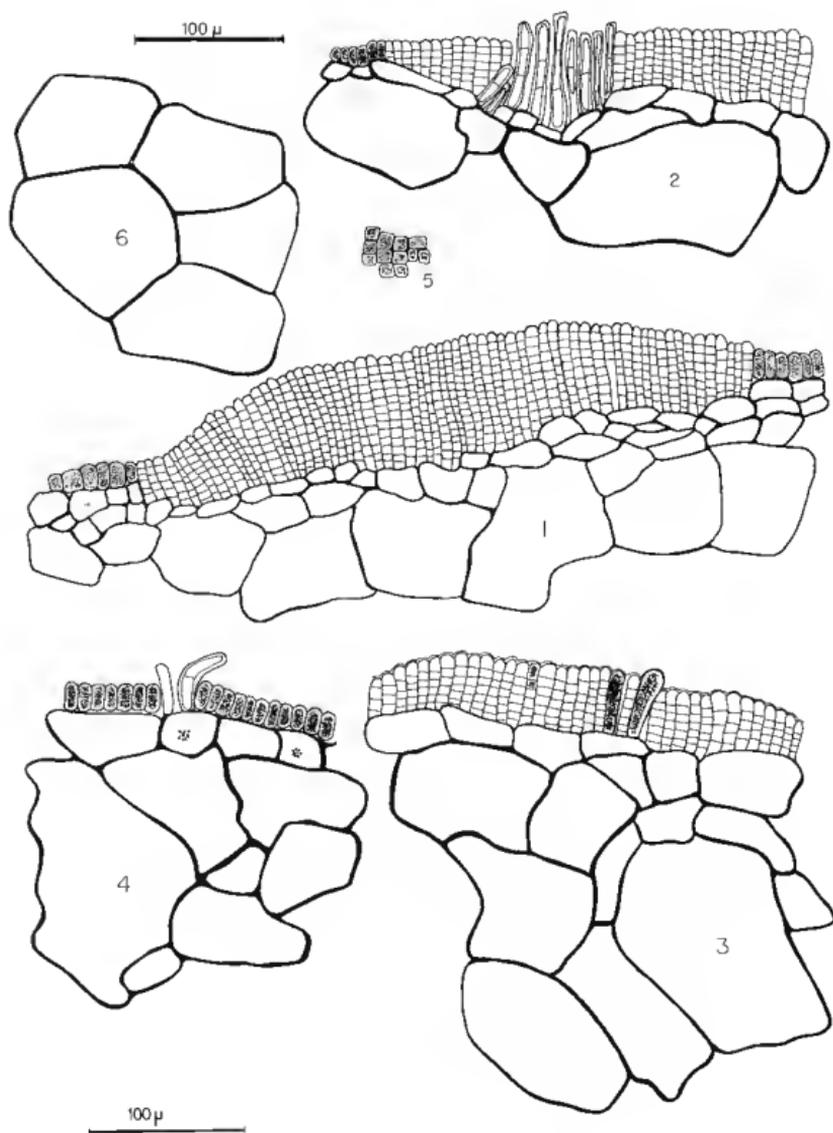
BØRGESEN (1939) described solid projections with zonately arranged medullary cells. Present studies show that *Iyengaria stellata* from Karachi possesses hollow projections and irregularly arranged medullary cells. There is no doubt that young projections are solid and medullary cells regularly arranged. BØRGESEN probably examined the young projections but not the mature ones.

#### *COLPOMENIA* DERBES ET SOLIER

Thallus sessile, globular, hollow, leathery, thin. Thallus composed of 6 layers of cells in thickness. Assimilatory region of single layered cells, angular and with single parietal chromatophores. Medulla composed of 4 layers of parenchymatous cells. Hair cavities rarely present. Sori scattered on the surface of the thallus. Sori semi-circular containing plurilocular sporangia, septate hairs and paraphyses. The genus is represented by a single species, *Colpomenia sinuosa* (Roth) Dérb. et Sol.

#### — *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derbès et Solier

BØRGESEN, 1941 : 176; 1934 : 25; 1935 : 34; 1939 : 89; 1948 : 49. DURAIRATNUM, 1961 : 32. FRITSCH, 1952 : 109. LUCAS, 1936 : 103. NASR, 1940 : 12; 1947 : 71. TAYLOR, 1960 : 260. SMITH, 1944 : 127.



Figs. 1-6. — *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derb. et Sol.

1-3 : Transverse section of the thallus through sori showing plurilocular sporangia, hairs and paraphyses. 4 : Transverse section of the thallus showing hair cavities, assimilatory cells and medullary cells. 5 : Surface cells from the upper part of the thallus. 6 : Cells from the lower part of the thallus.

## Plate I, Figs : 1-6.

Thallus globular, 1.6-7.5 cm in diameter, hollow, leathery, sessile (young ones show rhizoids), surface smooth (when young), mature thallus with conspicuous indentations. Thallus 6-layered thick. Assimilatory region single layered, cells small, angular, radially elongated, 8-20  $\mu\text{m}$  long and 4-12  $\mu\text{m}$  broad with a single parietal chromatophores. Medullary region of 4 layers of colourless, parenchymatous cells of varying sizes; outer small cells 8-36  $\mu\text{m}$  long and 16-84  $\mu\text{m}$  broad, inner cells 40-350  $\mu\text{m}$  long and 44-880  $\mu\text{m}$  broad; few cells contain chromatophores; cell walls 0.8-2.0  $\mu\text{m}$  thick and intercellular spaces lacking. Hair cavities rarely occur. Surface cells quadrate. Sori small, semi-circular, brown, scattered and protected by a covering containing uniseriate, plurilocular, cylindrical sporangia, 16-60  $\mu\text{m}$  long and 4-12  $\mu\text{m}$  broad; often colourless hairs present in the middle of the sori; paraphyses dark brown and ovate.

Local distribution : Manora (Farida, 9.2.1963. Hameed, 15.12.1966. Moid, 20.1.1962. Mah Rukh, 24.1.1967. Nizamuddin, 8.12.1963; 13.1.1963; 30.10.1963. Nuzhat, 10.12.1966. Naheed, 24.1.1970. Phool Begum, 21.2.1963. Qadri, 24.1.1962. Razia, 10.12.1966. Shahid, 10.7.1963). Bullejee (Nizamuddin, 20.1.1963). Paradise Point (Qayum, 17.3.1965).

Geographical distribution : Arabian Sea; Persian Gulf; Red Sea; Mauritius; Australia; Mediterranean Sea (European as well as African coasts); Southern California, Monterey Peninsula (Pacific coast).

*Colpomenia sinuosa* generally grows in the upper and mid-littoral regions along the coast of Karachi. At low tide the entire rocky ledge of Manora is expo-

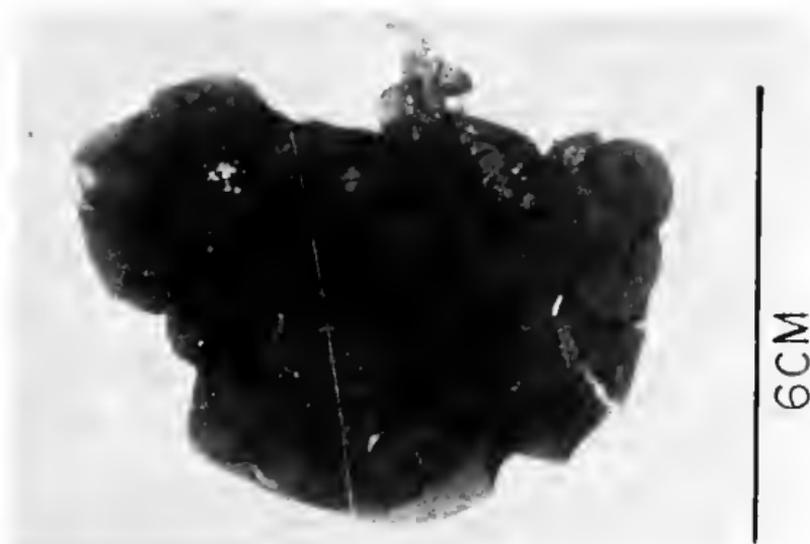


Plate I. — *Colpomenia sinuosa* (Roth) Derb. et Sol.

sed to atmosphere and appears to be brown because of the luxuriant growth of *C. sinuosa*. During the monsoon seasons the species completely disappears but more common during the months of December to February. The species provides a good habitat for epiphytic algae.

Mediterranean species are thicker in texture than those of Karachi coast. West Indies specimens possess plurilocular, biseriata sporangia (BØRGESEN, 1914) whereas Karachi ones show plurilocular uniseriate sporangia. BØRGESEN (1939) also reported plurilocular, biseriata sporangia (50  $\mu\text{m}$  long and 6-7  $\mu\text{m}$  broad) from Persian Gulf whereas in Karachi ones the sporangia are found to be uniseriate (16-60  $\mu\text{m}$  long and 4-12  $\mu\text{m}$  broad). Sori are regular and semi-circular rather irregular (BØRGESEN, 1939).

### ROSENVINGIA BØRGESEN

Thallus tubular, cylindrical, sub-dichotomous, 5-layered thick; a single layer of more or less rounded assimilatory cells with parietal chromatophores; 3 layers of thick-walled medullary cells. Sori with plurilocular sporangia and septate hairs. Paraphyses lacking.

Along this coast the genus is represented by two species, *R. orientalis* and *R. fastigiata*.

#### Key to the species

1. Ultimate branches hair-like . . . . . *R. orientalis*  
 Ultimate branches antler-like . . . . . *R. fastigiata*

- *Rosenvingia orientalis* (J. Agardh) Børgesen

BØRGESEN 1914 : 182; 1930 : 167.

Plate III, Figs. : 12-16

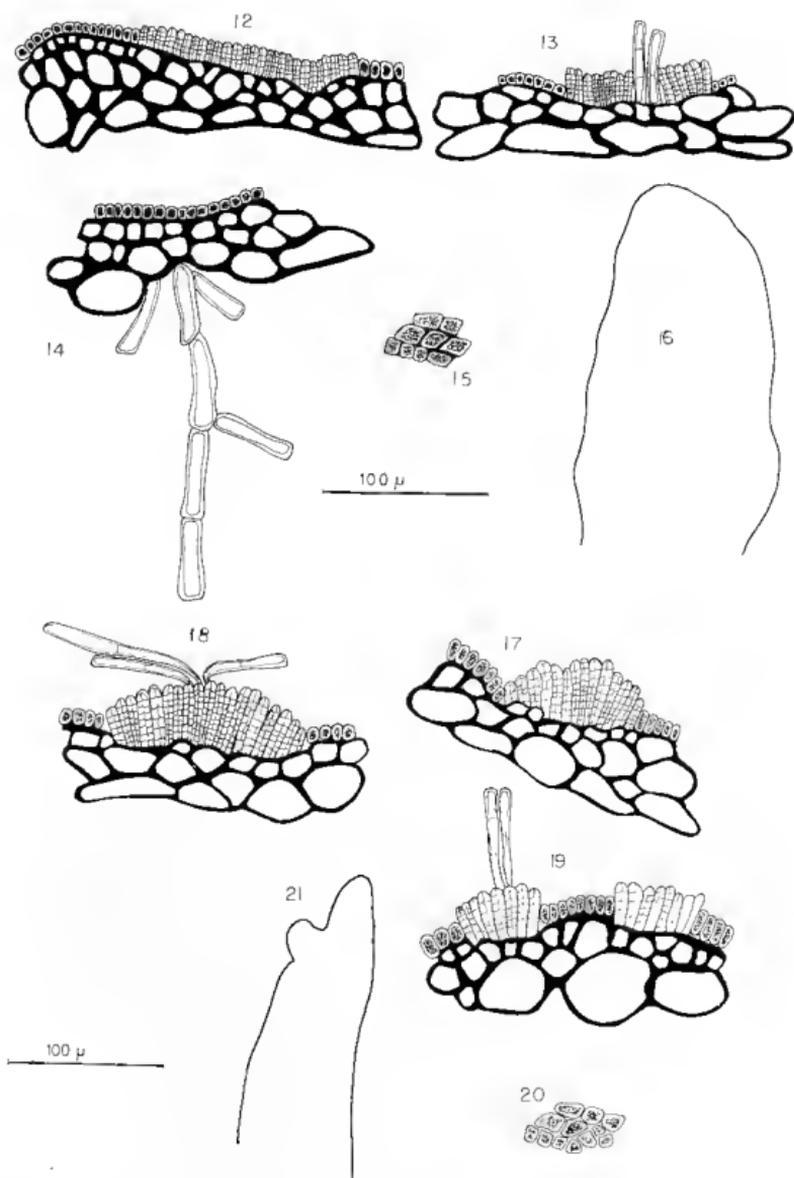
Plants irregularly much branched, cylindrical, tubular upto 30 cm high with discoid holdfast. Lower part of the main axis solid and the rest hollow; ultimate branches hair-like. Main axis composed of 5 layers of cells in thickness. Assimilatory region single layered, cells small, more or less rounded, 6-12  $\mu\text{m}$  long and 4-8  $\mu\text{m}$  broad with single parietal chromatophores. Medulla 3-layered of colourless, thick-walled cells, 6-36  $\mu\text{m}$  long and 4-52  $\mu\text{m}$  broad of varying shape; smaller cells angular and larger cells more or less oval. Cell wall of outermost medullary cells 4-8  $\mu\text{m}$  thick; inner medullary cells thin-walled. Septate hyphae in the lower part of the axis.

Sori with plurilocular, biseriata, cylindrical sporangia, 12-20  $\mu\text{m}$  and 4-8  $\mu\text{m}$  broad along with the septate hairs; hairs single or in groups.

Local distribution : Manora (Fatima, 24.1.1970; 13.2.1970. Nizamuddin, 29.1.1962).

Geographical distribution : Karachi; Bombay; Kolaba Shores; Malabar Hills (Pakistan + Indian coasts) and West Indies.

The species grows mostly in the sub-littoral zone as well as in the mid-



Figs. 17-21. — *Rosenvingia fastigiata* (Zanard.) Børgesen.

17 : Transverse section of an axis showing plurilocular sporangia and internal structures.

18-19 : Transverse sections showing internal structures and plurilocular sporangia with hairs. 20 : Surface cells of an axis. 21 : Apex of a branch.



Plate III. — *Rosenvingia orientalis* (J. Ag.) Børgesen.

littoral pools in association of *Padina pavonica* (L.) Thivy in Taylor.

Karachi specimens completely agrees with the type description and figures described by BØRGESEN (1914).

— *Rosenvingia fastigiata* (Zanardini) Børgesen.

BØRGESEN 1914 : 183

Plate IV, Figs : 17-21.

Plants cylindrical, upto 15 cm high, tubular, branched with discoid holdfast; lower portion of the main axis and branches solid and the rest part hollow; branches antler-like; main axis of 5 layered of cells in thickness; assimilatory layer of single layer of small cells, more or less rounded; assimilatory cells 6-16  $\mu\text{m}$  long and 4-8  $\mu\text{m}$  broad with single parietal chromatophores. Medulla of 3 layers of cells; cells colourless, thickwalled, varying shapes, 4-44  $\mu\text{m}$  long and 4-60  $\mu\text{m}$  broad; outer medullary cells small, angular; inner medullary cells large, more or less oval shape; cell walls 2-6  $\mu\text{m}$  thick; intercellular spaces lacking. Septate hyphae in the lower part of the axis; surface cells quadrate.

Sori rounded with plurilocular, biseriate, cylindrical sporangia, 12-40  $\mu\text{m}$  long and 4-8  $\mu\text{m}$  broad; septate, colourless hairs in the middle of the sori; hairs 4-8  $\mu\text{m}$  broad; paraphyses lacking in sori.

Local distribution : Manora (Fatima, 24.1.1970. Nizamuddin, 29.1.1962).

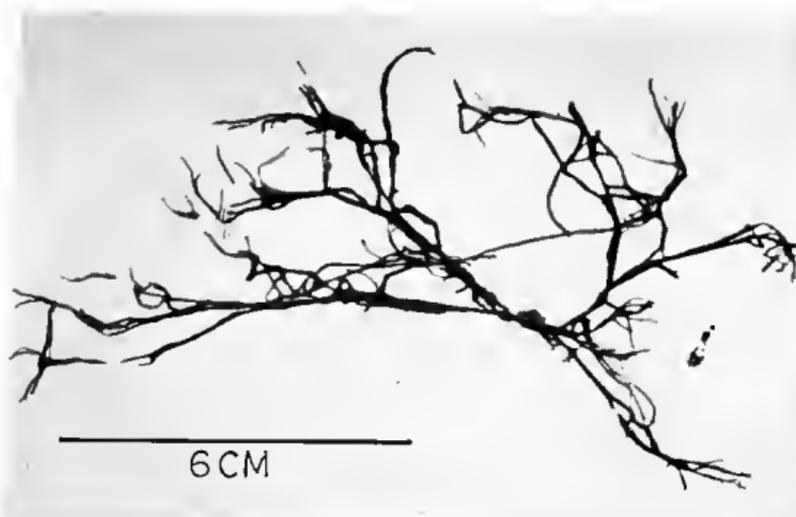


Plate IV. — *Rosenvingia fastigiata* (Zanard.) Børgesen.

**Geographical distribution :** Northern part of the Arabian Sea; Red Sea; Indian Ocean.

The species generally grows in the littoral regions on the conglomerate rocks on the rocky ledge of Manora, Karachi.

Karachi specimens have close resemblance with the type description and figures described by BØRGESSEN (1914).

#### *HYDROCLATHRUS* BORY

Thallus sessile, first spherical hollow then becoming expanded and flattened, clathrate, margins inrolled; hairs with basal meristems in depressed sori; plurilocular sporangia as continuous layer over the surface of the thallus. It is a tropical genus and is represented by a single species, *H. clathratus*, from the coast of Karachi.

#### — *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe

BØRGESSEN, 1914 : 21; 1934 : 26. DURAIRATNUM, 1963. JULY, 1965 : 91. LUCAS, 1936 : 103. NASR, 1940 : 12; 1947 : 72. TAYLOR, 1960 : 261. Plate V.

Generic and specific characters are the same. The species is rare along this coast. In 20 years time only twice this species has been found from Manora, and its maximum expanse is upto 12 cm. The specimens were not sufficient to make anatomical study. It appears to be a deep water alga.

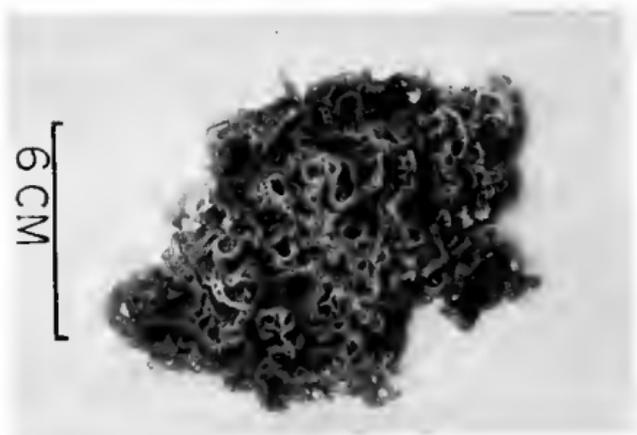


Plate V. — *Hydroclathrus clathratus* (Bory) Howe.

Geographical distribution : South Australia; Victoria; Mauritius islands; eastern part of North America and Brazil.

The general appearance and habit of the plant closely resembles with the species description.

#### ACKNOWLEDGEMENT

Authors are grateful to Dr. S.M. SAIFULLAH for providing the photograph of *Hydroclathrus clathratus* from the coast of Karachi.

#### REFERENCES

- ANAND, P. L., 1940 — Marine algae from Karachi. Part II. Chlorophyceae. 52 p. Univ. Punjab Pubs. Lahore.
- BØRGESEN, F., 1914 — The marine algae of the Danish West Indies. Part 2. Phaeophyceae. *Dansk. Bot. Ark.*, 2 (2) : 157-226.
- BØRGESEN, F., 1930 — Some Indian Green and Brown Algae from the Shores of the Presidency of Bombay. *Journ. Indian Bot. Soc.*, 9 (2-3) : 151-174.
- BØRGESEN, F., 1934 — Some marine algae from the northern part of the Arabian Sea, with remarks on their geographical distribution. *Det. Kgl. Vidensk. Selsk. Biol. Meddel.*, 11 (6) : 1-72, 2 pl.
- BØRGESEN, F., 1935 — A list of marine algae from Bombay. *Det. Kgl. Vidensk. Selsk. Biol. Meddel.*, 13 (2) : 1-64, 10 pl.

- BØRGESEN, F., 1936 – Some marine algae from Ceylon. *Ceylon Journ. Sci. sect. Bot.*, 12 (2) : 57-96.
- BØRGESEN, F., 1939 – Marine algae from the Iranian Gulf especially from the innermost part near Bushire and the Island Kharag. *Danish Sci. Invest. in Iran.*, 1 : 47-141.
- BØRGESEN, F., 1948 – Some marine algae from Mauritius. *Kgl. Vidensk Selsk. Biol. Meddel.*, 20 (12) : 1-55, 2 pl.
- DIXIT, S. C., 1967-68 – Species list of Indian marine algae. II. *Journ. Univ. Bombay*, 36 (3-5) : 9-24.
- DURAIRATNUM, M., 1961 – Contributions to the study of the marine algae of Ceylon. *Fish. Res. Stat. Ceylon*, 10 : 1-181, 32 pl.
- FRITSCH, F. E., 1952 – Structure and reproduction of the algae. Vol. 2, 878 p. Camb. Univ. Press.
- JOLY, A. B., 1965 – Flora marinha do littoral norte do estado de Sao Paulo e regioes circunvizinhas. *Bol. n° 294, Fac. Fil. Cienc. e Letras do USP Bot.*, 21 : 1-393.
- LUCAS, A. H. S., 1936 – The seaweeds of South Australia. Part I. Introduction and the Green and Brown Seaweeds. 106 p., Govt. Printers, Adelaide.
- NASR, A. H., 1940 – The marine algae of Alexandria. I. A report on some marine algae collected from the vicinity of Alexandria. *Fouad I Inst. Hydrobiol. and Fish.*, 36 : 1-33, 6 pl.
- NASR, A. H., 1947 – Synopsis of the marine algae of the Egyptian Red Sea Coast. *Bull. Fac. Sci.*, 26 : 1-155.
- NIZAMUDDIN, M. and GESSNER, F., 1970 – The marine algae of the northern part of the Arabian Sea of the Persian Gulf. «Meteor», *Forsch.-Ergebnisse. Reihe D*, 6 : 1-44.
- SMITH, G. M., 1944 – Marine algae of the Monterey Peninsula. 622 p., 98 pl.. Univ. Press Stanford California.
- TAYLOR, Wm. R., 1960 – Marine algae of the eastern tropical and sub-tropical coasts of the Americas. 870 p. Univ. Mich. Press, Ann Arbor.

## BUMILLERIA BORZI FROM SOUTH INDIA

A.K.S.K. PRASAD and A. VIDYAKUMARI\*

ABSTRACT. — Genus *Bumilleria* Borzi (Xanthophyceae) has been recorded for the first time from South India. Two cultures were isolated and placed under *B. klebsiana* Pascher. A survey of different species of the genus is given.

RÉSUMÉ. — Le genre *Bumilleria* Borzi (Xanthophyceae) est signalé pour la première fois dans des récoltes réalisées dans le sud de l'Inde. Deux souches ont été isolées et identifiées comme étant *B. klebsiana* Pascher. Les différentes espèces du genre *Bumilleria* sont passées en revue.

### INTRODUCTION

Only a few Xanthophyceae genera (*Ophiocytium*, *Botrydium*, *Tribonema*, *Vaucheria*, *Botrydiopsis* and *Heterothrix*) are reported from India. A number of interesting and hitherto unrecorded forms have been collected from South India and these will be described in this and subsequent publications. This reports a record of *Bumilleria* Borzi from South India.

### MATERIALS AND METHODS

Recently two collections of *Bumilleria* were made from localities in Madras. These are described in this paper. The first collection was made from a muddy water pool at Madras. It was brought into culture in the laboratory. The following description is based on observations made on the alga in cultures in modified Bold's basal liquid medium (BISCHOFF and BOLD, 1963) under identical temperature and light conditions.

### OBSERVATIONS

The filaments are uniseriate and unbranched (Plate I, Fig. 1) and consist of uniform cylindrical cells. The cell wall is nearly homogeneous in appearance,

\* University Botany Laboratory, MADRAS 600 005.

Rev. Algol., N. S., 1978, XIII, 4 : 327-331.

usually thin, and composed of H-shaped pieces (Plate I, Fig. 4). Each H-piece consists of two cup like pieces. These H-pieces are homogeneous and do not show any lamellations. H-pieces are, however, seen in the filament at frequent intervals. They occur after 2 or 4 cells in young filaments (Plate I, Fig. 6) and after 8 to 16 cells, or even more, in the older filaments. Branching of the filaments is rarely observed (see also PASCHER, 1939, p. 936) (Plate I, Figs. 9, 11, 12, 13). Cells measure 5.4 - 11.7  $\mu\text{m}$  in breadth and 9.0 - 34.2  $\mu\text{m}$  in length (sometimes even up to 39.0  $\mu\text{m}$ ). Each cell contains a single parietal laminate chromatophore but not uncommonly, the laminate chromatophores appear lobed and divided. Oil globules are present as reserve food in the cells. There is a single nucleus in the cell. One or two pyrenoid-like structures are observed in young cultures (Plate I, Fig. 7). It may be mentioned here that KORSCHIKOFF (1930) has reported the presence of naked pyrenoids situated close to the inner surface of chromatophore in *Bumilleria sicula*. Copious vegetative multiplication takes place by fragmentation and frequently a number of few-celled bits are formed. Fragmentation occurs by the splitting up of the lamellated large H-piece like structures dividing them into two cup like structures. The fragments often carry at their tips remnants of these pieces (Plate I, Fig. 5).

Asexual reproduction is by the production of biflagellated zoospores. Zoospores appear somewhat spherical or elongated and are 4.5 - 7.8  $\mu\text{m}$  (9.00  $\mu\text{m}$ ) long and about 4.00 - 4.5  $\mu\text{m}$  wide. The two flagella are unequal (Plate I, Fig. 14). The long flagellum is two to four times longer than the short one, and up to 1 1/2 times as long as the body of the zoospore. Zoospores contain two chromatophores. The single eyespot is anterior in position. Papilla is not observed. Oil globules are also observed. Zoospores on coming to rest secrete an attaching disc or pad (Plate I, Fig. 15). The distal end of the germling is pointed giving the germling an appearance like *Characiopsis* Borzi (Plate I, Figs. 17, 18, 19, 20). Finally germlings grow into filaments by repeated transverse division (Plate I, Figs. 21, 22).

A similar form was isolated from a pool at St. Thomas Mount, Madras. The alga was similarly studied in the laboratory. The alga resembles the muddy water form in all respects. The cells are cylindrical and measure 10.0 - 21.3  $\mu\text{m}$  in length and 7.5 - 10.0  $\mu\text{m}$  in breadth. The cell wall consists of H-shaped pieces (Plate I, Figs. 2, 3, 8, 10). Cells contain a single parietal laminate chromatophore. Oil globules are present. But pyrenoids-like structures are not clearly observed in this isolate.

The heterokontan zoospores are also similar as in the first collection. They are elongated, 7 - 9  $\mu\text{m}$  long and 4 - 5  $\mu\text{m}$  wide. Eyespot and two small chromatophores are observed. Germination stages of zoospores are the same as described for the previous alga (Plate I, Fig. 16).

Sexual reproduction was not observed, in both the isolates.

This second isolate differs from the first in having shorter cells which are up to 21  $\mu\text{m}$ .

## DISCUSSION

Seven species of *Bumilleria* have been described so far, viz., 1. *B. sicula* Borzi, 2. *B. pumilla* West G. S., 3. *B. bodanica* Schmidle, 4. *B. borziana* Wille, 5. *B. exilis* Klebe, 6. *B. spirotaenia* Pascher and 7. *B. klebsiana* Pascher.

*B. sicula* Borzi is the type species. Wille's alga *B. borziana* was made synonymous with *B. sicula* Borzi by PASCHER (1939) since he could not find any difference between them. Kleb's *B. exilis*, a common soil alga showing frequent fragmentation and lacks «H» pieces, was transferred to a separate genus, *Heterothrix* Pascher. Similarly, *B. pumilla* West was considered a parallel to the green alga, *Geminella* Turpin emend Lagerheim, in the possession of a mucilaginous sheath around the filaments and was elevated to a generic rank, *Neonema* Pascher, under the family Tribonemataceae. Schmidle's *B. bodanica* has short filaments, 12  $\mu\text{m}$  broad, cells with even ends, variable in length 8-60  $\mu\text{m}$  long with one to six ring like chromatophores without pyrenoids. Pascher doubted whether Schmidle's species really belonged to the Xanthophyceae. Thus, we have today three undoubted species under the genus *Bumilleria* Borzi, viz., *B. sicula*, *B. spirotaenia* and *B. klebsiana*.

The distinction between the species of *Bumilleria* is essentially based on the number and shape of the chromatophores and secondarily on the width of filaments. PASCHER's (1932) *B. spirotaenia* has band shaped chromatophores. The other two species are characterized by the presence of discoid chromatophores. In *B. klebsiana* the filaments have a diameter of 10  $\mu\text{m}$ . In *B. sicula*, the filaments are above 15  $\mu\text{m}$  broad (sometimes even up to 20  $\mu\text{m}$ ). Both these isolates appear to belong to *B. klebsiana* but they differ from it in the possession of a single laminate chloroplast which may become divided in the older filaments and in the presence of pyrenoid like structures. The alga is placed under this species as the chloroplasts become fragmented in older specimens. Further studies are needed before one can stress on the presence of pyrenoid like structures seen in one of the isolates (cf. KORSCHIKOFF's observations on *B. sicula*).

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are especially indebted to Prof. T.V. Desikachary for his continued interest and encouragement and advice during this study, for critically reviewing the manuscript and for confirming our identification of the collections. We are grateful to Prof. A. Mahadevan, Director, CAS in Botany, for continued encouragement and facilities during the course of the work. We wish to thank Mrs. G. Elizabeth Jayakumar for kindly giving us one of the collections and Prof. V.S. Sundaralingam and Dr. V.N. Raja Rao for their helpful suggestions. We are also grateful to Sri A. Raman and Sri P.V. Raghavendran for helping us in the preparation of this paper. One of us (AVK) thanks the University Grants Commission for financial assistance under COSIP-ULP.

## REFERENCES

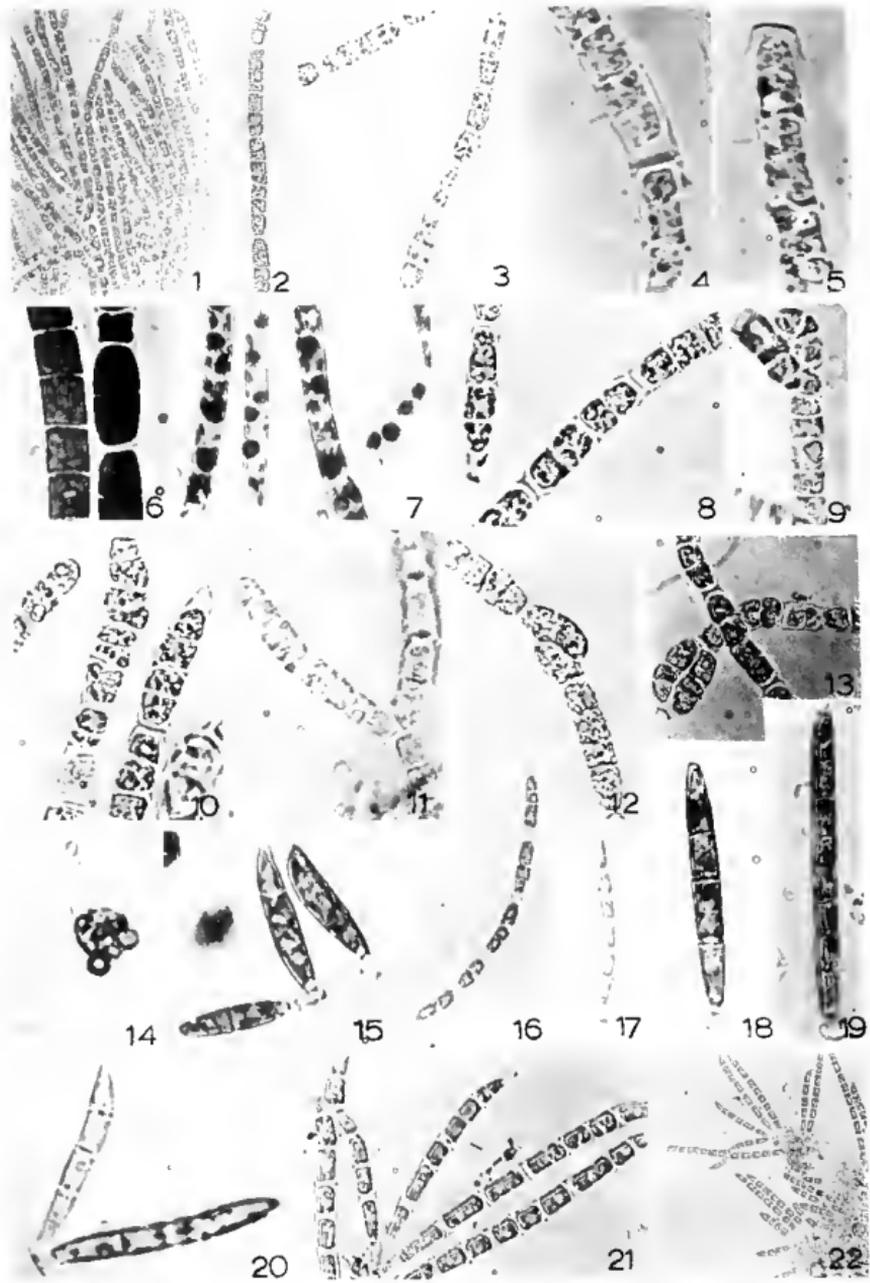
- BISCHOFF, H. W. and BOLD, H. C., 1963 — Some soil algae from Enchaunted Rock and related algal species. *Phycological studies IV*. 1963. Univ. of Texas Publications. No. 6318, Austin Texas.
- KORSCHIKOFF, A. A., 1930 — On the occurrence of Pyrenoids in Heterokontae. *Beih. Bot. Centralbl.*, 46 (1) : 470-478.
- PALIK, P., 1938 — Die Algen der einheimischen Torfmoore. *Index Horti. Bot. Univ. Budapest*, 3 : 87-107 (Pl. IV, fig. 47, p. 95).
- PASCHER, A., 1932 — Über einige neue oder kritische Heterokonten. *Arch. Protistenk.*, 77, 305-309.
- PASCHER, A., 1939 — Heterokonten. In *Kryptogamenflora* 2, 11, Rabenhorst, L. Ed., Leipzig.

## EXPLANATION TO FIGURES

Plate I. — Figs. 1, 4-7, 9, 11-15, 17-22 : First isolate of *B. klebsiana* Pascher. — Figs. 2, 3, 8, 10 & 16 : Second isolate of *B. klebsiana* Pascher.

Fig. 1 : Low power picture of filaments, x 230. — Fig. 4 & 6 : Filaments showing «H» pieces after treatment with KOH; 4 : x 1620; 6 : x 1555. — Fig. 5 : Remnant of a «H» piece, x 1450. — Fig. 7 : Filaments showing pyrenoid like structures in young culture, x 860. — Figs. 9, 11, 12, 13 : Occasional branching of the filaments; 9 : x 1620; 11 : x 1080; 12 : x 400; 13 : x 500. — Fig. 14 : A zoospore with two unequal flagella, x 1380. Figs. 15 & 20 : A germling with pointed end and attaching disc; 15 : x 1240; 20 : x 1200. — Figs. 17-22 : Stages leading to filamentous condition by repeated transverse divisions. Note the pointed end and attaching disc in Figs. 17, 18 & 19; 17 : x 600; 18 : 1275; 19 : x 1070; 20 : x 1200; 21 : x 830; 22 : x 300.

Figs. 2, 3, 8, 10 & 16 : Second isolate of *B. klebsiana*. — 2,3 : Filaments showing delicate «H» pieces in old cultures; 2 : x 500; 3 : x 315. — 8 & 10 : Young filaments showing prominent «H» pieces, x 1030. Note the pointed end of the filament in Fig. 10. — 16 : A very young filament with pointed tip and «H» pieces, x 360.





## CULTURE AXÉNIQUE

de *PYLAIELLA LITTORALIS* (L.) KJELLM. (PHÉOPHYCÉES)

S. LOISEAUX et C. ROZIER \*

RÉSUMÉ. — Une culture de l'algue brune filamenteuse *Pylaiella littoralis* provenant de Roscoff, France, a été rendue axénique par l'emploi de plusieurs antibiotiques, de sonication en présence de Tween 80 à 0,1% et d'une fragmentation. Les antibiotiques ont été sélectionnés en fonction des résultats d'antibiogrammes établis pour chaque espèce bactérienne vivant en association avec l'algue. Ces algues axéniques, cultivées en milieu artificiel commercial ont une croissance relativement rapide, sont homogènes à l'état jeune et peuvent être maintenues dans cet état indéfiniment par scission de l'algue. Elles peuvent, de ce fait, être utilisées comme matériel d'étude en biologie moléculaire par exemple. La kinétine n'est ni nécessaire, ni même bénéfique à cette souche de *Pylaiella*, par contre cette algue a un besoin absolu de vitamines, thiamine ou vitamine B<sub>12</sub>, pour survivre et croître. La thiamine est plus efficace que la vitamine B<sub>12</sub> pour assurer une bonne croissance, la vitamine B<sub>12</sub> est inhibitrice au-dessus de 2 µg/l.

SUMMARY. — We have rendered axenic, a culture of the brown filamentous alga *Pylaiella littoralis* from Roscoff, France, by the use of several antibiotics, sonication in presence of Tween 80 at 0,1% and fragmentation. Antibiotics were selected from results given by antibiograms established for each of the epiphytic bacteria of *Pylaiella* culture. This culture grows well and can be utilised for Biological studies. This isolate does not need kinetine and has an absolute requirement for thiamine and / or B<sub>12</sub>. Thiamine is the most effective for growth, B<sub>12</sub> is inhibitory if concentration is higher than 2 µg/l.

## INTRODUCTION

Afin d'élargir le champ d'investigation de diverses recherches en Biologie végétale, il est important d'obtenir des cultures axénique d'algues pluricellulaires appartenant à divers groupes intermédiaires entre les Cyanophycées et

\* Université Scientifique et Médicale de Grenoble, Laboratoire de Physiologie Végétale. B. P. 53 Centre de Tri, 38041 - Grenoble Cedex. E.R.A. 488 (C.N.R.S.).

les algues vertes (algues rouges, algues brunes) qui représentent des étapes évolutives importantes.

De nombreuses espèces unicellulaires marines et d'eau douce ont été rendues axéniques mais ceci n'a été réalisé que pour très peu d'espèces pluricellulaires (BOALCH, 1961; PROVASOLI, 1958, 1963; TATEWAKI and PROVASOLI, 1963; FRIES, 1963; IWASAKI, 1965; PEDERSON, 1968, 1969; WOOLERY et al., 1973. . .) et aucune méthode n'a été généralisable jusqu'à présent pour en obtenir. Les algues marines pluricellulaires en culture unialgale représentent des écosystèmes constitués de l'algue, de plusieurs espèces de bactéries collées à la membrane de l'algue, de protozoaires et parfois de levures ou d'autres champignons. Tous ces organismes qui vivent en équilibre harmonieux sont très difficiles à séparer de l'algue et celle-ci, bien souvent, une fois débarrassée des bactéries survit difficilement dans les milieux de culture employés jusqu'à présent. Nous décrivons dans cet article la méthode que nous avons utilisée pour rendre axénique une algue brune filamenteuse *Pylaiella littoralis*, se développant facilement et que nous utilisons pour des recherches en biologie moléculaire. La démarche entreprise a été d'abord d'isoler et d'étudier succinctement les bactéries vivant avec le *Pylaiella* et en particulier d'établir un antibiogramme pour chaque espèce. Ensuite la résistance du *Pylaiella* aux antibiotiques sélectionnés ainsi qu'à divers autres facteurs a été étudiée. Une fois ces observations faites, le protocole qui nous a permis de rendre ces algues axéniques a été adopté.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Milieux de culture pour bactéries et tests de stérilité

Deux milieux permettant une croissance des différentes espèces de bactéries vivant avec *Pylaiella* en culture, ainsi que de nombreuses autres espèces bactériennes marines vivant avec d'autres algues, ont été sélectionnés, ce sont : - le milieu de Zo BELL modifié par WOOLERY et LEWIN (1973) - et le milieu ST<sub>3</sub> de TATEWAKI et PROVASOLI (1963).

Les bactéries contaminantes ne poussent pas sur les milieux classiques tels que le Bacto-nutrient-agar de DIFCO, même préparé à partir d'eau de mer. Les boîtesensemencées de milieu sont cultivées un mois à 20°C et en général les espèces à croissance lente sont visibles au bout de quinze jours.

Tous les milieux étant plus ou moins sélectifs (BERLAND et al., 1975) l'observation attentive des algues au microscope est indispensable pour compléter les tests négatifs et être certain de l'absence de bactéries (TATEWAKI et PROVASOLI, 1963).

### 2. Antibiogrammes

Les « multidisks » SOBIODA (France) ont été utilisés pour établir les anti-

biogrammes de chaque espèce bactérienne. Les «multiplaks et courbes de concordances» accompagnant les «multidisks» permettent une lecture rapide de la sensibilité des bactéries à l'antibiotique donné ainsi que le calcul des concentrations nécessaires. Quarante antibiotiques ont été testés.

### 3. Stérilisation des milieux

Toute la verrerie est stérilisée au four Pasteur (180° pendant 3 heures), les milieux de culture, eau de mer artificielle, milieux d'enrichissement, vitamines, milieux de culture pour bactéries, sont, soit autoclavés 20 mn à 120°, soit filtrés sur filtre Millipore 0.22µm (récipients sous pression, avec support filtres pour les gros volumes, Swinny pour les petits volumes) et le plus souvent autoclavés puis filtrés.

Toutes les opérations sur les milieux et sur les algues sont faites sous hotte à flux laminaire (A.D.S. Laminaire). Une partie des milieux de culture est systématiquement conservée à 20° C pendant trois jours avant d'être testée pour permettre d'éventuels développements bactériens.

### 4. Milieux de culture pour le *Pylaiella*

Les algues, axéniques ou non, sont cultivées dans de l'eau de mer artificielle (Marin Neu, Tropicarium, Frankfurt, Allemagne) à la concentration de 38g/l; ce milieu est enrichi par le E S de PROVASOLI (1968) modifié comme suit : Na NO<sub>3</sub> = 70 mg, Na<sub>2</sub> glycérophosphate 15 mg, 1,5µg de vitamine B<sub>12</sub>, 1µg Biotine, 100µg de Thiamine par litre d'eau de mer, les autres constituants étant aux concentrations habituelles.

Ce milieu (Marin Neu), préparé à partir de produits chimiques très purs ne contient aucune vitamine ni substance de croissance (cela nous a été confirmé par le fabricant). Ces algues sont cultivées à 10°, 12°C, sans agitation, dans des récipients contenant 150 ml de milieu. Le milieu est changé tous les huit jours et les algues sont divisées (coupées aux ciseaux) quand les touffes font 2 à 3 g de poids à l'état humide.

L'éclairage de 12 heures par jour est assuré par des lampes «cool white» et est de 1000 à 2000 lux selon l'emplacement des algues.

## RÉSULTATS ET DISCUSSION

### A. Observations sur les bactéries des cultures de *Pylaiella* et leurs rapports avec l'algue

Trois espèces bactériennes, toutes trois Gram négatif, poussent dans nos cultures de *Pylaiella*.

1) Une espèce, en bâtonnets courts, à colonies blanches lisses, à croissance rapide, est sensible à plusieurs antibiotiques dont la pénicilline, la streptomycine,

le chloramphénicol et la rifampicine.

2) Une autre espèce en bâtonnets courts, à colonies blanches rugueuses, pousse très lentement et n'est présente qu'en petit nombre. Elle n'est sensible qu'à deux antibiotiques sur les quarante essayés, la rifampicine et l'acide oxolinique. Cette bactérie favorise la croissance de l'algue, sans doute en libérant dans le milieu une substance active sur l'algue (voir UKELES et al., 1975) et semble vivre en étroite association avec cette dernière.

3) Une espèce, en bâtonnets minces et flexueux, forme des colonies jaunes et ne pousse en abondance que si elle est séparée des deux autres espèces. Elle a une croissance lente et comme l'espèce précédente elle n'est sensible qu'à la rifampicine et à l'acide oxolinique. Cette espèce ne semble pas avoir une action favorable sur la croissance de l'algue.

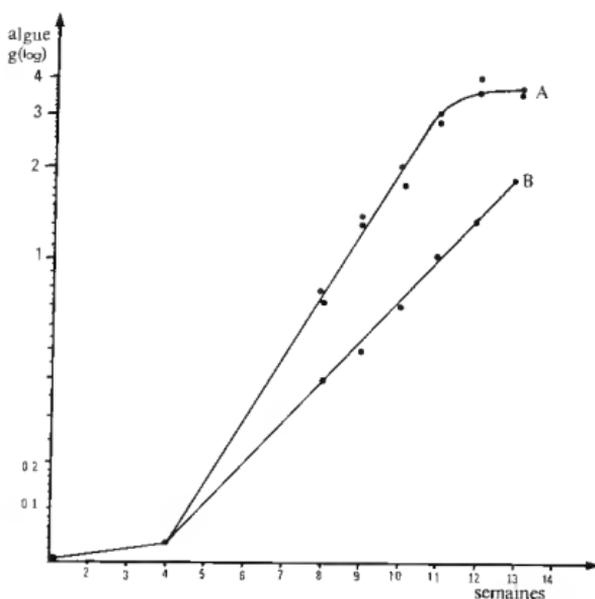


Fig. 1. — Courbes de croissance en échelle semi logarithmique du *Pylaiella littoralis* cultivé dans les conditions décrites dans Matériel et méthodes. Les algues sont pesées humides, après avoir été tamponnées dans du papier kleenex. A: Algues non axéniques. B: Algues axéniques.

Ces courbes montrent qu'en partant de 50 mg d'algue, on observe une phase de latence de trois à quatre semaines (celle-ci est très raccourcie si on part d'une quantité plus importante de matériel) suivie d'une phase de croissance exponentielle et d'une phase stationnaire, quand l'algue atteint 3 à 3,5 g par flacon de 150 ml.

Les deux dernières espèces ne poussent pas sur milieux gélosés si l'algue est présente, ni avant, ni après la mort de l'algue qui survient au bout de trois

à quatre semaines, sur ces milieux. Ceci tendrait à montrer que l'algue exerce une action régulatrice sur la croissance de ces bactéries, probablement par excrétion de substances antibiotiques comme cela a été suggéré à différentes reprises (BONIN, 1969, voir BERLAND et al., 1972 a). Il n'est donc pas possible de tester la stérilité des cultures en présence de l'algue, mais seulement à partir du milieu de culture.

Les bactéries semblent aussi sécréter des substances toxiques pour le *Pylaiella* quand elles sont en trop grand nombre, entraînant la mort de l'algue. Cela peut se produire en début de culture si l'algue est en trop faible quantité par rapport au milieu, ainsi qu'en fin de culture quand le métabolisme de l'algue est freiné par le trop petit volume de milieu. Par contre, quand l'algue est en croissance exponentielle (Fig. 1, A) les bactéries sont peu nombreuses et sont bénéfiques à l'algue. Ces observations concordent avec les expériences faites par BERLAND et al. (1972 b) sur les relations bactéries-algues en culture.

## B. Résistance du *Pylaiella* à différents antibiotiques et traitements

La résistance du *Pylaiella* à divers traitements est jugée satisfaisante quand l'algue conserve un aspect morphologique et un contenu cellulaire normal (observations au microscope à fort grossissement) et que sa croissance reprend après le traitement.

La Pénicilline G (1585 unités/mg) et la streptomycine peuvent être utilisées conjointement à des concentrations respectives de 800 mg/l et de 80 mg/l respectivement pendant quatre jours sans nuire au *Pylaiella*. De plus fortes concentrations (1g et 100mg/l respectivement) ou une plus longue durée (six jours) provoquent l'apparition de boursouffures membranaires, des dégénérescences cellulaires et un arrêt de la croissance. Le chloramphénicol est toxique pour le *Pylaiella* à de très faibles doses (10 µg/ml pendant 24 heures) et l'algue ne reprend pas sa croissance. La rifampicine employée à 20 µg/ml peut être utilisée pendant sept jours au maximum (le milieu eau de mer + rifampicine doit être changé toutes les trois ou quatre heures à la lumière car la rifampicine se dégrade rapidement). Au bout de sept jours, la croissance de l'algue est stoppée, mais reprend quinze jours à trois semaines après la fin du traitement. Le Tween 80 à 0,1%, utilisé comme agent mouillant est bien supporté par les algues pendant 24 heures au maximum, et semble aider à la dispersion des bactéries lors d'une sonication de deux secondes. L'algue survit au traitement.

## C. Axénisation du *Pylaiella* et culture

Une fois ces études préalables faites le protocole suivant a été adopté :

- 1) Des touffes de *Pylaiella* ont été incubées pendant quatre jours en présence de 800 mg/l de pénicilline et de 80 mg/l de Streptomycine.
- 2) Les algues sont lavées pendant 8 heures, incubées pendant 12 heures en présence de 0,1% de Tween 80, soniquées 1 s et lavées à plusieurs reprises.
- 3) Elles sont ensuite incubées en présence de 20 µg/ml de rifampicine pen-

dant 36 heures, lavées puis découpées en fragments.

4) Les fragments sont lavés par une grande quantité de milieu par filtration sur un préfiltre Millipore et chaque fragment est mis en culture dans 10 ml de milieu. Sur 100 tubes, 19 étaient axéniques. Les courbes de croissance, Fig. 1, A et B, montrent que les algues axéniques ont une croissance plus lente que les cultures non axéniques. Des réensemencements de bactéries nous ont montré que seule une des trois espèces (colonies blanches rugueuses) est bénéfique à l'algue, cependant un filtrat obtenu à partir de cultures de ces bactéries n'améliore pas la croissance de l'algue.

La phase de croissance exponentielle s'arrête quand il y a à peu près 3 g d'algue (poids frais) pour 150 ml de milieu, dans nos conditions (changement de milieu tous les huit jours).

Les expériences faites en vue d'améliorer le rendement de ces cultures nous ont montré que cette souche de *Pylaiella* est insensible à la kinétine contrairement à ce qui avait été montré par PEDERSON (1968) sur une autre souche. Les doses employées par PEDERSON sont plutôt nocives pour nos cultures.

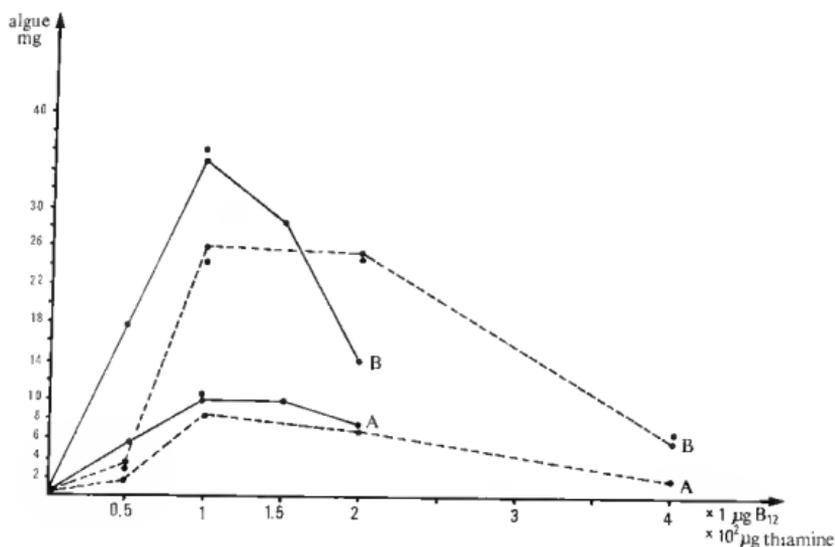


Fig. 2. — Croissance du *Pylaiella* axénique en fonction de la teneur en vitamines du milieu. Les algues ont été soumises à sept semaines de culture préalable dans le milieu dans lequel chaque expérience sera faite, de façon à éliminer les vitamines accumulées précédemment. 0,5 à 0,6 mg d'algues sont ensuiteensemencées dans des tubes de culture contenant 10 ml de milieu et ce milieu est changé axéniquement chaque semaine. Les algues sont pesées humides, après avoir été tamponnées dans du papier kleenex.

-●- - - -●- : expérience contenant de la vitamine B<sub>12</sub>. -●-●- : expérience contenant de la thiamine. Courbes A, expérience ayant duré 3 semaines. Courbes B, expériences ayant duré 4 semaines.

De même cette algue est insensible à l'acide phenylacétique (PAA), qui est légèrement inhibiteur de la croissance aux concentrations généralement employées ( $10^{-7}$  M) et qui est bénéfique à la croissance de *Fucus* par exemple (FRIES, 1977). Le Bore, Manganèse, Zinc et Cobalt contenus dans le PII métal mix sont absolument nécessaires pour maintenir une morphologie normale. Cette souche de *Pylaiella* a un besoin absolu de vitamines, thiamine et/ou vitamine B<sub>12</sub> pour vivre. La vitamine B<sub>12</sub> n'assure pas, seule, une morphologie normale, et est inhibitrice de la croissance à des doses dépassant 2 µg/l. Le *Pylaiella* au bout de un ou deux mois de culture en milieu ne contenant que de la vitamine B<sub>12</sub> comme vitamine, à une dose de 1,5 µg/l, a un aspect ramassé, les filaments demeurant courts et très ramifiés. La thiamine seule, par contre, à une concentration de 100 µg par litre semble assurer une croissance et une morphologie normale, au moins pendant deux mois.

Les courbes de croissance en fonction des concentrations de vitamines sont montrées sur la Fig. 2. La variabilité des besoins nutritifs selon les clones d'une même espèce a déjà été décrite (voir PROVASOLI, 1974) et explique sans doute ces résultats, différents de ceux de PEDERSON (1968-1969).

Les cultures non axéniques, par contre, poussent normalement en l'absence de vitamines, montrant que les bactéries doivent libérer des substances analogues, quant à leurs effets, à celles-ci.

En conclusion, la culture axénique de *Pylaiella littoralis* ainsi obtenue, se développe assez rapidement, est homogène dans son état jeune car les divisions sont diffuses dans tous les filaments, et peut être maintenue dans cet état indéfiniment, par division. Elle fructifie normalement si on la laisse vieillir (zoïdocystes uniloculaires et pluriloculaires). Cette culture est utilisable pour des recherches en Biologie, et est utilisée dans notre laboratoire depuis un an et demi pour des recherches sur les acides nucléiques.

\* Je remercie Alice Chamberod pour son aide efficace pour les cultures de ces algues.

#### RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BERLAND, B.R., BONIN, D.J., CORNU, A.L., MAESTRINI, S.Y. et MARINO, J.P., 1972 a — The antibacterial substances of the Marine alga *Stichochrysis immobilis* (Chrysophyta). *J. Phycol.* 8: 383-392.
- BERLAND, B.R., BONIN, D.J. et MAESTRINI, S.Y., 1972 b — Étude des relations algues-bactéries du milieu marin: possibilité d'inhibition des algues par les bactéries. *Tethys* 4: 339-348.
- BERLAND, B.R., BONIN, D.J., DURBEC, J.P. et MAESTRINI, S.Y., 1975 — Bactéries hétérotrophes aérobies prélevées devant le delta du Rhône. I. Estimation quantitative des populations et détermination. *Hydrobiologia* 47: 481-497.
- BOALCH, G.T., 1961 — Studies on *Ectocarpus* in culture. I. Introduction and methods of obtaining uni algal and bacteria - free cultures. *J. Mar. Biol. Ass. U.K.* 41: 279-286.

- BONIN, D.J., 1969 — Influence de différents facteurs écologiques sur la croissance de la diatomée marine *Chaetoceros affinis*, Lauder, en culture. *Tethys* 1: 173-238.
- FRIES, L., 1963 — On the cultivation of axenic red algae. *Physiologia plantarum* 16: 695-708.
- FRIES, L., 1977 — Growth regulating effects of phenilacetic acid on *Fucus spiralis* L. (Phaeophyceae, Fucales) in axenic culture. *Phycologia* 16: 451-455.
- IWASAKI, H., 1965 — Nutritional studies on the edible seaweed *Porphyra tenera* 1. - The influence of different B<sub>12</sub> analogues, plant Hormones, Purines and Pyrimidines on the growth of *Conchocelis*. *Plant and Cell Physiol.* 6: 325-336.
- PEDERSON, M., 1968 — *Ectocarpus fasciculatus*: Marine brown alga requiring kinetin. *Nature* 218: 776.
- PEDERSON, M., 1969 — Marine brown algae requiring vitamin B<sub>12</sub>. *Physiologia plantarum* 22: 977-983.
- PROVASOLI, L., 1958 — Effect of plant hormones on *Ulva*. *Biological Bulletin* 114: 375-384.
- PROVASOLI, L., 1963 — Growing Marine Seaweeds, in *Proceedings of the 4th International Seaweed Symposium* : 9-17.
- PROVASOLI, L. and CARLUCCI, A.F., 1974 — Vitamins and growth regulators, in *Algal Physiology and Biochemistry*, Stewart, W.D.P. ed.: 741-782.
- PROVASOLI, L., 1968 — Media and prospects for the cultivation of marine algae. In: *Culture and collections of algae. Proc. U.S. Japan conference*, Hakone, september 1966. A. WATANABE and A. HATTORI editors, Jap. Soc. Plant Physiol.: 63-65.
- TATEWAKI, M. and PROVASOLI, L., 1963 — Vitamin requirements of three species of *Antithammon*. *Botanica Marina* VI: 193-203.
- UKELES, R. and BISHOP, J., 1975 — Enhancement of phytoplankton growth by marine bacteria. *J. phycol.* 11: 142-149.
- WOOLERY, M.L. and LEWIN, R.A., 1973 — Influence of iodine on growth and development of the brown alga *Ectocarpus siliculosus* in axenic cultures. *Phycologia* 12: 131-138.

NATURAL GROWTH AND AGAR CONTENT  
OF *GELIDIELLA ACEROSA* (FORSSKAL) FELD. ET HAMEL  
IN AN EXPLOITED POPULATION

P.C. THOMAS, K. SUBBARAMAIAH and E.R.R. IYENGAR \*

SUMMARY. — The natural growth of *Gelidiella acerosa* in an exploited population at Kilakkarai gets depleted in quantity from year to year. Growth of the seaweed also becomes diminished, and attains a single peak in a year. The agar content and quality were likewise found to be affected. Harvesting should be regulated in order to allow the seaweed to grow.

Natural growth of *Gelidiella acerosa* at Kilakkarai has been frequently harvested for several years to feed the indigenous agar industry. As a result the seaweed population has become much depleted both in its habit and abundance. The life-cycle and phenology of the seaweed at certain other localities in India are fairly well understood (SREENIVASARAO, 1974; UMAMAHESWARA RAO, 1973, 1974). Seasonal changes in the natural growth and the agar content in the exploited population of *Gelidiella acerosa* at Kilakkarai during the year 1972-73 have been studied by THOMAS *et al.* (1975 a and b). This paper deals with an extended study of these aspects of the seaweed made during the year 1973-74 in its broader perspectives.

#### METHODS

A reef near the low water mark supporting a natural growth of *Gelidiella acerosa* at Kilakkarai in the Ramnad District of Tamil Nadu was located for the study. Fortnightly observations and collections of the material were made from December 1973 to November 1974. The density of the natural growth in a 0.5 m quadrat, the length, number of branches and bushiness of plants, as also the wet and dry weights of twenty five plants were recorded each time in three randomised quadrats from the three experimental transects (each of 1 x 6 m). The densities of the associated seaweeds were also noted. The seawater tempera-

\* Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar, 364 002.

ture at the site was taken. An examination of the plants for the reproductive phases was made.

Agar was extracted from 10 g samples taken in triplicate. The yield, gel-strength, gelling and melting temperatures of agar were determined by the methods described elsewhere (THOMAS and KRISHNAMURTHY, 1976).

## RESULTS

Natural growth, i. e., density per quadrat, attained a maximum of 102 g in April and it was immediately preceded by the lowest value 29 g in March (Fig. 1). A gradual reduction in the natural growth was however noticed from December to March. The length of plants showed variation from 4.1 cm in May-June to 5.0 cm both in January-February and in October-November (Fig. 2). Whereas the number of branches and bushiness varied from 24 and 51 cm in October to 9 and 23 cm in March. The curve for the fresh and dry weight of plants (Fig. 3) shows a maximum of 32% dry weight in November and a minimum of 20% in March. The abundance of vegetative and reproductive phases of the seaweed is drawn along with the seawater temperatures for comparison (Fig. 4). The tetrasporic plants were found throughout the year though abundant, 61% in March. And the vegetative plants were abundant during the months from August to December with its peak value 97% in September. No sexual plants were encountered. The seawater temperature varied from 28°C in February to 32°C during March-April and in October.

Relative abundance of the various seaweeds constituting the whole population at the site is found to be *Turbinaria conoides* 51%, *Sargassum wightii* 24% other seaweeds 18% and *Gelidiella acerosa* 7% (Table 1). All the associated seaweeds showed maximum production during August-December. Among the other seaweeds *Caulerpa racemosa*, *Valoniopsis pachynema* and *Jania adhaerens* occurred almost round the year; *Ulva reticulata*, *Dictyota dichotoma*, *Padina tetrastromatica*, *Pocockiella variegata*, *Chondrococcus homemanii*, *Hypnea valentiae*, *Centroceros clavulatus*, *Ceramium* sp. occurred during certain months only in the year. The growth of *Gelidiella acerosa* was always enveloped by a canopy of the several seaweeds.

The yield and gel strength, as also the gelling and melting temperatures of agar show variation (Fig. 5 & 6). Agar yield attained maximum 45% in February and again 44% in October and a minimum 27% in May, whereas the Gel strength of agar was maximum 320 g/cm<sup>2</sup> in May and minimum 120 g/cm<sup>2</sup> in December. Higher values of both agar content and gel-strength of agar were recorded from June plants. Gelling and melting temperatures of agar showed variation from 45°C to 50°C and 79°C to 82°C respectively.

## DISCUSSION

Together with the results reported earlier by THOMAS *et al.* (1975 a and b) this forms a comprehensive study of the natural growth of *Gelidiella acerosa*

TABLEAU 1

Relative abundance (g/0.5 m<sup>2</sup>) of the dominant seaweeds

Month	<i>Gelidiella acerosa</i>		<i>Sargassum wightii</i>		<i>Turbinaria conoides</i>		Other Seaweeds		Total Density
	Density	Per cent	Density	Per cent	Density	Per cent	Density	Per cent	
Dec. 1973	80	6	180	13	1110	80	15	1	1385
Jan. 1974	60	42	5	4	42	29	35	25	142
Feb. 1974	53	34	10	7	67	43	25	16	155
Mar. 1974	29	42	5	7	15	22	20	29	69
Apr. 1974	102	68	5	3	22	15	20	14	149
May 1974	55	38	6	4	60	41	25	17	146
June 1974	72	8	30	3	50	6	720	83	872
July 1974	46	4	30	3	270	26	710	67	1056
Aug. 1974	81	6	400	30	816	62	20	2	1317
Sept. 1974	52	3	279	18	1204	78	15	1	1550
Oct. 1974	31	3	1167	94	19	2	15	1	1232
Nov. 1974	37	3	93	7	1124	89	10	1	1264
Average for the year	58	7	184	24	399	51	136	18	

in an exploited population from the south-east shores of the country. A comparison of the results obtained in the two consecutive years 1972-73 and 1973-74 brings out the changes happening in the successive years. Depletion of the natural growth by 29 g per quadrat, and a shift in the period of maximum growth from November to April are noticed. Growth of the plants as recorded by the length, number of branches, bushiness of plants as also the dry weight of 25 plants attains a peak in October-November. Thus, the natural growth seems to maintain itself at higher rates year after year even though the seaweed is subjected to frequent harvesting. Neither the recurrence of half yearly growth cycles nor seasonal periodicity in production (density) of the seaweed is discernible in 1973-74 (cf. UMAMAHESWARA RAO, 1973; THOMAS *et al.*, 1975 b; JOHNSTONE & SWEENEY, 1941). Reduction in the maximum yield and gel-strength (by 8% and 52 g/cm<sup>2</sup> respectively) as also in the gelling and melting temperatures of agar (by 3°C and 12°C respectively) is also seen.

The occurrence of tetrasporic plants round the year and their abundance in March alone do not seem to depend on the seawater temperature, contrary to the finding of SREENIVASA RAO (1973) that the temperature 28-29°C is critical for tetraspore production in the alga at Varaval.

The successive lower production rates of the seaweed, together with a reduction in the content and properties of agar from year when subjected to frequent harvesting is a disturbingly significant feature. It emphasizes an urgent need for protection and proper regulation of the harvesting of *Gelidiella acerosa*, if the seaweed were to exist and continue meeting the requirements of the expanding agar industries in the country.

The authors are grateful to Dr D.J. Mehta, Director, Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar for his interest and encouragement.

## REFERENCES

- JOHNSTONE, G. R. & SWEENEY, F. L., 1944 — Periodicity of *Gelidium cartilagineum*, a perennial red alga. *Amer. J. Bot.*, 31 : 25-29.
- SREENISAVA RAO, P. S., 1974 — Studies on *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel II. Growth and Phenological events in the annual life of alga. *Phykos*, 13 (2) : 7-15.
- THOMAS, P. C., RAMA RAO, K. and SUBBARAMAIAH, K., 1975a — Changes in the natural growth of *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel in an exploited population. *Bot. Mar.*, 18 (4) : 241-243.
- THOMAS, P. C., RAMA RAO, K. S SUBBARAMAIAH, K., 1975 b — Periodicity in growth and production of agar of *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel. *Indian J. of Marine Sciences*. (in press).
- THOMAS, P. C. & KRISHNAMURTHY, V., 1976 — Agar from cultured *Gracilaria edulis*. *Bot. Mar.*, 19 (2) : 115-117.
- UMAMAHESWARA RAO, M., 1973 — Growth and reproduction of *Gelidiella acerosa* in the Palk Bay and Gulf of Mannar near Mandapam. *Indian J. Fish.*, 20. N<sup>o</sup> 2 : 411-416.
- UMAMAHESWARA RAO, M., 1974 — Observations on Fruiting cycle, Spore output and germination of tetraspores of *Gelidiella acerosa* in the Gulf of Mannar. *Bot. Mar.*, 17 : 204, 207.

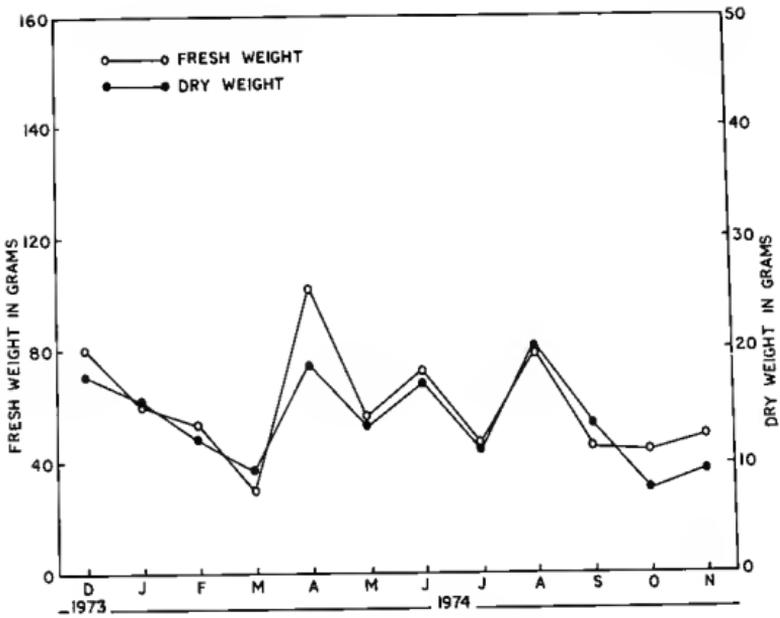


Fig. 1. — Natural growth of *Gelidiella acerosa* (g/0.5 m<sup>2</sup>) at Kilakkarai.

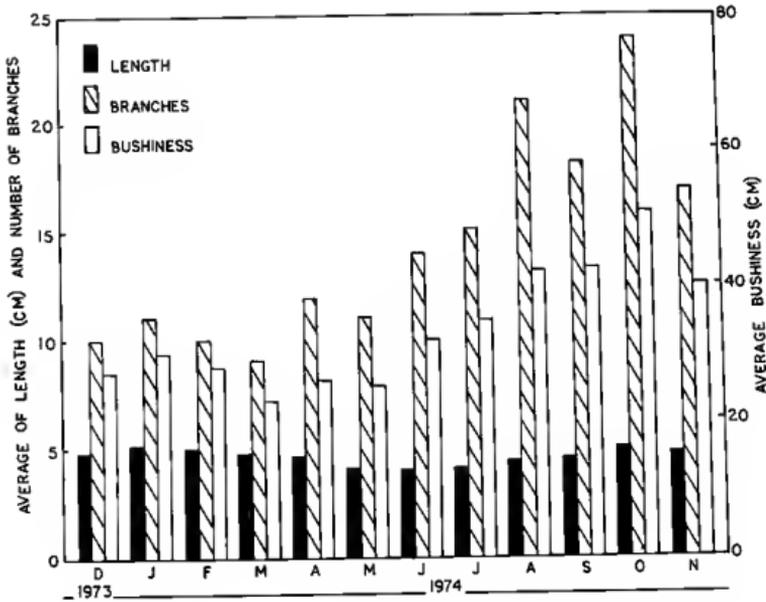


Fig. 2. — Growth of representative plants of *Gelidiella acerosa* in length, number of branches and bushiness.

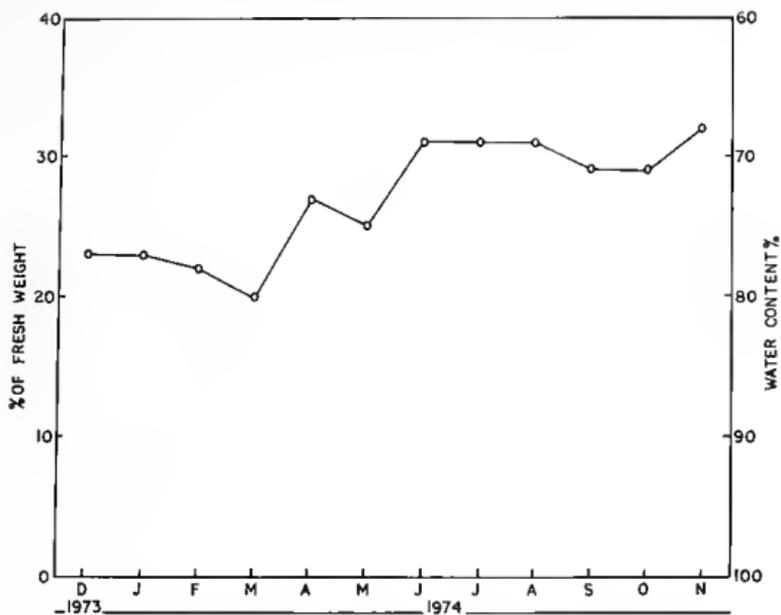


Fig. 3. — Total dry matter expressed as a percentage of fresh weight, or water as a percentage of fresh weight.

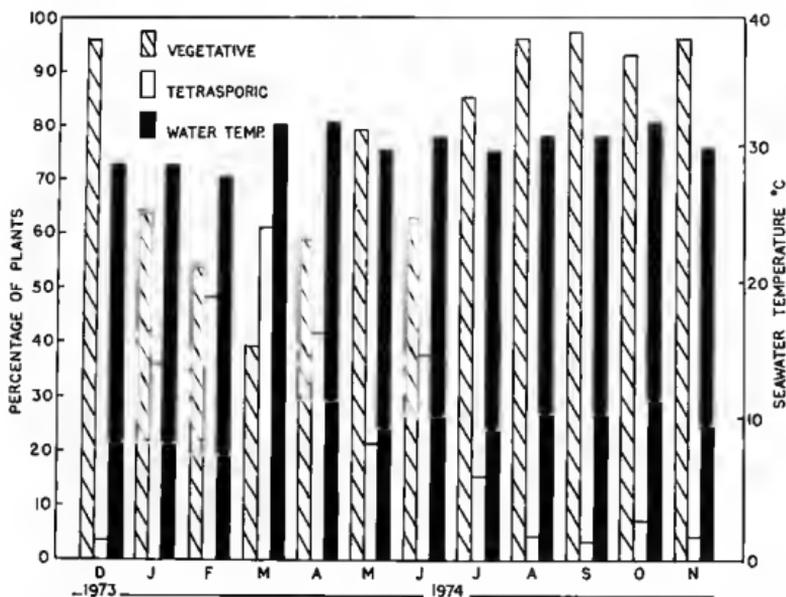


Fig. 4. — Relative abundance of vegetative and tetrasporic plants versus seawater temperature.

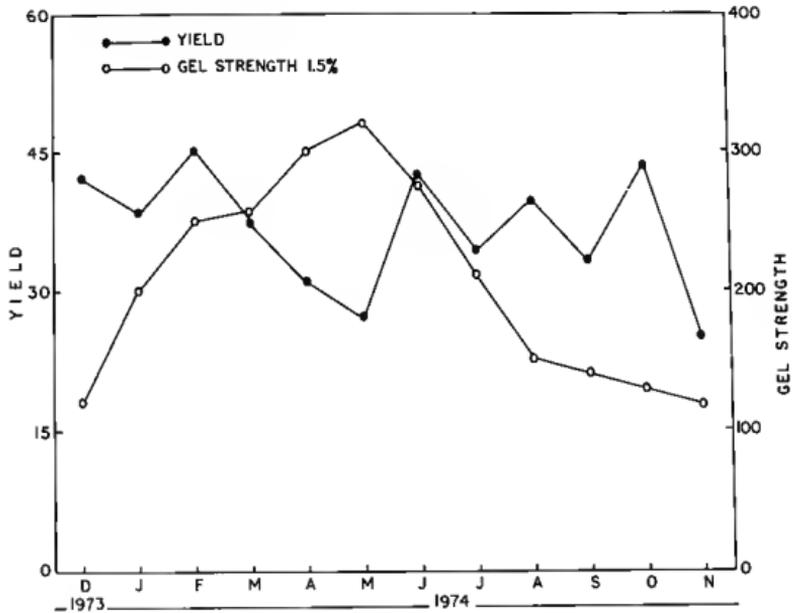


Fig. 5. — Yield and Gel strength in 1.5% agar.

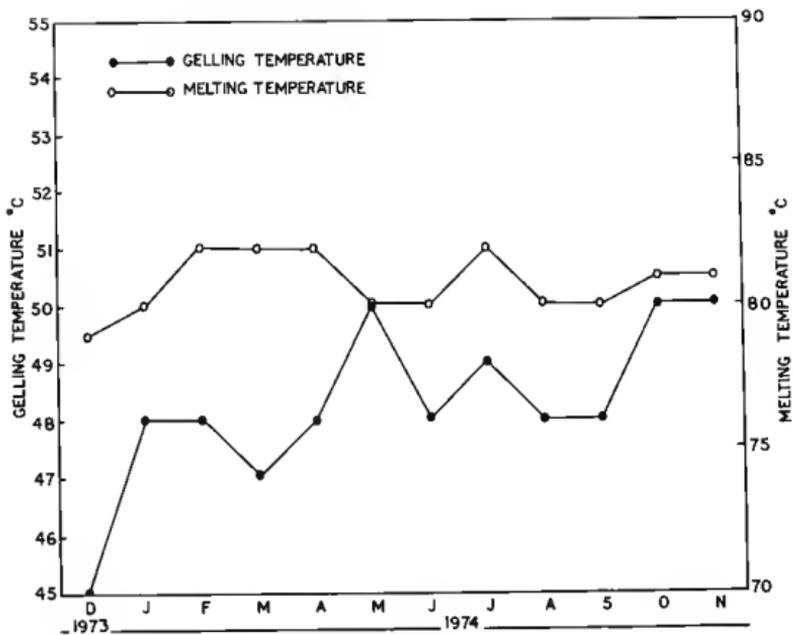


Fig. 6. — Gelling and melting temperatures of 1.5% agar.



## HAIR AND CUTICLE AS SPECIAL STRUCTURE OF FROND SURFACE OF GELIDIACEOUS ALGAE

I. AKATSUKA \*

**ABSTRACT.** — As special structures of the surface of thallus of the gelidiaceous algae, which are *Gelidium amansii*, *G. pacificum*, *G. japonicum*, *Beckerella subcostata*, *Pterocladia capillacea*, *P. nana*, *Gelidiella acerosa*, hair and cuticle are described and considered on systematical aspects.

The hairs develop in *Pterocladia capillacea* and *Gelidiella acerosa*, and special cells considered to be the mother cells of the hairs appear in other species examined. The hair seems to be only sometimes useful as an additional criterion for the identification of the members of the Gelidiales, because it appears in limited season according to many authors.

The cuticles occur in *Gelidium amansii*, *G. pacificum*, *G. japonicum*, *Beckerella subcostata*, *Pterocladia capillacea*, *Gelidiella acerosa*, except *Pterocladia nana* on which the cuticular structure was not investigated. The cuticle of gelidiaceous algae may be divided in two groups which are umbilical and plane types. In these two types the former includes *Gelidium japonicum*, *Pterocladia capillacea*, and *Gelidiella acerosa*, and the latter is in the other species.

**RÉSUMÉ.** — Le poil et la cuticule, considérés comme des structures particulières de la surface du thalle de plusieurs Gélidiacées (*Gelidium amansii*, *G. pacificum*, *G. japonicum*, *Beckerella subcostata*, *Pterocladia capillacea*, *P. nana*, *Gelidiella acerosa*) sont décrits, et leur valeur systématique est envisagée.

Des poils se développent chez *Pterocladia capillacea* et *Gelidiella acerosa*; chez les autres espèces étudiées, des cellules spéciales, considérées comme étant des cellules-mères de ces poils, ont été observées. Étant donné que selon de nombreux auteurs ils n'apparaissent qu'à certaines saisons, ces poils ne semblent pouvoir être utilisés dans l'identification des Gélidiales que comme caractère additionnel.

Les structures cuticulaires se rencontrent chez *Gelidium amansii*, *G. pacificum*, *G. japonicum*, *Beckerella subcostata*, *Pterocladia capillacea*, *Gelidiella acerosa*, mais elles n'ont pas été recherchées chez *Pterocladia nana*. Deux types de cuticules (type ombiliqué, type plan) peuvent être rencontrés, permettant de distinguer deux groupes: *Gelidium japonicum*, *Pterocladia capillacea* et *Gelidiella acerosa* appartiennent au premier groupe, tandis que les autres espèces se rangent dans le deuxième groupe.

\* Present address: 4-103, Hino 6498, Tokyo 191, Japon.

## INTRODUCTION

For several years I have been investigating on additional diagnostic criteria to distinguish each taxa on the Gelidiales in Japan. One of these criteria, which was that on cortical structure, have been already published by the author (1970). Present paper deals with the taxonomic evaluation of hair and cuticle as a special structure found on a surface of thallus of the gelidiaceous algae.

After ROSENVINGE (1911) reported on hyaline unicellular hairs of the Florideae, FRITSCH (1945) and DIXON (1973) reviewed on hairs, especially their functional aspects. Few brief illustration or description on the hairs of members of the Gelidiales were presented by several authors, who were BORNET & THURET (1876) on *Pterocladia capillacea*, FELDMANN & HAMEL (1934, 1936) on *Gelidiella lubrica*, BOUDOURESQE (1969) on *Gelidiella tenuissima*, and AKATSUKA (1970) on *Pterocladia tenuis* (= *P. capillacea*) and *Gelidiella acerosa* so far as I know. These hairs are one of the special structures which are known scarcely in gelidiaceous algae. Therefore I set out evaluation of the hairs as an additional criterion for identification of the gelidiaceous algae.

Since the classical investigations by BERTHOLD (1882) and FALKENBERG (1901) who treated *Porphyra* spp., *Bangia fusco-purpurea* and *Polysiphonia fastigiata* with sulfuric or chromic acid, «Cuticle» of the algae was very briefly summarized by FRITSCH (1945) and DIXON (1973) also reviewed in fairly detail. They stated on almost no morphological aspects, but did on chemical composition mainly. The cuticle of the members of the Gelidiales was first investigated with non-specific staining by OKAMURA & O'ISHI (1905) on *Gelidium amansii*. Besides, the structure of isolated cuticle was never observed on any algal taxa, so far as I know. Though GESSNER (1968) found different structures in the cuticle among several species of marine phanerogams, and supposed the specific structural differences among the genera of the marine phanerogams. Thus the present writer set out the investigation on cuticular structural differences among the gelidiaceous algae in order to find the additional taxonomic criterion.

## MATERIAL AND METHODS

The species examined were *Gelidium amansii* Lmx., *G. pacificum* Okam., *G. japonicum* Okam., *Beckerella subcostata* (Okam.) Kylin, *Pterocladia capillacea* (Gmel.) Born. et Thur., *P. nana* Okam., *Gelidiella acerosa* (Forsk.) Feldm. et Hamel. The condition of each material was various as fresh or preserved, and also as the date and place of collection.

Observation of the hairs was done with both surface and sectional (5-10 $\mu$ m thick) view using 0.1% aqueous toluidine blue O (TB) solution. This dye recommended as useful for the observation of cell shape of marine algae which contain

sulfate radicals.

To obtain the cuticle, the surface material scraped by razor blade was put on slide glass and 50% (w/v) aqueous  $\text{CrO}_3$  was dropped upon this to macerate. After this treatment the cuticle isolated was washed out other tissue residues with water, for microscopic examination. Photomicrographs were taken with «Olympus ER-2» light microscope fitted with «PM-6» camera.

## OBSERVATIONS

### Hair

The unicellular colorless hairs, which developed from outermost cortical cells (OCC), or mother cells of hairs (MC) were found in the following species.

*Pterocladia capillacea* in sectional view. Possibly the hairs were developed through the stages in which the OCC slightly elongated toward the thallus surface to break open the cuticle of frond surface. Subsequently the hairs became to appear in outside the thallus. The broken cuticle remains for a long time as hair scar (fig. 1). Distinct elliptical nucleus which was stained reddish purple by TB was sometimes observed on the basal area of the hair (fig. 1). MC in transverse view differed in shape from those of the longitudinal view. Pit-connections between the hair and MC were found, but no cell wall between two plates, which constructed a pit, was found. Longer axis of MC was arranged perpendicularly to the surface of thallus, differently from the common OCC. External appearance of MC, from which the hair had fully grown, presented ovoid shape with a flat bottom.

Surface view of *P. capillacea*. MC were showed regular arrangement with equal distance in each other, not only on the whole surface of the main axis (fig. 2), but also on that of the creeping axis. TB staining colored the MC deep blue, but not common OCC. MC showed roundish appearance which measured 4-8  $\mu\text{m}$  in longer axis with 1.2-1.5 in the ratio of length to width, differently from the size of common OCC. No MC tapered, differing from the common OCC. Australian plants of present species also showed the hairs.

*Pterocladia nana*. MC (?) which made pyriform shape in transverse view were measured 15-20  $\mu\text{m}$  in longer axis and showed 1.5-2.0 in the ratio of length to width (fig. 3), but hair itself was not observed. Hair scars (?) were found in the outside of thallus beneath which MC had located. MC were larger than the common OCC in length and width.

*Gelidiella acerosa*. Many hairs were observed in surface view of the main axis and branch on the various level which include tetrasporous ramuli. The surface view clarified that MC showed isodiametric appearance and dispersed on the whole surface of frond with equal distance between neighbouring cells. Differently from the result of the examination on *Pterocladia capillacea*, TB test showed that the contents of the common OCC colored deep blue, but MC were stained reddish purple owing to metachromatic reaction.

By microtome sectioning, the hairs were not found, but only MC (?) were observed. In transverse view the MC showed the elongated pyriform appearance of which terminals were projected to the outside of the frond (fig. 4). These projections seem to be hair scars. MC were measured 15-20 $\mu$ m in length with the ratio of 2.5-3.0 to width, but the ratio 1.5-2.0  $\times$  2.0 was given by these cells to the common OCC in width to length, respectively. Differently from the transverse view, MC had no constriction in longitudinal view. The width of MC calculated 2.5 as compared with those of common OCC, and in length 2.0. Frequently the wall of MC increased in thickness to appear like scaly leaf of onion, because cell contents were divided into several layers. Possibly this structure was formed after full growth of the cell. There is a question to be solved, because BOUDOURESQUE (1969) and RAO (1971) differently interpreted the role of this special cell.

*Gelidium amansii*. Hairs were not found in both transverse and longitudinal section, but in the latter the pyriform or elliptical OCC, which seem to be MC, were measured 9-13 $\mu$ m in longer axis and dispersed rarely in apical region, more in older part (fig. 5). In length these cells were generally twice of that of common OCC, but similar size in width. TB staining test showed the distal terminal of MC as non-stained portion, which seems to be the base of the hair. In the surface view, MC resemble the common OCC. These are easily recognizable by TB method, because with which the common OCC were not stained at all, but MC were stainable in blue-green. In the apical region of the main axis of frond, these MC were fewer observed in comparison with those in the middle one.

## Cuticle

By scraping and maceration of the surface of thallus, *Gelidium amansii*, *G. pacificum*, *G. japonicum*, *Beckerella subcostata*, *Pterocladia capillacea*, and *Gelidiella acerosa* isolated the cuticle which more or less thickened grid-like structure (fig. 6-13). This thickening corresponds to the borderline between neighboring OCC. The portion of the cuticle inside the grid was thinner than the grid itself. Inter-grid portion of the cuticle, which corresponds to intercellular matrix formed by adjoined cells, showed high density and polygonal outline.

Umbilicate structure was found in the center inside the grids of *P. capillacea* (fig. 11). No cuticle of *Gelidium japonicum* showed remarkably by the grid-like thickening which was obtained in other species. Projected umbilicate structure was found in the center of the inside of grids (fig. 10). The grid in the cuticle of *Beckerella subcostata* considerably thickened toward the interior of frond (fig. 8, 9), especially in lower portion of erect axis, and its inside margin took a smooth circular or elliptical line (fig. 9). In general the grid of *B. subcostata* increases in thickness at older part of the erect axis. This observation corresponds to the sectional view in which the edge of OCC sharply tapered the surface of the thallus. In the species examined, *B. subcostata* as well as *Gelidiella acerosa* most easily isolated the cuticle. The surface view of *Gelidiella acerosa* in the region

around up to  $1000\mu\text{m}$  beneath apical meristematic cell very easily gave the cuticle by squashing of thick section without  $\text{CrO}_3$  treatment. But the obtained cuticle presented no grid, because the grid yet developed insufficiently. In the very apical region on sectional view, the cuticle was distinguished from the external wall of OCC with TB staining, because the cuticle stained pink, but the walls did not stained (fig. 13). In the sub-apical area below the very apical region the grids were distinctively recognized. These grids had yet developed insufficiently. The middle region of the main axis of frond revealed the cuticle of which grids as well as the umbilicate structure fully developed (fig. 12).

## DISCUSSION

### Hair

In spite of the detailed investigation of the hyaline unicellular hairs of many taxa of the Florideae, ROSENVINGE (1911) did not treat the hair of the members of the Gelidiales. In present account the hairs were first precisely described and illustrated in mainly *Pterocladia capillacea* and *Gelidiella acerosa*. However, it is required further investigations whether *Gelidium amansii* and *Pterocladia nana* produce the hairs or not. Because in these two species only the special cells, which are seemingly MC, were observed in present study. In the additional examinations on several thalli of other *Gelidium* species common in Japan, no hair was found. The hairs of *Gelidium* may develop only for limited periods as FRITSCH (1945) stated generally on the algal hairs. Because even in surface view without artificial treatment, no hairs were observed in present material of *G. amansii*. *Pterocladia nana* may bear the hairs as *P. capillacea*, on the basis of the presence of special cells. Although *P. lucida* collected on August in Australia developed no hairs. Present stage of investigation on the hairs of the gelidiaceous algae collected in various seasons suggests that presence or absence of the hair and hair scar are not valuable as a generic criterion to the Japanese Gelidiales, but may be useful for the determination of species as limited on the developing stage of hairs.

By TB staining the contents of MC colored blue to blue-green in *Pterocladia capillacea* and *Gelidium amansii*, but reddish purple in *Gelidiella acerosa*. The contents of the common OCC of *G. acerosa* also stained deep blue, but never stained in those of *P. capillacea* and *G. amansii*. These distinct differences among three gelidiaceous genera's representatives in histochemical test with TB, which was employed to detect acid radicals, suggests the metabolic differences between the members of the Gelidiaceae and Gelidiellaceae. Therefore *Gelidiella* is a peculiar taxon in the order.

### Cuticle

GESSNER (1968) found the distinguished cuticle between several species of marine phanerogam. He also supposed the inter-generic differences of the

cuticular structure in the marine phanerogam. In the present investigation using gelidiaceous algae, no generic distinguished cuticle was found, but inter-specific difference was recognized.

The cuticle of the gelidiaceous algae may be distinguished in two groups which are umbilical and plain types. In these two types the umbilical one includes *Gelidium japonicum*, *Pterocladia capillacea*, and *Gelidiella acerosa* and plain one is recognized in *Gelidium amansii*, *G. pacificum*, and *Beckerella subcostata*.

*Gelidium japonicum* is peculiar within the genus *Gelidium* examined, in the cuticular type. KYLIN (1956) stated as «eine Art aus Japan» in his incomplete description to the distribution of the genus *Suhria* in p. 139. This Japanese species assigned to *Suhria* by him seems to be *Gelidium japonicum* according to his description and illustration to *Suhria*. If this assumption is reasonable, Japanese genera of the Gelidiales may be divided in two groups based on the cuticular types. For decisive conclusion the remaining genus, *Acanthopeltis* and *Yatabella*, should have been investigated.

#### ACKNOWLEDGEMENT

I thank Mr. K. Iwamoto of Tokyo University of Fisheries for the facilities that were made available in his laboratory.

#### LITERATURE CITED

- AKATSUKA, I., 1970 — Morphology of the cortical layer of some species of Gelidiales. *Bull. Jap. Soc. Phycol.* 18, 2: 72-76.
- BERTHOLD, G., 1882 — Die Bangiaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna u. Flora des Golfes von Neapel, Bd 8. Leipzig.
- BORNET, E. and THURET, G., 1876 — Notes algologiques. I. Paris.
- BOUDOURESQUE, C.F., 1969 — *Gelidiella tenuissima* (Thuret) Feldmann et Hamel en Méditerranée occidentale. *Tethys* 1 (3): 783-792.
- DIXON, P.S., 1973 — Biology of the Rhodophyta. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- FALKENBERG, P., 1901 — Die Rhodomelaceen des Golfes von Neapel und der angrenzenden Meeresabschnitte. Fauna u. Flora des Golfes v. Neapel, Bd 26. Berlin.
- FELDMANN, J. and HAMEL, G., 1934 — Observations sur quelques Gelidiacées. *Rev. gen. Bot.* 46: 528-549.
- FELDMANN J. and HAMEL G., 1936 — Floridées de France. VII. Gélidiales. *Rev. algol.* 9: 85-140.
- FRITSCH, F.E., 1945 — The structure and reproduction of the algae, Vol. 2. Cambridge Univ. Press, London.
- GESSNER, F., 1968 — Die Zellwand mariner Phanerogamen. *Mar. Biol.* 1: 191-200.
- KYLIN, H., 1956 — Die Gattungen der Rhodophyceen. C.W.K. Gleerups Foerlag, Lund.
- OKAMURA, K. and O'ISHI, Y., 1905 — Tengusa no Kôzô wo ronziite kanten situ no syozai ni oyobu. *Suisan Kôsyûzûyô Hôkoku* 3: 93-104.

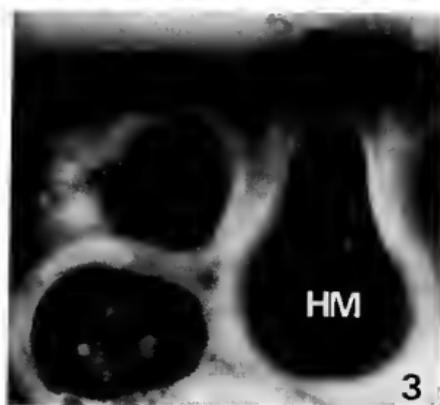
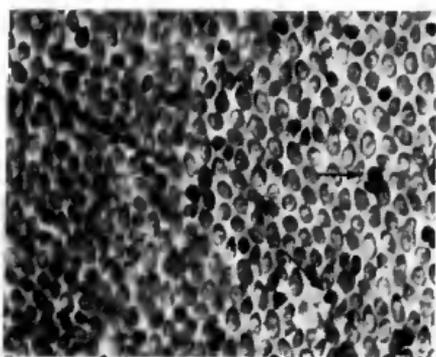
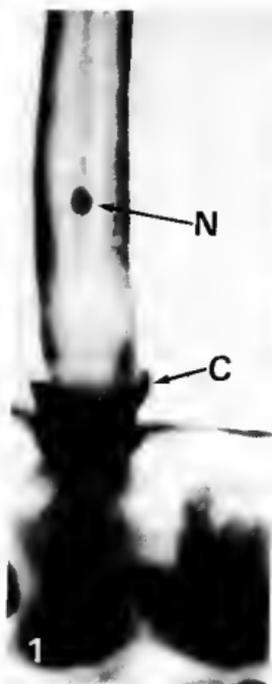
- RAO, P.S., 1971 — Studies on *Gelidiella acerosa* (Forsskal) Feldmann et Hamel. VI. Anatomy and developmental morphology. *Phykos* 10 (1-2): 70-78.
- ROSEVINGE, L.K., 1911 — Remarks on the hyaline unicellular hairs of the Florideae. *Biol. Arbejder Tilegnede Eug. Warming*, Koebenhavn: 203-215.

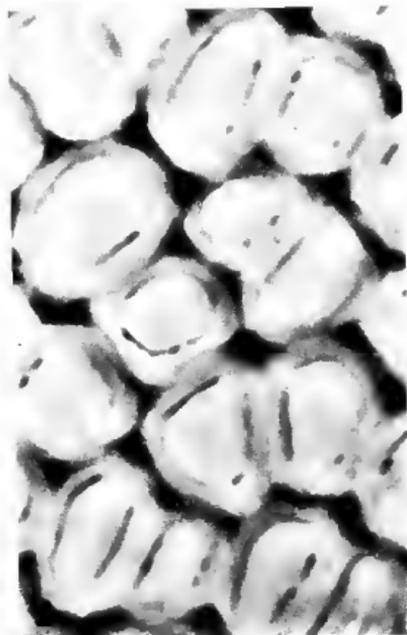
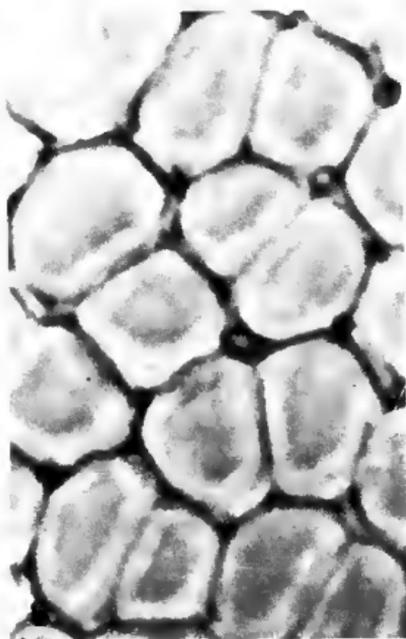
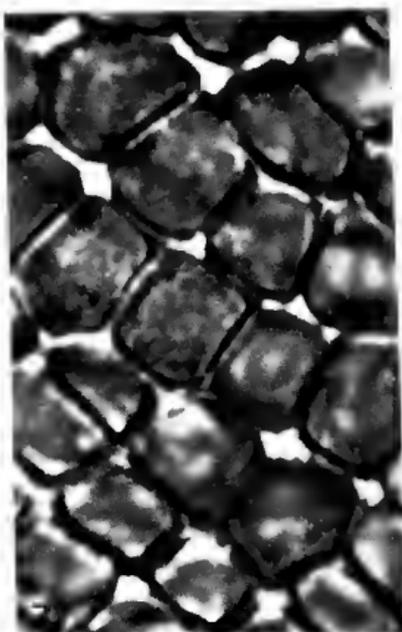
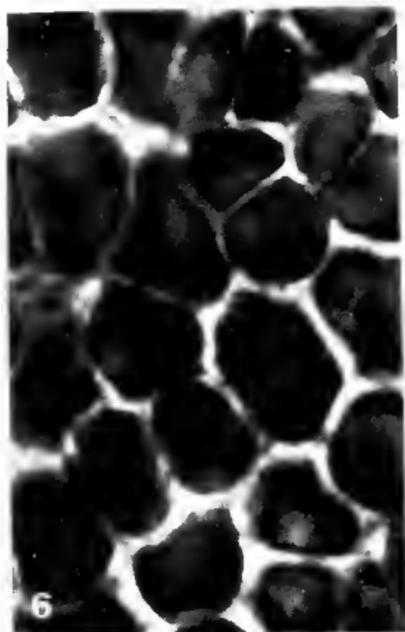
## EXPLANATION OF FIGURES

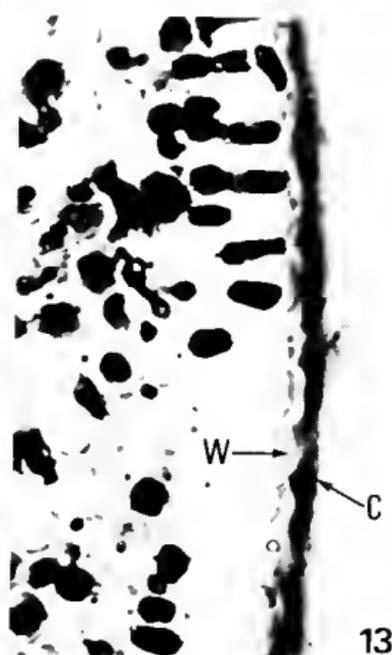
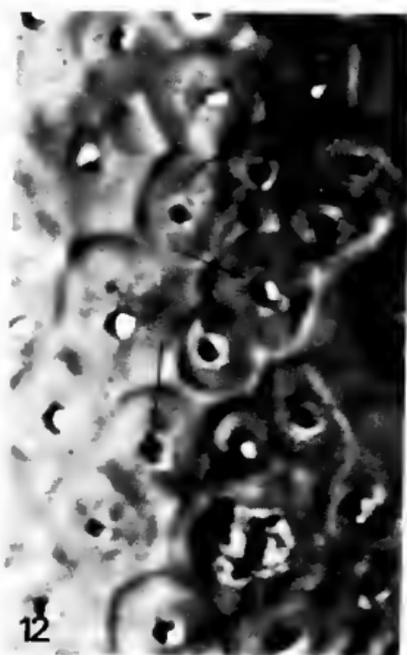
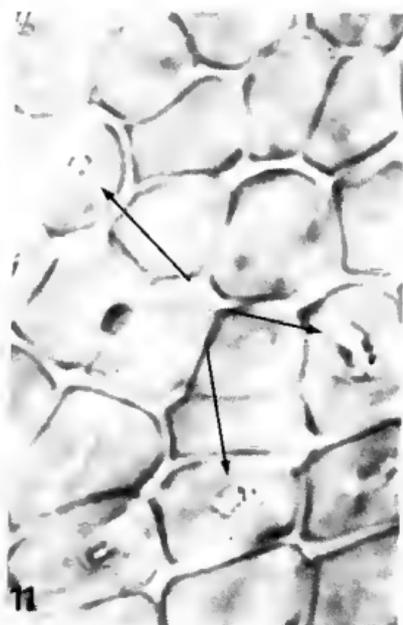
Fig. 1-5. — Hair and its mother cell stained with TB (toluidine blue O). 1: Transverse view of hair and its nucleus (N) of *Pterocladia capillacea* with broken cuticle (C), x 2800. 2: Surface view of *P. capillacea* showing hair scars (Arrows) stained reddish purple with TB, x 280. 3: Transverse view of *Pterocladia nana* showing mother cell of hair (HM), x 2800. 4: *Gelidiella acerosa* showing transverse view of HM, x 2800. 5: Longitudinal view of *Gelidium amansii* showing HM, x 2800.

Fig. 6-9. — Various cuticles obtained from thallus surface of middle region of main axis. 6: *Gelidium amansii*, x 2900. 7: *G. pacificum*, x 2900. 8: *Beckerella subcostata* focusing the surface of cuticle, x 2900. 9: *B. subcostata* focusing reverse side of cuticle as the same place as fig. 8, x 2900.

Fig. 10-13. — Various cuticles obtained from thallus surface of middle region, except fig. 13, of main axis. 10: *Gelidium japonicum*, x 2800. 11: *Pterocladia capillacea*, x 2000. 12: *Gelidiella acerosa*, x 2800. Arrows show umbilicate structure. 13: Transverse section of very apical region of *G. acerosa* showing cuticle (C), outside the cell wall (W) of outermost cortical cells, stained pink with toluidine blue O, x 1100.







## OUVRAGES REÇUS POUR ANALYSE

P. BOURRELLY, A. COUTÉ, M. RICARD

COMPÈRE, P., 1977 — Algues de la région du lac Tchad, VII - Chlorophytes (3ème partie : Desmidiées). *Cah. O.R.S.T.O.M. sér. Hydrobiol.* 11(2): 77-177; 24 pl.

La région du lac Tchad est fort riche en Desmidiées et l'auteur y signale 455 taxons appartenant aux Desmidiacées et Mésotaeniacées. Les taxons observés sont décrits: de nombreuses clefs dichotomiques permettent la détermination des genres et des espèces. Pour chaque taxon l'auteur indique la répartition géographique mondiale et africaine. Les genres les mieux représentés sont les *Cosmarium* (167 taxons), les *Staurastrum* (79) et les *Closterium* (68).

Les nouveautés systématiques, assez nombreuses ont fait l'objet de publications antérieures. Toutes les espèces signalées sont représentées dans un ensemble de 24 planches grand format.

Cette étude qui complète les précédentes du même auteur, associées à celles de ILTIS font de la région du Tchad, une des mieux connues au point de vue algologique.

Il faut remercier et féliciter l'auteur de cette contribution à la connaissance des algues africaines.

FOGED, Niels, 1978 — Diatoms in Eastern Australia - *Bibliotheca Phycologica*, Cramer Ed., Bd 41: 146 p., 48 pl.

Après l'Europe (Irlande, Islande, Spitzberg) l'Afrique (Ghana, Tanzanie) et l'Asie (Ceylan, Thaïlande), Niels FOGED élargit le champ de ses prospections et décrit ici les diatomées des divers biotopes marins, saumâtres et d'eau douce de la côte orientale du continent australien. Il reprend avec succès le schéma désormais classique qui se trouve dans la plupart de ses ouvrages: historique des travaux antérieurs, définition des stations prospectées, descriptions des taxons nouveaux ou intéressants, conclusions systématiques et écologiques. A partir des récoltes réalisées dans 152 localités (étang, rivière, lac, mangrove, localité côtière et lagune), l'auteur signale 860 taxons appartenant à 70 genres différents: il décrit entre autres 8 espèces nouvelles (4 *Achnanthes*, 1 *Caloneis*, 1 *Eunotia*, 1 *Frustulia* et 1 *Mastogloia*) et 2 variétés nouvelles (*Eunotia serpentina* var. *eskdalensis* et *Pinnularia splendida* var. *gibbosa*). Chacune de ses descriptions est accompagnée de remarques écologiques et biogéographiques.

Les illustrations sont nombreuses et la reproduction des microphotographies, bien que meilleure que celle des ouvrages antérieurs parus chez Cramer, n'est pas encore excellente.

Cet ouvrage, intéressant à plus d'un titre, vient utilement compléter la série des publications consacrée à la floristique et à l'écologie des diatomées provenant de régions peu ou pas prospectées.

FOGED Niels, 1978 — Diatoms Analyses. *The Archeology of Svendborg*. vol. 1, Odense University Press, Denmark : 88 p., 18 pl.

Cet ouvrage est le premier d'une série destinée à faire connaître les résultats des fouilles réalisées sur le site archéologique de Svendborg au Danemark. Ces fouilles doivent permettre de retracer l'évolution de la ville de Svendborg au Moyen-Age et les résultats obtenus sont le fruit d'une collaboration entre les spécialistes appartenant à des disciplines aussi variées que la zoologie, l'anthropologie ou la minéralogie.

270 récoltes ont été réalisées et les échantillons observés se répartissent en trois groupes selon les stations où ils ont été prélevés et en fonction des renseignements qu'ils apportent. Dans les stations exemptes de toute influence humaine, il est possible de préciser la nature du paléoenvironnement. Dans les stations directement touchées par l'homme, les renseignements fournis concernent le paléoenvironnement mais également la nature et l'importance de cette influence humaine, en particulier pour ce qui est des cultures ou des dépôts de matières organiques. Enfin, les analyses de diatomées peuvent fournir des renseignements sur les diverses activités économiques grâce à la présence, dans certaines localités, d'espèces qui, de toute évidence, ont été transplantées telles les diatomées épiphytes des algues marines utilisées comme engrais. L'illustration, abondante et de très bonne qualité, vient compléter ce très intéressant ouvrage qui souligne l'intérêt des diatomées en archéologie.

GAYRAL, P. et BILLARD, C., 1977 — Synopsis du nouvel ordre des Sarcinochrysidales (Chrysophyceae). *Taxon*, 26 (2/3) : 241-245.

Les auteurs créent un nouvel ordre pour les Chrysophycées possédant des zoïdes à deux flagelles hétéromorphes à insertion ventrale. Ces zoïdes rappellent ceux des Phéophycées.

L'ordre est divisé en deux sous-ordres :

- 1) Sous-ordre des *Sarcinochrysidineae* avec la famille des *Sarcinochrysidaceae* et le seul genre *Sarcinochrysis*.
- 2) Sous-ordre des *Chrysomeridineae* avec trois familles :
  - a) *Chrysomeridaceae* avec les genres *Chrysomeris*, *Giraudyopsis*, *Chryso-waermella*, *Rhamnochrysis* et (?) *Chrysonephos*.
  - b) *Phaeosaccionaceae* et les genres *Phaeosaccion* et *Antarctosaccion*.
  - c) *Nematochrysoptidaceae* avec le seul genre *Nematochrysoptis*.

Cet ensemble de Chrysophycées marines, dont certaines avaient été placées parmi les Phéophycées, est ainsi bien homogène et nettement caractérisé par l'ultrastructure des zoïdes.

HINDAK, F., 1977 – Studies on the Chlorococcal algae, Chlorophyceae 1. *Biolog. Prace*, Bratislava, 23 (4) : 190 p.

L'auteur étudie, dans la nature et en culture, 35 genres de Chlorococcales appartenant aux familles des *Radiococcaceae*, *Hormotilaceae*, *Dictyosphaeriaceae*, *Chlorellaceae*, *Scenedesmaceae* et *Coelastraceae*. Il décrit au passage six nov. gen. *Catenococcus*, *Raphidocelis*, *Granulocystis*, *Granulocystopsis*, *Danubia* et *Pseudotetrastrum* et 19 nov. sp. et propose 26 nov. comb. Ceci montre l'importance et l'intérêt de ce travail illustré de 73 planches.

De très nombreuses clefs de détermination facilitent le travail du systématicien qui cependant restera fort délicat.

Nous avons l'impression que l'auteur a tendance à multiplier les coupures génériques et spécifiques. Ainsi il sera difficile de séparer *Raphidocelis* de *Kirchneriella* ou même de *Monoraphidium*. De même *Granulocystis* et *Granulocystopsis* sont très voisins et proches de *Siderocelis*.

Le texte manque parfois de clarté : ainsi l'auteur pour *Kirchneriella* et *Coelastrum* donne non pas une clef de toutes les espèces connues, mais limite sa clef aux espèces étudiées. De même le texte consacré à *Crucigenia* n'apporte aucun complément à l'étude récente de KOMAREK (1974).

Personnellement je pense qu'il s'agit là d'une première étude, fort importante, certes, et indispensable aux systématiciens, mais qui gagnerait à être complétée, modifiée et surtout clarifiée.

P. KORNMANN und P.H. SAHLING, 1977 – Meeresalgen von Helgoland. Benthische Grün, Braun und Rotalgen. *Helgol. wiss. Meeresunt.*, 29 : 1-289, 165 pl.

Cet ouvrage, en langue allemande, est consacré aux algues marines benthiques de Helgoland.

Le nombre d'espèces étudiées (environ 160) est relativement faible. Bien que chaque genre ne comprenne que peu d'espèces, il est regrettable que les clés données par les auteurs ne permettent d'arriver, dans la plupart des cas qu'au genre. La description de chaque espèce est largement complétée par des documents photographiques d'excellente qualité, illustrant les structures morphologiques, anatomiques, les détails des organes reproducteurs, qui n'apparaissent pas toujours clairement dans le texte. C'est essentiellement par la qualité remarquable de ses photographies que cet ouvrage sera d'une grande utilité pour les algologues.

IRVINE D.E.G. et J.M. PRICE (Ed.), 1978 – Modern approaches to the Taxonomy of red and brown Algae. (Proceedings of an international Symposium held at the Polytechnic of North London). *The Systematics Association Special Volume* n° 10 : 484 p.

Cet ouvrage réunit les comptes-rendus d'un symposium international au cours duquel des chercheurs d'orientation diverses ont évalué les nouveaux apports permettant d'approfondir la connaissance de la taxonomie des algues brunes et

rouges.

Après une révision critique des divers concepts de la Taxonomie chez les algues rouges et brunes, et des systèmes de classification qui en découlent, sont exposées des méthodes de recherches (biochimie, cytologie ultrastructurale, génétique, écologie, taxonomie numérique) apportant des données nouvelles pour une approche plus correcte de la Taxonomie. Chaque article est précédé d'un sommaire détaillé et comporte une bibliographie abondante mais parfois incomplète.

Ces 18 travaux présentés, tous d'un excellent niveau, constituent un apport intéressant et indiquent les orientations futures des recherches effectuées en Taxonomie.

KANN, E., 1978 – Systematik und Ökologie der Algen österreichischer Bergbäche. *Arch. Hydrobiol.* suppl. 53, 4 : 405-643; 151 fig.

L'auteur qui est bien connue par ses travaux sur l'écologie des algues lacustres littorales, a étudié les algues croissant dans les ruisseaux et torrents non pollués des montagnes autrichiennes, Alpes et Massif de Bohême. Elle reconnaît 4 biotopes parmi les eaux courantes : 1) eaux riches en calcaire et froides l'été; 2) eaux riches en calcaire et chaudes (déversoirs de lacs en particulier); 3) eaux pauvres en calcaire et froides, enfin 4) eaux pauvres en calcaire et chaudes en été. Ces 4 communautés présentent des populations algales bien différentes et caractéristiques.

L'auteur signale 152 taxons différents : 102 Cyanophycées, 34 Chlorophytes, 10 Chromophytes et 6 Rhodophytes.

Ces algues font l'objet d'une importante étude systématique illustrée de plus de 150 figures originales et microphotographies. De plus 30 tableaux indiquent les caractères physico-chimiques des biotopes et leur composition algale. Dans quelques cas, une liste des diatomées rencontrées, complète ces tableaux. Signalons en particulier le catalogue des espèces qui ont poussé sur des lames de verre, de plastique, de métal. Il n'y a pas eu de croissance sur les lames de cuivre, et fort peu sur le fer, le zinc ou le laiton. Le tableau 30 donne la liste des algues épiphytes, en indique leur support (mousse, myriophylle, ou algues).

Les facteurs écologiques les plus importants pour les populations algales de ces cours d'eau non pollués sont donc la concentration en calcium, la température, le niveau d'eau, la force du courant et la lumière (les algues sont différentes sur la face éclairée et sur les faces obscures d'un caillou).

Ce travail bien documenté, bien illustré, fruit d'une riche expérience, apporte une contribution fondamentale à la connaissance de la vie algale dans les eaux courantes.

Comme nous l'avons dit, il s'agit d'eau propre, non polluée : ainsi cette étude permettra par comparaison de mieux comprendre les modifications qu'apportent les diverses pollutions dans une population algale normale.

Van den HOEK, 1978 – Algen, Einführung in die Phykologie (avec la collaboration de H.M. JAHNS). Thieme Ed., Stuttgart. 1 vol., X + 481 p., 136 fig.

Ce petit livre, format de poche (12 cm x 19 cm), à couverture plastifiée, présente sous un faible volume une synthèse parfaitement réussie et très documentée de nos connaissances sur les Algues : leur cytologie, leur morphologie, leur systématique.

L'illustration très soignée, 136 figures réunissant près de 1000 dessins fait largement appel aux travaux modernes de cytologie microscopique. C'est, avant tout, un ouvrage de systématique, car l'auteur considère, croyons-nous, avec raison, la systématique algologique comme une Science synthétique faisant appel à la Biochimie, la Cytologie, la Morphologie. L'ouvrage, en 27 chapitres, présente tout d'abord les grands principes de la Systématique, de la Phylogénie, et indique la place des algues dans le Monde vivant. Puis viennent, chapitre par chapitre, les études des classes algales. Enfin, une liste bibliographique de 644 références, un glossaire et un index terminent le volume.

Quelques remarques : l'auteur utilise le terme *Heterokontophyta* pour le grand ensemble de *Chrysophyta* (ou Chromophytes). De même il parle de *Bacillariophyceae* avec entre parenthèses (Kieselalgen; Diatomeen) alors qu'il existe le terme prioritaire de *Diatomophyceae*. Les Chrysophycées à haptonema et les Eustigmatophycées sont élevées au rang d'Embranchement (*divisio*) tout comme les *Cryptophyceae* et les *Dinophyceae*. Nous avons été étonné de ne pas voir cités les ouvrages de CHADEFAUD et de ne pas trouver trace de la théorie des cladomes.

La bibliographie, quoique abondante, présente des lacunes, les travaux importants de KOFOID, de MIX, de BOLD, de SIRODOT, de STARMACH, de KOMAREK, de HUSTEDT, de MIGNOT, etc... ne sont pas cités.

Malgré ces restrictions, ce livre est remarquable par la quantité énorme d'informations qu'il renferme sous un faible volume.

La précision alliée à la concision, la clarté des schémas et des tableaux font de cet excellent ouvrage un « vade mecum » de l'algologie.

WETZEL, R.G., 1975 - *Limnology*. W.B. Saunders Ed., Philadelphie, London, Toronto. 1 vol. rel. XII + 743 p.

Comme l'auteur l'indique dans son dernier chapitre cet ouvrage représente seulement un bref sommaire des connaissances actuelles sur les systèmes aquatiques dulçaquicoles.

Le livre renferme 19 chapitres dont voici les titres : prologue, l'eau comme substance, les lacs (distribution, origine, formes), économie des eaux (cycle hydrobiologique et balance) la lumière dans les lacs, la température, les mouvements de l'eau, l'oxygène, les sels dissous, le carbone inorganique, les cycles de l'azote, du phosphore, du fer, du soufre et de la silice; le phytoplancton, la zone littorale, le zooplancton, la faune benthique, les poissons, le cycle du carbone organique et les détritus, et l'ontogénie et l'évolution des écosystèmes.

Enfin, un court épilogue, des appendices (tableaux de conversions des diverses unités), une importante bibliographie (65 pages sur deux colonnes) et un index terminent ce volume.

L'illustration est abondante : 264 figures et plus de 150 tableaux complètent le texte. Comme le montre la sèche énumération des titres de chapitres il s'agit

d'une limnologie au sens strict : étude des lacs; les étangs, mares, tourbières, cours d'eau, rochers mouillés sont laissés de côté.

Tel qu'il est ce livre est un excellent outil de travail, qui a la densité d'un « précis » mais renferme toute la documentation d'un gros traité. Il apporte aux lecteurs anglosaxons, ce que la « Limnologie » de B. DUSSART, a donné dix ans plus tôt aux lecteurs francophones : une excellente initiation à la science de l'eau, cette science moderne dont le nom a été créé par FOREL, en 1892 dans sa magistrale étude sur le Léman.

*ANNALES DE LIMNOLOGIE*, 1978, 14 (1-2) : 180 p. Hydrobiologie de la rivière Lot.

Ce travail de l'équipe de Toulouse donne une vue, sinon complète, tout au moins synthétique, sur la Limnologie de cette rivière grâce à l'effort conjugué de quinze chercheurs. Neuf articles composent le mémoire : l'hydrobiologie de la rivière et du bassin versant (TOURENQ, J.N., CAPBLANCQ, J. et CASANOVA, H.); chimie de l'eau (CAPBLANCQ, J. et TOURENQ, J.N.); analyse statistique des paramètres physicochimiques (ANGELIER, E., BORDES, J.M., LUCCHETTA, J.C. et ROCHARD, M.); turbidité et matières en suspension (DECAMPS, H. et CASANOVA-BATUT, Th.); phytoplancton et production primaire (CAPBLANCQ, J. et DAUTA, A.); modification de la faune ichtyologique (TOURENQ, J.N. et DAUBA, F.); modélisation d'un écosystème d'un bief du Lot (CAUSSADE, B., CHAUSSAVOINE, C., DALMAYRAC, S. et MASBERNAT, L.); qualité des eaux et aménagement du bassin du Lot (DECAMPS, H.) et enfin étude de la chimie et des algues benthiques du Riou-Mort, affluent du Lot, pollué par des métaux lourds (Zn, Cd, Cu, Mn).

Comme on le voit, l'ensemble des problèmes que pose cet affluent de la Garonne, de près de 500 km de longueur, drainant plus de 10 000 km<sup>2</sup> est traité de façon précise. Seule manque une étude du phytobenthos. De même, nous regrettons l'absence d'un article de synthèse, rassemblant en quelques pages les résultats et les conclusions du travail de cette équipe. Il est vrai que l'article sur la qualité de l'eau et l'aménagement du bassin, qui termine le fascicule, en est la synthèse pratique. Tel qu'il est, ce mémoire est un modèle du genre et il faut remercier et féliciter l'équipe de l'Université de Toulouse qui a réussi à faire un travail homogène pluridisciplinaire.

## TABLE DU TOME XIII

I. AKATSUKA. — Hair and cuticle as special structure of frond surface of gelidaceous algae. . . . .	349
F. ARDRE. — Sur les cycles morphologiques du <i>Gymnogongrus crenulatus</i> (Turn.) J. Ag. et du <i>Gymnogongrus devoniensis</i> (Grev.) Schott. (Gigartinales, Phyllophoracées) en culture . . . . .	151
A. BOILLOT. — Les ponctuations intercellulaires du <i>Rhodochaete parvula</i> Thuret (Rhodophycées, Bangiophycidées) . . . . .	251
P. BOURRELLY et A. COUTE. — Algues d'eau douce rares ou nouvelles pour la flore française . . . . .	295
M. CHADEFAUD. — Sur la notion de Prochlorophytes . . . . .	203
M. CHADEFAUD. — Jean FELDMANN . . . . .	275
S. CIRIK. — <i>Ankyra paradoxioides</i> , nouvelle espèce de Chlorococcales de Turquie (Chlorophyceae) . . . . .	207
L. CODOMIER. — Recherches sur les <i>Kallymenia</i> (Cryptonémiales). III. Problèmes de la délimitation du genre <i>Kallymenia</i> . . . . .	241
M. CORMACI, G. FURNARI et B. SCAMMACCA. — <i>Crouania francisci</i> nov. sp. (Rhodophyta, Ceramiaceae), nouvelle espèce de la Sicile Orientale. . . . .	259
J.P. CULLINANE. — The genus <i>Vaucheria</i> in Ireland . . . . .	225
C.J. DAWES and C.A. LOHR. — Cytoplasmic organization and endosymbiotic bacteria in the growing points of <i>Caulerpa prolifera</i> . . . . .	309
R. DELEPINE et A. ASENSI. — Réactions écophysiologicalues et variations morphogénétiques chez <i>Adenocystis</i> et <i>Utriculidium</i> (Phéophycées). . . . .	43
T. DUBOIS-TYLSKI. — Evolution ultrastructurale de la zygospore du <i>Closterium moniliferum</i> (Bory) Ehrenbg. au cours de sa germination . . . . .	211
F. GASSE. — Les diatomées holocènes d'une tourbière (4040 m) d'une montagne éthiopienne : le Mont Badda. . . . .	105
H. HUVE et A. KIENER. — Prolifération explosive, à l'étang du Canet (Pyrénées orientales), d'une fleur d'eau à <i>Anabaenopsis arnoldii</i> Aptekarj (Cyanophycée, Nostocacée) . . . . .	289
J. KOMAREK et O. LHOTSKY. — Professeur Docteur Bohuslav FOTT (1908-1976) . . . . .	187
M. LEMOINE. — Typification du genre <i>Pseudolithophyllum</i> Lemoine. . . . .	177
S. LOISEAUX et C. ROZIER. — Culture axénique de <i>Pylaiella littoralis</i> (L.) Kjellm. (Phéophycées). . . . .	333
R. MAILLARD. — Florule diatomique de la région d'Evreux (8e supplément) . . . . .	197
M. NIZAMUDDIN and N. BEGUM. — Studies on the marine algae (Punctariales) from Karachi . . . . .	315
R. POURRIOT. — In memoriam. Marcel LEFEVRE (1897-1975) . . . . .	99
A.K.S.K. PRASAD and A. VIDYAKUMARI. — <i>Bumilleria</i> Borzi from south India . . . . .	327
M.J.P. SCANNELL. — <i>Phycopeltis arundinacea</i> Mont. en Europe . . . . .	41
A. SOURNIA. — Catalogue des espèces et taxons infraspécifiques de Dinoflagellés marins actuels publiés depuis la révision de J. Schiller . . . . .	3
P.C. THOMAS, K. SUBBARAMAIAH and E.R.R. IYENGAR. — Natural growth and agar content of <i>Gelidiella acerosa</i> (Forsskal) Feld. et Hamel in an exploited population . . . . .	341

Table des noms d'Auteurs dont les travaux sont analysés  
dans le tome XIII

- |  |                      |
|--|----------------------|
| AGARDH, J.G., 179                                  | PATRICK, R., 88      |
| <i>Agence de Coopération Culturelle et Techni-</i> | PERES, J.M., 89      |
| <i>que</i> , 87                                    | PETERFI, S.T., 268   |
| <i>Algalogical Studies U.S.S.R.</i> , 179          | POPOVA, T.G., 90     |
| <i>Annales de Limnologie</i> , 361                 | PRESCOTT, G.W., 90   |
| ARCHIBALD, R.E.M., 269                             | PRICE, J.M., 361     |
| AZEVEDO, M.T.P., 265                               | RAYMONT, J.E.G., 91  |
| <i>Bacillaria</i> , 272                            | REIMER, C.W., 88     |
| BARTHA, Zs., 265                                   | RUENESS, J., 269     |
| BICUDO, C.E. de M., 265                            | RUZICKA, J., 91, 268 |
| BILLARD, C., 360                                   | SAFONOVA, T.A., 90   |
| BOLD, H.C., 266                                    | SAHLING, P.H., 361   |
| COMPERE, C., 359                                   | SCHMIDT, A., 265     |
| CROASDALE, H., 87, 90                              | SCHOEMANN, F.R., 269 |
| ETTL, H., 266                                      | SCOTT, A.M., 87      |
| FELFÖDY, L. 265                                    | SIMONSEN, R., 91     |
| FOGED, N., 180, 359, 360                           | SMITH, G.M., 92      |
| GAYRAL, P., 360                                    | STEIN, J.R., 92      |
| HADJU, L., 265                                     | SUBRAMANYAN, R., 270 |
| HINDAK, F., 361                                    | SUTHERLAND, J., 88   |
| HIROSE, H., 267                                    | TAKAHASHI, E., 270   |
| HORVATH, K., 265                                   | TAMAS, G., 265       |
| IONESCU, Al., 268                                  | TAYLOR, F.J.R., 92   |
| IRVINE, D.E.G., 361                                | UHERKOVITCH, G., 265 |
| KANN, E., 362                                      | <i>Unitar</i> , 93   |
| KARLING, J.G., 180.                                | VAN DEN HOEK, 362    |
| KORNMANN, P., 361                                  | VINYARD, W.C., 90    |
| LEWIN, R.A., 180, 181                              | VÓRÓS, L., 265       |
| MAGNIN, E., 267                                    | WERNER, D., 93       |
| MAILLARD, R., 87                                   | WETZEL, R.G., 363    |
| MANTON, I., 88                                     | WRAY, J.L., 271      |
| NYGAARD, G., 182                                   | WYNNE, M.J., 266     |
| OATES, K., 88                                      |                      |



Commission paritaire N° 28588 Dépôt légal : n° 636 - Décembre 1978 Imp. Vial, 91410 Dourdan

## RECOMMANDATIONS AUX AUTEURS

Les auteurs sont priés d'envoyer des manuscrits dactylographiés, définitifs, en double exemplaire, sans autres indications typographiques que celles précisées dans ces recommandations.

La «Revue Algologique» étant imprimée par procédé offset, les épreuves ne sont pas communiquées aux auteurs et aucun remaniement de manuscrit ne peut être accepté.

Les manuscrits seront dactylographiés en double-interligne, sans corrections ni surcharges, exclusivement au recto, et présentés sous la forme suivante :

- 1 - Le titre en capitales et non souligné
- 2 - Le nom de l'auteur précédé de l'initiale du prénom et suivi de \* indiquant le renvoi de l'adresse au bas de la page.
- 3 - 2 résumés, un dans la langue de l'article et le deuxième dans une des langues couramment utilisées dans les revues internationales.
- 4 - Le Texte : les titres des chapitres et des sous-chapitres ne seront ni soulignés ni en capitales, et les subdivisions précisées par des chiffres ou des lettres (en évitant les numéros tels que : I; I. 1; I. 1. 1...).

  - Les mots qui doivent être en italique, en particulier les noms latins, seront soulignés d'un trait droit.
  - Les références bibliographiques doivent être indiquées par le nom de ou des auteurs en capitales, non soulignées, suivi de la date de parution de l'ouvrage cité.
  - Les renvois aux figures, aux tableaux et aux planches, doivent mentionner dans le texte le numéro de la figure, du tableau ou de la planche correspondante.
  - Les sigles, abréviations et citations devront rester homogènes tout au long de l'article.

- 5 - La Bibliographie : elle est présentée à la suite du texte. Les travaux suivront l'ordre alphabétique et, pour un même auteur, l'ordre chronologique. Le nom et l'initiale du prénom de l'auteur, en majuscules, seront suivi du titre de l'article et de la référence de cet article suivant le modèle adopté par la Revue Algologique.
- 6 - Les légendes des Figures : elles devront être dissociées des figures et regroupées à la fin du manuscrit.
- 7 - Les Figures : elles seront fournies sur des feuilles séparées du texte. Le numéro de la figure ou du tableau sera inclus dans le cadre prévu, dans le texte, par la figure ou le tableau. L'échelle sera indiquée sur la figure. La justification maximale des planches est de 11 x 18 cm et les auteurs feront leur possible pour éviter une réduction trop importante des planches.

5 FEV. 1986

# REVUE ALGOLOGIQUE

---

## nouvelle série

---

La « Revue Algologique », consacrée à tout ce qui se rapporte aux algues, publie :  
1° des articles originaux ; 2° des analyses bibliographiques des travaux d'algologie.

La « Revue Algologique » est publiée par fascicules paraissant trimestriellement, quatre fascicules constituant un tome.

En raison des frais de clichage, une contribution financière sera demandée aux auteurs pour les planches photographiques.

Les auteurs qui désirent des tirages à part (separata) sont priés d'en mentionner le nombre lors de l'envoi du manuscrit. Le nombre des tirages à part est limité à 200 exemplaires.

Les frais de tirages à part, les frais de clichage, les frais d'envoi et le montant des abonnements, doivent être réglés directement à la « Revue Algologique », en francs français, par chèque postal, chèque bancaire, mandat-poste ou bon UNESCO à : *Revue Algologique*, 12, rue Buffon, 75005 Paris - CCP Paris n° 14 522 31.

---

### Prix de l'abonnement pour le Tome XIV (1979)

France .....	140 F
Etranger .....	180 F
Prix des tirages à part du Tome XIII (1978)	
1 page (le cent) .....	8 F

---

### OUVRAGES DISPONIBLES

*Ancienne série* : Tome VIII, fasc. 3 et 4 ; Tome XII et Travaux Algologiques ; Tome V, fasc. 1 ; Tome VI, fasc. 2 ; Tome VII, fasc. 3 et 4 ; Tome XI, fasc. 3 et 4.

*Nouvelle série* : Tomes VIII et IX ; Tome IV, fasc. 3 et 4.

Prix du Tome : 160 F (France) 200 F (Etranger)

Prix du Fascicule : 40 F (France) 50 F (Etranger)

*Mémoires Hors Série n° 2* : A. Lancelot, Recherches Biologiques et Océanographiques sur les Végétaux marins des Côtes françaises entre la Loire et la Gironde, 1961.

210 pages - 250 F.