

PF 1170

Nouvelle Série, Tome XIII, Fasc. 2

1978

ISSN 0035-0702

REVUE ALGOLOGIQUE



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

Publication Trimestrielle



Sorti des presses le 25 février 1978

COMITÉ DE LECTURE

F. ARDRÉ, M. CHADEFAUD, A. COUTÉ, 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.

Pr 1170

REVUE ALGOLOGIQUE

Fondée en 1922 par P. ALLORGE et G. HAMEL

Directeurs : P. BOURRELLY et R. LAMI

Secrétariat de Rédaction : M. RIGARD

SOMMAIRE

- R. POURRIOT. — In memoriam. Marcel LEFEVRE (1897-1975) 99
- F. GASSE. — Les diatomées holocènes d'une tourbière (4040 m) d'une montagne éthiopienne : le Mont Badda 105
- F. ARDRÉ. — Sur les cycles morphologiques du *Gymnogongrus crenulatus* (Turn.) J. Ag. et du *Gymnogongrus devoniensis* (Grev.) Schott. (Gigartinales, Phyllophoracées) en culture 151
- M. LEMOINE. — Typification du genre *Pseudolithophyllum* Lemoine 177
- P. BOURRELLY et M. RICARD. — ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES . . 179



In memoriam

Marcel LEFEVRE (1897-1975)

R. POURRIOT

Le samedi 8 novembre 1975, Marcel LEFEVRE, Directeur honoraire de laboratoire au C.N.R.S., s'est éteint à l'âge de 78 ans.



Cliché G. NIZIER

Après quelques années dans l'enseignement, M. LEFEVRE commença ses travaux d'algologie au laboratoire de Cryptogamie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Ses recherches aboutirent à la publication en 1932, d'une importante « Monographie des espèces d'eau douce du genre *Peridinium* Ehr. » Algologie,

Rev. Algol., N. S., 1978, XIII, 2 : 99-104.

mais aussi hydrobiologiste, son expérience du milieu aquatique et ses connaissances halieutiques le portèrent ultérieurement à la direction du service de Biologie Végétale de la Station Centrale d'Hydrobiologie appliquée des Eaux et Forêts, puis à la direction du Centre de Recherches Hydrobiologiques du C.N.R.S. à Gif-sur-Yvette.

Ses travaux récents les plus remarquables concernèrent l'utilisation des algues par le zooplancton et surtout les phénomènes d'auto- et hétéro-antagonisme puis de synergisme chez les algues d'eau douce. Au cours de ses dernières années d'activité, M. LEFEVRE s'intéressa plus particulièrement aux propriétés biostimulantes des Cyanophycées d'eau thermale qui le conduisirent à effectuer des essais thérapeutiques couronnés de succès. Après quelques débuts difficiles, l'application pharmaceutique, à laquelle M. LEFEVRE consacrait ses efforts dans sa retraite solognote, était en voie de réalisation lorsque la mort le surprit.

Homme de terrain et de laboratoire, ce scientifique a quitté ce monde comme il avait vécu, avec discrétion. Tous ceux qui le connurent et l'apprécièrent, conserveront le souvenir d'un homme simple d'une grande intégrité et d'une profonde humanité.

TRAVAUX PUBLIÉS PAR MARCEL LEFEVRE

- 1924 — Les Algues microscopiques d'eau douce. *La Nature* 2631 : 145-147, 9 fig.
- 1925 — Contribution à la flore des Algues d'eau douce du nord de la France. *Bull. Soc. Bot. de France* 72 : 689-699, 13 fig.
- 1925 — Contribution à la flore des Péridiniens de France. *Rev. Algol.* 2, (3/4) : 327-342, 41 fig.
- 1926 — Les Diatomées : Algues microscopiques. *La Nature* 2702 : 33-37, 11 fig.
- 1926 — Sur une variation de tabulation chez certains Péridiniens d'eau douce. *C. R. Ac. Sc. Paris* 183 (18) : 757-759, 7 fig.
- 1928 — Notes sur le *Peridinium cunningtonii* Lemm. et sur quelques formes affines. *Ann. Protist.* 1, 3 : 119-126, 50 fig.
- 1928 — Disparition de la carapace siliceuse chez les Diatomées. *Soc. Biol.* XCVIII : 1510 (En collab. avec E. BACHRACH).
- 1928 — Sur les variations tabulaires chez les Péridiniens d'eau douce et leur notation. Diagnoses d'espèces et de variétés nouvelles. *Bull. Mus. Hist. Nat. Paris* XXXIII : 118-122.
- 1928 — *Peridinium morzinense*, nom. nov. *Ann. Protistol.* 1 : 137.
- 1928 — Contribution à l'étude du rôle de la silice chez les êtres vivants. Observations sur la biologie des Diatomées. *Physiol. Pathol. Gén.* XXVII, 2 : 241-249, 2 pl. (En collab. avec E. BACHRACH).
- 1929 — Sur la fonction photogénique de certains Péridiniens. *Bull. Soc. Linn. Lyon* 8, 7 : 48-49. (En collab. avec H. CARDOT).
- 1930 — Recherches sur la culture des Péridiniens. *Rev. Algol.* V, 1 : 55-59, 6 fig. (En collab. avec E. BACHRACH).

- 1930 – Sur la Chlorophylle des Diatomées normales et nues. *C. R. Soc. Biol.* CIX : 889. (En collab. avec E. BACHRACH et J. ROCHE).
- 1930 – Algues de Sologne. *Bull. Soc. Bot. de France* LXXVII : 122-150, 132 fig. (En collab. avec P. ALLORGE).
- 1931 – De la valeur de caractères spécifiques chez quelques Eugléniens. *Rec. Trav. Cryptogam. dédiés à L. Mangin*. 1 vol., Paris, 343-354, 95 fig.
- 1931 – Quelques observations sur les Diatomées nues. *Rec. Trav. Cryptogam. dédiés à L. Mangin*, 1 vol., Paris : 281-287, 9 fig. (En collab. avec E. BACHRACH)
- 1932 – Sur le déterminisme des variations ornementales chez quelques Eugléniens. *Arch. de Protistol.* T. III. Fasc. IV : 201-207, 25 fig.
- 1932 – Recherches sur la systématique et la biologie de quelques Algues obtenues en cultures. *Rev. Algol.* 6, 3-4 : 313-338, 38 fig., 2 pl.
- 1932 – Sur la présence de Péridiniens dans un dépôt fossile des Barbades. *C. R. Ac. Sc. Paris* : 2315-2316.
- 1932 – Monographie des espèces d'eau douce du Genre *Peridinium* Ehr. *Arch. Bot.* t. II, mem. n° 5, Thèse Doctorat Universit. Paris : 1-210, 915 fig., 6 pl.
- 1932 – Sur la structure de la membrane des Euglènes du groupe *Spirogyra*. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 195 : 1308.
- 1933 – Recherches sur les Péridiniens fossiles des Barbades. *Bull. Muséum Hist. Nat. Paris*, 2e sér., V, 5 : 415-418.
- 1933 – Sur la culture et la systématique de Protistes marins provenant des cuvettes supralittorales de Saint-Servan. *Bull. Lab. Saint-Servan*, XI : 23-26, 1 pl.
- 1933 – Sur la structure de la thèque des *Peridinites*. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 197 : 81.
- 1933 – Contribution à la connaissance des Flagellés d'Indochine. *Ann. Crypt. Exotique* 6, 3-4 : 258-264, 23 fig.
- 1933 – Les *Peridinites* des Barbades. *id.* : 216-229, 30 fig.
- 1933 – Étude comparative du comportement de la membrane au moment de la division chez quelques algues unicellulaires. *Bull. Soc. Bot. de France* LXXX : 789-797, 14 fig.
- 1934 – Sur la division et l'élongation des cellules dans le genre *Closterium* Nitzsch. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 198 : 1166-1168.
- 1934 – Recherches sur la Biologie et la Systématique de quelques Eugléniens. *Rev. Algol.* VII : 139-148, 36 fig., 1 pl.
- 1935 – Modification du test des Euglènes et de la carapace des Diatomées. *Rev. Algol.*, 7 : 186-188. (En collab. E. BACHRACH).
- 1935 – De l'influence des variations brusques de température sur la multiplication de certains Flagellés. *Rev. Algol.* VII, 1-2 : 182-184.
- 1935 – Sur la signification des corpuscules trépidants chez les Desmidiées. *Arch. Mus. Hist. nat. Paris*, 6e sér., 12 : 559-565, 19 fig.
- 1936 – Phytoplancton de quelques étangs de l'Ouest de la France. Livre jubilaire dédié au Prof. L. Daniel, Rennes : 12p., 1 pl.
- 1936 – Mécanisme de la formation des sutures et de leur groupement sur la membrane des *Closterium*. *Rev. Gen. Bot.*, 48 : 324-358, 94 fig.
- 1936 – Phytoplancton estival des Étangs de la Région de Rambouillet. *Bull. de la Soc. Sci. Seine et Oise*, IV, 6-7 : 80-89.
- 1937 – Technique des cultures cloniques de Desmidiées. *Ann. Sci. Nat. Bot.* XIX : 325-340, 3 pl.

- 1937 — Quelques observations sur le phytoplancton estival des étangs de la région de Rambouillet. *C. R. Trav. Conf. Soc. Sav. Seine et Oise*, XIIIe session, 1936-1937.
- 1938 — Sur la persistance, pendant l'hiver, d'Algues d'eau douce à l'état végétatif. *Rev. Gen. Bot.* 50 : 501-527, 18 fig. (En collab. avec E. MANGUIN).
- 1938 — Sur la valeur des productions verruqueuses de la membrane chez les *Closterium*. *Bull. Soc. Bot. France*, 85 : 686-690, 19 fig. (En collab. avec P. BOURRELLY).
- 1939 — Recherches expérimentales sur le polymorphisme et la tératologie des Desmidiées, Paris 1939, Lechevalier éd., 1 vol., 42 p., 205 fig., 7 pl.
- 1939 — Sur la stabilité de l'ornementation chez les espèces du Genre *Pediastrum* Meyen. *C. R. Ac. Sc. Paris* 209 : 368, 8 fig. (En collab. avec P. BOURRELLY).
- 1939 — Une pêche planctonique en Guyane française. *Rev. Algol.* VIII, 3-4 : 342-345, 9 fig.
- 1939 — Contribution à la connaissance de la nutrition chez les Poissons. Algues d'eau douce indigestes. *Bull. Franç. Piscicult.*, 119 : 4.
- 1940 — Sur la résistance de certaines Algues d'eau douce à l'action des sucs gastro-intestinaux des Poissons. *C. R. Ac. Sc. Paris* 210 : 347-349.
- 1940 — Nutrition comparée de *Gardonus rutilus* Lin. et *Cyprinus carpio* Lin. *Bull. Franç. Pisciculture*, 120 : 8, 3 fig.
- 1940 — Modification expérimentale de la flore algale des collections d'eau naturelles. *id.*, 121 : 6.
- 1940 — Sur la nature de la thèque originelle des *Peridinites*. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 211 : 599-601.
- 1940 — Signification et valeur du facteur pH en hydrobiologie. *Bull. Soc. Centr. Aquicult.* : 7.
- 1941 — Recherches Hydrobiologiques sur les Rivières, Mares et Étangs du Domaine National de Rambouillet. *Bull. Franç. Piscicult.*, 122 : 1-55, 2 pl.
- 1941 — Végétation aquatique et Pisciculture. *Rev. Bot. appl. et Agric. Tropic.*, XXI, 239-240 : 386-396.
- 1941 — Flore algale d'un bassin du Jardin des Plantes. *Bull. Mus. Hist. Nat.*, XIII, 2 : 131-139, 91 fig. (En collab. avec P. BOURRELLY).
- 1942 — Recherches expérimentales sur l'utilisation des Algues d'eau douce par les Cladocères. *Bull. Biol.*, LXXVI : 250-276, 2 pl.
- 1943 — Contribution à l'amélioration des méthodes d'Aquiculture. *Bull. Soc. Franç. Aquicult.*
- 1943 — Un intéressant problème d'Hydrobiologie : l'origine, le métabolisme et l'évolution des fleurs d'eau. *Rev. Sci.* 81, 8 : 368-376, 15 fig.
- 1943 — Contribution à la connaissance de *Rhizosolenia longiseta* Zach. *Bull. Mus. Nat. Hist. Nat.*, XV, 6 : 464-467. (En collab. avec J. ARLET).
- 1943 — Contribution à la connaissance du Phytoplancton du bassin de la Seine. *Cah. Commiss. Bass. Seine*, 3, Biolog : 11-23.
- 1943 — Algues d'eau douce de l'étang de la Grande Coinche (Sologne). *Bull. Soc. Bot. de France*, 90, 10-12 : 153-157, 40 fig. (En collab. avec J. ARLET).
- 1944 — Algues d'eau douce et zooplancton. *Bull. Franç. Piscicult.* 132 : 1-17.
- 1944 — Pierre Allorge. *Bull. Soc. Centr. Aquicult.*, 1-2 : 6.
- 1945 — Recherches hydrobiologiques sur les étangs de Sologne. *Ann. de la St. Centr. d'Hydrob. appl.*, T. 1 : 23-88, 5 pl. microphoto. (En collab. avec J. DUCHÉ et J. SPILLMANN).

- 1945 — A propos de la fraye de quelques Cyprinidés. *Bull. Franç. Pisciculture*, 137 : 169-178.
- 1946 — Sur les méthodes de pêche qualitative et quantitative de Plancton. *Bull. Franç. Piscicult.* 142 : 21-29, 3 fig.
- 1948 — Contribution à la connaissance de la biologie de la Carpe en étang clos. *Ann. Stat. Centr. d'Hydrob.*, 2 : 51-64, 1 pl.
- 1948 — Influence des variations de niveau d'un étang sur la nature de son phytoplancton. *id.* : 43-50, 2 pl.
- 1948 — Sur l'évolution spontanée ou artificiellement provoquée du peuplement végétal des étangs. *id.* : 81-92, 4 pl. (En collab. avec J. ARLET).
- 1948 — Sur la sécrétion par certaines espèces d'Algues de substances inhibitrices d'autres espèces d'Algues. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 226 : 107-109. (En collab. avec M. NISBET).
- 1949 — Action des substances excrétées en culture, par certaines espèces d'Algues, sur le métabolisme d'autres espèces d'Algues. *Verhandl. Intern. Verein. für theoret. und angew. Limnol.* X : 259-264. (En collab. avec M. NISBET et H. JAKOB).
- 1949 — Sur quelques propriétés des substances actives tirées des cultures d'Algues d'eau douce. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 229 : 234-236. (En collab. avec H. JAKOB).
- 1949 — Sur les propriétés peu connues de certaines Algues d'eau douce et leurs possibilités d'applications. *Bull. Soc. Bot. Nord France*, 11, 3 : 86-89.
- 1949 — Plancton vernal de quelques étangs de Sologne. *Ann. Stat. Centr. d'Hydrob.*, 111 : 209-222.
- 1949 — Sur la sécrétion par certaines Cyanophytes de substances algostatiques dans les collections d'eau naturelles. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 230 : 2226-2227. (En collab. avec H. JAKOB et M. NISBET).
- 1949 — De la Penicilline à la Pisciculture. *Bull. Franç. Piscic.*, 156 : 121-130. (En collab. avec H. JAKOB).
- 1949 — Les pêches quantitatives de plancton en hydrobiologie. *Ann. Stat. Centr. d'Hydrob.*, 111 : 195-203.
- 1949 — *Aphanizomenon gracile* Lemm., Cyanophyte défavorable au zooplancton. *id.* : 205-208.
- 1949 — Influence des déversements d'eaux usées de la région parisienne sur le plancton de la Seine. *id.* : 155-171.
- 1951 — Compatibilités et antagonismes entre Algues d'eau douce dans les collections d'eau naturelles. *Trav. Assoc. Int. Limnol.*, XI : 224-229. (En collab. avec H. JAKOB et M. NISBET).
- 1952 — Auto et Hétéroantagonisme chez les Algues d'eau douce, in vitro et dans les collections d'eau naturelles. *Ann. Stat. Centr. d'Hydrobiol. appl.*, 4 : 5-198, 27 pl. (En collab. avec H. JAKOB et M. NISBET).
- 1952 — Biologie des Eaux douces in *Le Grand Livre de la Pêche et des Poissons*. 1 vol., Genève : 99-120, 15 fig., 2 pl.
- 1956 — Sur quelques propriétés des eaux de ruissellement contribuant au remplissage des mares et étangs. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 242 : 1915-1917. (En collab. avec G. FARRUGIA).
- 1957 — Destruction des Algues envahissantes dans les étangs. *Bull. Franç. Piscic.*, 185 : 147-150. (En collab. avec J. MARTIN).
- 1958 — De l'influence sur les Algues d'eau douce, des produits de décomposition spontanée des substances organiques d'origine animale et végétale. *Hydrobiologia*, X : 49-65.
- 1958 — Contribution à la connaissance des Bactéries des collections d'eau stagnantes et de

- leur rôle en hydrobiologie. *Id.* XII : 55-72.
- 1958 — De l'influence des matières organiques sur la nature et l'abondance du plancton. *Ann. Stat. Centr. d'Hydrob. appl.* 7 : 253-267.
- 1960 — Écologie des Cyanophycées d'eau douce. Antibiose chez les Algues. *Rev. Cytol. Biol. vég.*, 22, 1 : 183-188.
- 1963 — Sur la sécrétion par certaines Cyanophycées de substances stimulant la multiplication cellulaire. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 256 : 254-256 (en coll. avec G. Laporte et O. Flandre).
- 1964 — Sur les microorganismes envahissant les peintures rupestres de la grotte préhistorique de Lascaux. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 258 : 5116-5118 (en coll. avec G. Laporte et J. Bauer).
- 1964 — Sur la décontamination bactérienne et algale de la grotte de Lascaux. *C. R. Ac. Sc. Paris*, 258 : 6576-6578 (en coll. avec J. Pochon, G. Laporte et M. A. Chalvignac).
- 1965 — Cyano-stimulines et cicatrisation. *Colloques C.N.R.S.* n° 145 : 217-227 (en coll. avec G. Laporte et O. Flandre).
- 1964 — Extracellular products of Algae. In «Algae and man», Plenum Pr. N. Y., Ed. D. F. Jackson : 337-367.
- 1969 — The «Maladie verte» of Lascaux. *Stud. Speleol.*, 2, 1 : 35-44 (en coll. avec G. Laporte).
- 1971 — Auto-, hétéroantagonisme et autres conséquences des excréments d'algues d'eau douce ou thermale. *Mitt. inter. Ver. Limnol.*, 19 : 26-38 (en coll. avec M. Tassigny).
- 1974 — Substances biologiquement actives d'origine algale et phycothérapie. *Annls. Thérap. psychiatr.*, 5 : 193-200.

LES DIATOMÉES HOLOCÈNES D'UNE TOURBIÈRE (4040 m) D'UNE MONTAGNE ÉTHIOPIENNE : LE MONT BADDA

F. GASSE*

RÉSUMÉ. — Les diatomées contenues dans trois mètres de sédiments, prélevés, par carottage, au centre d'une tourbière actuelle, sont ici étudiées. Cette tourbière se situe à 4040 m d'altitude sur le flanc Est du Mont Badda (Éthiopie). Les sédiments sont datés, au ^{14}C , de 11 500 ans B. P. à l'Actuel. Ils ont été analysés tous les 6 ou 7 cm.

La première partie de cet article est une étude systématique de la flore. Après quelques remarques taxonomiques et la description de quelques espèces, variétés ou formes considérées comme nouvelles, la liste générale des diatomées rencontrées est présentée. Elle montre la richesse floristique des milieux tourbeux des très hautes montagnes éthiopiennes puisque 274 taxons ont été inventoriés.

Dans la deuxième partie, les associations successives de diatomées sont mises en évidence. Deux groupements alternent régulièrement. Le premier (groupement à *Melosira distans*, *Eunotia*, *Pinnularia* et *Diploneis*) indique des conditions humides, acides et oligotrophes. Les échantillons correspondants sont très pauvres en diatomées. Le deuxième (groupement à *Fragilaria* dominants) reflète un milieu franchement aquatique, alcalin et plus riche en matière organique. Les diatomées sont alors abondantes et la flore très diversifiée.

En conclusion, le caractère cyclique de l'évolution de la tourbière est souligné. Il pourrait être déterminé par une alternance de phases climatiques sèches et de périodes plus ou moins humides. Cette étude complète et précise les données antérieurement connues sur l'évolution des paléoenvironnements holocènes en Afrique de l'Est. En particulier, elle fait clairement apparaître une périodicité de 400-450 ans à l'Holocène supérieur, peut-être liée à des fluctuations cycliques de la pluviosité régionale.

SUMMARY. — The diatoms in this study came from a 3 meters long core taken from the center of an actual peat-bog. This peat-bog is situated at 4040 meters, on the east side of the Badda Mountain in Ethiopia. The sediments are dated, by the ^{14}C method, as 11,500 years old. The samples were taken from the core at every 6 or 7 cm.

The first part of this article is a systematic study of the flora. After several taxonomic remarks and a description of several species, varieties and forms which are considered as new, a general list of diatoms found in the sediments is presented. It shows the rich floristic composition of the peat-bog environment from the very high Ethiopian mountains since 274 taxa are identified.

In the second part, the successive associations of diatoms are shown: two groups alternate regularly. The first group (*Melosira distans*, *Eunotia*, *Pinnularia* and *Diploneis*) indicates humid, acid and oligotrophic conditions; the corresponding samples are very poor in diatoms. The second group (dominant in *Fragilaria*) reflects the alkalinity of the aquatic envi-

* École Normale Supérieure, 92260 Fontenay-aux-Roses, France.

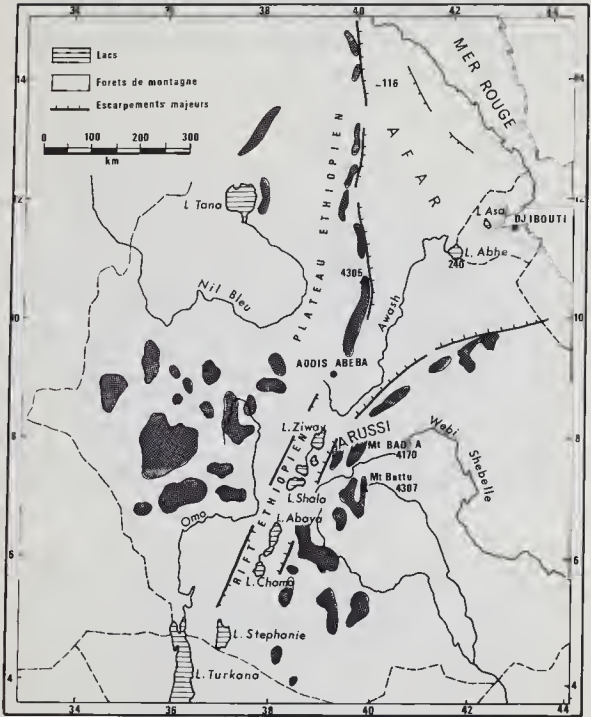


Fig. 1

ments in the east Africa. It shows clearly a 400-450 years long recurring phenomenon during the upper Holocene : this is perhaps related to cyclic fluctuations in regional rainfall.

INTRODUCTION

Le Mont Badda, situé au centre de l'Éthiopie (8° de latitude N, $39^{\circ}30'$ de longitude Est) est le point culminant du massif montagneux d'Arussi (fig. 1). C'est un volcan basaltique dont le sommet atteint 4170 m, et qui domine le Rift Éthiopien (à l'Ouest), la vallée de la rivière Awash (au Nord), et celle de Webi Shebelle (au Sud-Est).

Les sédiments ici étudiés proviennent d'une carotte de 3 m de profondeur prélevée (*), à l'altitude 4040 m, au centre d'une petite tourbière bombée à Sphaignes. Cette tourbière occupe le fond d'un ancien cirque glaciaire, fonctionnel au cours du Pléistocène supérieur, et situé sur le flanc Est du Mont-Badda.

L'étude des diatomées de la carotte du Mont Badda permet de reconstituer avec précision l'évolution écologique du milieu pour la période postglaciaire, puisque les dépôts ici analysés sont datés au ^{14}C de 11 500 à 0 ans B. P. (Before Present).

Les résultats complètent les données sur les fluctuations holocènes de l'environnement en Éthiopie, jusqu'à présent établies à partir des diatomées pour des régions de plus basse altitude, en particulier le Rift Éthiopien (DESCOURTIEUX, comm. pers.) et l'Afar (GASSE, 1975, 1977a, 1977b). Ils fournissent de plus le premier diagramme diatomologique effectué en très haute montagne africaine.

Par ailleurs, en Éthiopie, les flores de diatomées actuelles n'ont été étudiées, jusqu'alors, que pour quelques milieux d'altitude modérée ou faible. Citons les travaux très incomplets sur le lac Tana (1830 m) (BRUNELLI et CANNICCI 1940; GASSE, 1975), les lacs du Main Rift Éthiopien (1600-1500 m) (ZANON, 1941; GASSE, 1975), et sur quelques lacs et sources thermales de la dépression désertique de l'Afar (400 m - 150 m) (GASSE, 1975). A l'échelle du continent africain, les analyses de flores de haute montagne sont encore très peu nombreuses (ZANON, 1938; HUSTEDT, 1949; CHOLNOKY, 1960, 1964; RICHARDSON, 1968, 1969). L'étude des diatomées subactuelles du Mont Badda présente donc un intérêt biogéographique en contribuant à la connaissance de la flore africaine.

Matériel étudié et analyses effectuées

Les 3 m de sédiments étudiés présentent un aspect homogène du bas en haut

* Prélèvement effectué par A. Street, Département de Géographie, Université d'Oxford.

de la carotte. Il s'agit d'une boue tourbeuse noirâtre assez bien décomposée. Ces sédiments tendres, encore riches en eau, reposaient sur un niveau très résistant qui n'a pas pu être pénétré par le carottier.

- Ages ^{14}C et vitesse de sédimentation

Cinq âges ^{14}C ont été mesurés sur matière organique par G. DELIBRIAS (C.N.R.S. - C.E.A., Gif-sur-Yvette). Les résultats sont mentionnés graphiquement sur la figure 2. La base de la carotte est datée de $11\,500 \pm 200$ ans B. P. Les sédiments représentent donc le Pléistocène tout à fait supérieur, et la totalité de la période Holocène. La vitesse de sédimentation apparente est irrégulière puisque le taux calculé est de $0,13$ mm/an entre 300 cm et 191 cm, et de $0,5$ mm/an entre 191 cm et la surface. Cette discontinuité se situerait vers $3\,450$ ans B. P., âge mesuré pour la tranche de sédiment 183 - 200 cm.

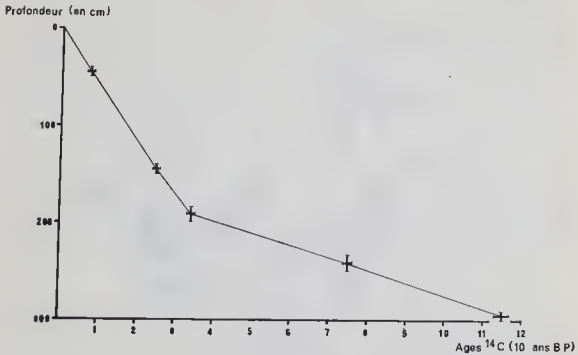


Fig. 2

- Analyse des diatomées

Les diatomées de la carotte du Mont Badda ont été étudiées sur 48 échantillons représentant chacun 1 cm de sédiment et prélevé tous les 6 ou 7 cm.

Pour chacun de ces échantillons, l'inventaire des taxons présents a été établi. La teneur des sédiments en diatomées a été mesurée en nombre de valves par mg de sédiment sec. Les fréquences relatives des différents taxons ont été calculées après comptage de $1\,000$ valves, excepté pour les niveaux où les frustules sont trop altérés pour que les comptages soient significatifs.

- Les autres microfossiles

Les kystes de Chrysophycées et les phytolithaires sont parfois abondants, et

leur fréquence a été évaluée parallèlement à celle des diatomées. Par ailleurs, une étude palynologique détaillée a été effectuée par HAMILTON (1977). La confrontation des résultats palynologiques et diatomiques sera présentée dans un autre ouvrage.

I. INVENTAIRE DES DIATOMÉES RENCONTRÉES

La flore de diatomées est dans son ensemble assez diversifiée puisque 274 taxons ont été inventoriés. Chaque niveau ne contient pas plus de 90 taxons, mais le stock floristique peut changer presque totalement entre deux échantillons superposés.

A. REMARQUES TAXONOMIQUES

Quelques formes de diatomées sont d'identification critique, et leur position taxonomique doit être discutée. Trois espèces, deux variétés et trois formes nouvelles ont été créées.

- *Cymbella* af. *naviculoïdes* Hust. (Pl. IX, fig. 26)

Les spécimens sont identiques à ceux que présentent SERVANT-VILDARY (1977, pl. III-2, fig. 1) sous le nom de *C. naviculoïdes* Hust., parmi les formes dites «psychrophiles» du bassin du Tchad. Cette espèce observée au Tchad et au Mont Badda diffère cependant de *C. naviculoides* par ses stries non convergentes vers les pôles, et plus écartées dans la partie médiane.

- *Diploneis petersteni* Hust. (Pl. IV, fig. 5 à 8)

Longueur : 13,5-26 μm ; largeur : 6,5-7,5 μm ; 22 stries en 10 μm dans la partie centrale, 25 vers les pôles.

Par sa longueur et le nombre de ses stries, ce *Diploneis* paraît intermédiaire entre *D. petersteni* et *D. marginestriata*. Toutefois, *D. marginestriata* type (longueur : 25-30 μm , largeur 9-10 μm , 19-20 stries en 10 μm) a été trouvé dans les mêmes échantillons. L'espèce ici décrite, toujours plus étroite et plus délicate, a donc été rattachée à *D. petersteni*.

- *Fragilaria hungarica* var. *tumida* A. Cleve (Pl. II, fig. 4)

Longueur : 20-28 μm ; largeur : 9-11,5 μm ; 17-19 stries en 10 μm .

- *Fragilaria* sp. af. *hungarica* var. *tumida* A. Cleve (Pl. II, fig. 5).

Longueur : 12-16 μm ; largeur : 9-10 μm ; 15-16 stries en 10 μm .

Par son pseudoraphé linéaire très étroit et ses dents marginales très nettes, cette espèce est très proche de *F. hungarica* var. *tumida*. Elle s'en sépare par ses

stries moins serrées qui la rapprochent de *F. construens* (Ehr.) Grün. L'espèce est très voisine d'un *Fragilaria* décrit par RENBERG (1976, p. 226, pl. 2, fig. 7) sous le nom de *Fragilaria* sp. a.

- *Fragilaria zeilleri* Héribaud var. *africana* nov. var. (Pl. II, fig. II).

Longueur : 10-40 μm ; largeur : 5,5-7 μm ; 11-12 stries en 10 μm , très nettement ponctuées.

Ce *Fragilaria* est voisin de *F. cerealis* (Cholnoky, 1959, p. 26, fig. 154). Il s'en sépare par la forme de sa valve à bords parallèles dans la partie centrale, la forme de son pseudoraphé bacillaire, et ses pores non allongés selon l'axe transapical. Ce *Fragilaria* a été rattaché à *F. zeilleri*, décrit par HÉRIBAUD (1903, p. 26, pl. X, fig. 9) dans les dépôts du Massif Central français. Il en diffère toutefois par sa taille toujours plus faible et ses extrémités très arrondies, d'où la création de la variété *africana*.

- *Gomphonema bohemicum* ? Reichelt et Fricke (Pl. XI, fig. 1 à 3).

Longueur : 30-34 μm ; largeur : 4,5-5,5 μm ; 10-12 stries en 10 μm .

En vue valvaire, hétéropolarité très peu marquée, valve subrostrée, aspect parois légèrement cymbelliforme. Aire centrale nettement asymétrique. Présence d'un stigma. En vue connective, contour faiblement cunéiforme.

- *Gomphonema streetii* nov. sp. (Pl. X, fig. 7 à 9).

Valve nettement hétéropolaire, lancéolée claviforme, à extrémités apicales légèrement rostrées, à rostris arrondis. Longueur : 20-25 μm ; largeur 4,5-5,5 μm . Aire axiale linéaire étroite. Aire centrale peu développée, faiblement asymétrique. Présence d'un stigma souvent peu distinct de la strie médiane. Stries transapicales subparallèles, très finement ponctuées, 15-16 en 10 μm .

Valva satis heteropola lanceolata claviforma, parvis rostris paulum rotundatis. 20-25 μm longa, 4,5-5,5 μm lata. Area axialis linearis angusta. Area centralis parva, paulum asymetrica. Cum stigma cum media stria saepe confuso. Transapicales striae quasi parallelae, satis manifesto punctatae, 15-16 in 10 μm .

Lame de référence : coll. Gasse, ENS Fontenay, lame MB 102-103.

Localité : Mont Badda (Éthiopie, dépôts tourbeux holocènes).

- *Melosira distans* (Ehr.) Kütz. (Pl. I, fig. 12 à 19).

Diamètre : 9-11 μm ; hauteur de la valve : 3,5-5,5 μm ; 13 rangées de pores en 10 μm , parallèles ou légèrement spiralées.

En vue connective, les spécimens observés répondent tout à fait à la description du type (HUSTEDT, 1927-1966, I, p. 263, fig. 110 a-c). Toutefois, le disque valvaire en diffère par l'absence de pores distincts dans sa partie centrale. Ce disque valvaire est par contre tout à fait comparable à celui de *M. excurrens* Nygaard (1956, p. 72, pl. 1, fig. 10-11 et pl. 3, fig. 1-4). (RENBERG, 1976, p. 126, pl. 4, fig. 1 a-h et i-k).

- *Melosira granulata* Ralfs forma *inermis* nov. f. (Pl. I, fig. 1 à 9)

Diamètre : 8-16 μm ; hauteur de la valve : 13-17 μm ; 9-10 rangées de pores en 10 μm ; 8 pores en 10 μm quadrangulaires ou légèrement arrondis. Existence, sur certaines valves, de processus spiralés, structure interne décrite chez plusieurs *Melosira* africains (GASSE, 1975).

Les spécimens répondent bien à la description de *M. granulata* status α (HUSTEDT, 1927-1966, p. 250, fig. 104 a). Cependant, dans les quelques niveaux où cette diatomée est présente, aucune valve possédant des épines hétéromorphes, caractéristiques de *M. granulata*, n'a été rencontrée, bien que sa fréquence relative atteigne 15% et que plusieurs milliers d'individus aient été observés. Les spécimens présentant des épines hétéromorphes n'existent que dans d'autres niveaux, et appartiennent à plusieurs variétés de *M. granulata* (v. *angustissima*, var. *tubulosa*, var. *valida*).

- *Navicula arenariaeformis* Pant. var. *major* nov. var. (Pl. VI, fig. 1).

Longueur : 75-85 μm ; largeur : 13-14 μm ; 9 stries en 10 μm , nettement ponctuées.

Fréquemment associée à *N. arenariaeformis* type (longueur : 38-45 μm ; largeur : 8,5-10 μm ; 11-12 stries en 10 μm), cette variété en diffère par sa grande taille. Il n'existe pas de spécimens de taille intermédiaire.

- *Navicula afroalpina* nov. sp. (Pl. V, fig. 15-16).

Valve à contour bacillaire, légèrement étranglée en son milieu. Longueur : 12-13 μm , largeur : 3-4 μm . Stries non distinctes en microscopie optique. Raphé à branches assez courtes, légèrement courbes. Aire centrale peu développée.

Valva lineari-elliptica, paulum contracta in media parte. 12-13 μm longa, 3-4 μm lata. Striae transapicales non aspicabiles microscopia optica. Raphe cum duabus partibus satis brevibus, paulum curvatis. Area axialis parva.

Lame de référence : coll. Gasse: ENS Fontenay. Lambe MB 42-43.

Localité : Mont Badda (Éthiopie), dépôts tourbeux holocènes.

- *Navicula gastrum* Ehr. (Pl. VII, fig. 2).

Longueur : 35-40 μm . Largeur : 14-17 μm ; 10 stries en 10 μm .

Stries de longueur irrégulière de part et d'autre de l'aire centrale. Les spécimens répondent à la description de HUSTEDT (1930, p. 304, fig. 534).

- *Navicula gastrum* Ehr. forma *minor* nov. f. (Pl. IX, fig. 1 à 4).

Longueur : 21-30 μm ; largeur : 8,5-10 μm ; 11-12 stries en 10 μm .

Les spécimens se distinguent nettement de *N. gastrum* type par leur taille nettement inférieure, les stries plus serrées et très courtes dans la partie médiane, libérant une aire centrale large. Leur allure souvent cymbelliforme (raphé courbe) les rapprochent de *N. amphibola*, de taille très supérieure. Ils sont par contre

similaires aux illustrations de Van HEURCK (1880-1885, p. 87, fig. 25) et de Van LANDINGHAM (1964, p. 34, pl. 43-44) pour *N. gastrum*. Dans les échantillons du Mont Badda, ce *Navicula* se rencontre dans les niveaux riches en formes aérophiles et acidophiles. Il n'est jamais associé à *N. gastrum* type décrit ci-dessus, qui ne s'observe que dans les échantillons à flore alcaliphile. Aucun stade intermédiaire entre ces deux types morphologiques, d'écologie différente, n'a été observé.

- *Navicula baddensis* nov. sp. (Pl. V, fig. 14).

Valve linéaire lancéolée à extrémités arrondies. Contour souvent un peu irrégulier. Longueur : 14-16 μm ; largeur : 3,5 μm . Stries transapicales non visibles en microscopie optique. Raphé très légèrement courbe, à branches courtes. Aire axiale très étroite non élargie dans la partie médiane.

Valva linearis lanceolata apicibus rotundatis, 14-16 μm longa, 3,5 μm lata. Valvae lineamentum saepe paulum inaequale. Striae transapicales non aspictabiles microscopia optica. Raphe paululum curvatus cum brevibus partibus. Axialis area angustissima quae in media parte non lata fit.

Lame de référence : coll. Gasse. ENS Fontenay. Lambe MB 7-8.

Localité : Mont Badda (Éthiopie), dépôts tourbeux holocènes.

Cette espèce est voisine de certaines espèces aérophiles de la section des *Naviculae subtilissimae* décrites par HUSTEDT (1927-1960) telles que *N. indifferens* et *N. difficilimoïdes*. Elle en diffère par sa taille plus grande et sa forme lancéolée. Elle est également proche de *N. mollissima* Hust., de la section des *Naviculae minusculae*, mais la longueur du raphé, le développement du nodule central et l'absence de fissure terminale l'en distinguent.

- *Navicula schönfeldii* Hust. forma *rostrata* nov. f. (Pl. V, fig. 24).

Longueur : 13-17 μm ; largeur : 5,5-6 μm ; 15 stries en 10 μm .

Diffère de l'espèce par la forme de la valve non parfaitement elliptique, à extrémités légèrement rostrées.

B. LISTE GÉNÉRALE DES DIATOMÉES RENCONTRÉES

1. Inventaire taxonomique

La liste des taxons rencontrés est présentée sur le tableau I dans lequel sont mentionnés, en deuxième colonne, les ouvrages utilisés comme référence pour l'identification de chaque espèce. La taxonomie a été révisée à partir des travaux de MILLS (1933-1935) et Van LANDINGHAM (1967-1975).

2. Autoécologie

Quelques remarques ont été faites sur l'écologie de chaque espèce, lorsque celle-ci est connue, dans le tableau I. Les références bibliographiques correspon-

dantes sont indiquées dans la légende du tableau I.

II. LES ASSOCIATIONS SUCCESSIVES DE DIATOMÉES, LEUR SIGNIFICATION ÉCOLOGIQUE

La succession des associations de diatomées observées dans les sédiments de la carotte du Mont Badda permet de suivre les fluctuations écologiques du biotope.

A. MISE EN ÉVIDENCE DE DEUX GROUPEMENTS DE DIATOMÉES

1. Les fluctuations de la teneur en diatomées

Cette teneur est très fluctuante puisqu'elle oscille entre 75 et $1,3 \cdot 10^6$ valves/mg (Tab. IV, courbe 1). La courbe présente un figuré «en dents de scie» avec des pics positifs très nets et très étroits aux niveaux (en cm) : 276-277, 251-252, 226-227, 201-202, 102-103, 76-77, 26-27 et 1-2, où la teneur dépasse 10^5 valves/mg. Nous verrons que ces niveaux contiennent des associations de diatomées totalement différentes de celles des niveaux intermédiaires, pour lesquels la teneur est toujours nettement plus faible. Il faut cependant noter que cette courbe ne reflète pas rigoureusement les fluctuations de la productivité en diatomées du milieu. En effet, alors que, dans les échantillons correspondant aux pics, les frustules sont en général très bien conservés, ils sont toujours partiellement dissous dans les niveaux intermédiaires. Cette dissolution, responsable de la sélection des espèces les plus résistantes, paraît minime dans la partie supérieure de la carotte, mais croît vers la base, où seules les espèces à frustules très robustes ont persisté. Certains niveaux sont même pratiquement dépourvus de diatomées (176-177, 238-239), mais les quelques fragments présents indiquent que cette absence n'est que secondaire.

On remarque par ailleurs que la teneur en kystes de Chrysophycées varie en sens inverse de celle des diatomées et s'annule totalement en face des pics de diatomées (Tabl. IV, courbe 18).

2. Répartition verticale des espèces

L'analyse comparée des 48 échantillons de la carotte fait apparaître les faits suivants :

- les échantillons riches en frustules de diatomées, cités ci-dessus, se distinguent par la présence de 103 taxons, absents ou très rares dans les niveaux intermédiaires. La répartition verticale de ces 103 taxons caractéristiques est représentée graphiquement sur le tableau II.
- les échantillons intermédiaires se caractérisent par la présence de 86 taxons absents dans les niveaux riches en diatomées, et dont la répartition verticale figure sur le tableau III.
- 85 taxons se rencontrent indifféremment dans les deux groupes d'échantil-

lons. Leur fréquence est toujours faible et ne présente pas de changement important. Leur liste est incluse dans le tableau I.

3. Recherche des facteurs écologiques déterminants

Afin de préciser le sens et l'importance des changements enregistrés dans la carotte, les espèces rencontrées ont été regroupées en classes, en fonction de leurs exigences ou de leurs préférences écologiques connues par la littérature (Tab. I). Les courbes construites sur le tableau IV illustrent ainsi le rôle des fluctuations de quelques facteurs sur les changements floristiques.*

a. Importance des fluctuations de pH (Tab. IV, courbes 4 et 5, 11 et 12, 17)

La variation des paramètres suivants a été représentée :

- nombre de formes acidophiles (courbe 4);
- fréquence relative totale des acidophiles (courbe 5);
- nombre de formes alcalibiontes et alcaliphiles (courbe 11);
- fréquence relative totale des alcalibiontes et alcaliphiles (courbe 12).

Cette courbe 12 intègre en fait 3 données : la fréquence relative des alcalibiontes affectées d'un coefficient 5, la fréquence relative des alcaliphiles exceptées *Diploneis pseudoovalis* et *D. smithi*, la fréquence totale de *D. pseudoovalis* et *D. smithi*. Ces deux espèces, aux frustules très résistants, ont été séparées en raison de leur surreprésentation liée aux phénomènes de dissolution sélective des espèces.

Les variations de pH du milieu apparaissent clairement sur les courbes 4, 5, 11 et 12. Il a de plus été tenté de synthétiser ces observations par une courbe unique. Vues les ressemblances entre la flore holocène des sédiments du Mont Bad-da et les flores des régions nordiques, les données relatives aux milieux de très hautes latitudes semblent applicables ici, avec prudence cependant. MERILAINEN (1967) établit une équation permettant de calculer le pH du milieu à partir des flores de diatomées actuelles de 12 lacs finlandais :

$$\text{pH} = \frac{7,16 - \text{Log Indice } \alpha}{1,08}$$

où Indice α est un indice défini par NYGAARD (1956) :

$$\text{Indice } \alpha = \frac{\text{«unités acides»}}{\text{«unités alcalines»}}$$

«unités acides» = (fréquence relative des acidophiles) + 5 (fréquence relative des acidobiontes).

«unités alcalines» = (fréquence relative des alcaliphiles) + 5 (fréquence relative des alcalibiontes).

La courbe 17 a été construite en appliquant cette formule. Manquant de données écologiques pour les lacs alpins africains, les valeurs de pH mentionnées en abscisse ne sont bien sûr qu'indicatrices et relatives, mais le sens et l'importance des fluctuations sont certainement significatifs.

* Les tableaux II, III et IV figurent sur le dépliant situé sur la p. 3 de la couverture.

b. Importance des fluctuations de la salinité totale (Tab. IV, courbes 9 et 10)

Les variations de la teneur en sels minéraux se traduisent par les paramètres ci-dessous :

- nombre de formes halophiles et euhalobes (courbe 9)
- fréquence relative totale des halophiles et des euhalobes (courbe 10).

c. Importance des changements de profondeur des eaux (Tab. IV, courbes 5-6 et 13-14)

Les fluctuations des valeurs suivantes ont été figurées :

- nombre des formes aérophiles (terrestres facultatives) (courbe 5)
- fréquence relative totale des aérophiles (courbe 6)
- nombre de formes tychoplanctoniques et euplanctoniques (courbe 7)
- fréquence relative totale des tychoplanctoniques ajoutée à 5 fois la fréquence totale des euplanctoniques (courbe 8).

d. Rôle de la température (Tab. IV, courbes 7-8 et 15-16)

Les courbes suivantes sont représentées :

- nombre des formes dites « alpines » ou « nordiques », considérées comme « sténothermes d'eau froide » (courbe 7)
- fréquence relative totale des « sténothermes d'eau froide » (courbe 8)
- nombre de formes considérées comme « thermophiles » (courbe 15)
- fréquence relative totale des « thermophiles » (courbe 16).

e. Conclusions

L'ensemble des résultats présentés sur les tableaux II à IV fait très clairement apparaître deux groupes d'échantillons fondamentalement différents au point de vue floristique et écologique. Ces deux groupes d'échantillons correspondent à deux types d'associations de diatomées, traduisant de fréquents changements du biotope depuis 11 500 ans B. P. jusqu'à l'époque actuelle.

B. LE GROUPEMENT ACIDOPHILE A *MELOSIRA DISTANS*, *EUNOTIA*, *PINNULARIA* ET *DIPLONEIS*

Ce groupement est le plus largement représenté puisqu'il se rencontre dans 36 échantillons et s'observe dans les tranches de sédiments suivantes (en cm) : 298-282, 270-257, 245-232, 220-207, 195-157, 145-132, 120-107, 95-82, 71-57, 45-32, 20-7.

1. Teneur en diatomées

Elle est faible à très faible ($1,9 \cdot 10^5$ à 75 valves/mg). Les diatomées sont toujours très altérées. Les traces de dissolution sont faibles dans les 50 cm supérieurs : les espèces les plus robustes sont intactes et les formes à frustule très délicat sont nombreuses. Le nombre de taxons rencontrés est d'ailleurs très

élevé (en particulier pour les niveaux 13-14 et 38-39 cm) (Tab. IV, courbe 2). Les traces de dissolution croissent vers le bas et sont très nettes à partir de 182-183 cm, à l'exception des 2 échantillons de base (297-298, 294-295 cm). Cette dissolution atteint d'abord les petites espèces qui tendent à disparaître et seules les formes robustes se retrouvent, elles-mêmes souvent très altérées. Les comptes donnent alors en fait une idée très fautive de l'association originelle. Les grosses espèces, telles que *Diploneis smithii*, *D. pseudoovalis*, plusieurs grands *Pinnularia* (*P. viridis*, *P. cardinalis*), quelques *Eunotia* paraissent surreprésentées. Cette dissolution sélective est sans doute en partie responsable de la faible teneur en diatomées et du petit nombre de taxons rencontrés dans la plupart de ces niveaux.

2. Les espèces caractéristiques (Tab. II)

Les 86 taxons caractéristiques de ce groupement appartiennent à 11 genres dont les mieux représentés sont *Pinnularia* (28), *Eunotia* (21), *Navicula* (16), *Cymbella* (7), *Diploneis* (5).

Les espèces abondantes (dont le pourcentage est $\geq 10\%$ au moins dans certains niveaux) sont : *Melosira distans*, *Diploneis smithii*, *D. pseudoovalis*, *D. elliptica*.

Les espèces présentes dans plus de 50% des échantillons sont (par ordre de coefficient de présence) : *Melosira distans*, *Diploneis smithii*, *D. pseudoovalis*, *D. elliptica*, *Eunotia praerupta* v. *bidens*, *E. valida*, *Pinnularia viridis*, *P. subcapitata*, *P. lineolata*, *N. gastrum* f. *minor*, *Eunotia wumbae*, *Campylodiscus noricus*, *Stauroneis acuta*, *Eunotia pectinalis*, sa variété *minor*, *Navicula tantula*, *Pinnularia lata*, *Navicula perpusilla*.

3. Acidité et oligotrophie du milieu

Un grand nombre des espèces caractéristiques de ce groupement sont acidophiles et oligotrophes (Tab. I). C'est en particulier le cas de la plupart des *Eunotia* et des *Pinnularia*, très diversifiés. Les indifférentes au pH sont également abondantes. Cependant *Diploneis smithii* et *D. pseudoovalis* seraient alcaliphiles (CHOLNOKY, 1968), ainsi que *D. elliptica* (FOGED, 1964). L'abondance de ces formes alcaliphiles est surprenante, parmi ce stock floristique qui est par ailleurs typiquement acidophile. Il faut toutefois rappeler que ces espèces à frustules très robustes sont surreprésentées dans les sédiments du fait de la dissolution des autres espèces plus fragiles. Les pourcentages les plus élevés pour ces espèces se situent d'ailleurs dans la partie inférieure de la carotte. Ils sont modérés à faibles dans les 50 cm supérieurs. Afin de juger de l'importance de ces phénomènes de dissolution sélective dans les interprétations écologiques, les valeurs de pH présentées sur la courbe (Tab. IV) ont été calculées d'une part en intégrant ces espèces dans le groupe des «unités alcalines» (courbe a), d'autre part en les excluant du calcul (courbe b). On constate que le sens des fluctuations est le même dans les deux cas, et la valeur de pH calculée paraît toujours, pour ces niveaux, nettement inférieure à 7.

4. Salinité du milieu

La majorité des espèces sont oligohalobes, et on observe même un grand nombre d'espèces halophobes. C'est le cas de nombreux *Eunotia* (en particulier *E. praerupta* v. *bidens*, *E. valida*, subconstants et souvent abondants), *Meridion circulare* (constant), *Pinnularia lata* v. *thuringiana* ..

Toutefois, deux des formes les plus abondantes, *Diploneis smithii* et *D. pseudovalis*, vivent habituellement dans des eaux concentrées en sels minéraux. Le développement de ces espèces pose le même problème vis-à-vis de la salinité que vis-à-vis du pH : leur abondance semble contredire les conclusions que l'on pourrait déduire du reste du groupement. Il paraît difficile d'imaginer le développement synchrone de ces *Diploneis* euhalobes et alcaliphiles, et de *Melosira distans*, *Pinnularia* et *Eunotia*, oligohalobes à halophobes et acidophiles. Il semble plus vraisemblable d'envisager des successions d'associations, dues à des oscillations trop brèves pour être décelées ici. En effet, les échantillons n'ayant été analysés que tous les 6 cm (soit tous les 150 ans environ pour l'Holocène supérieur, tous les 650 ans pour l'Holocène inférieur et moyen), les événements intervenant à l'échelle de quelques dizaines d'années, de l'année ou de la saison passent inaperçus.

5. Développement des aérophiles

Les formes planctoniques sont généralement absentes. On observe tout au plus une ou deux formes euplanctoniques dans chaque échantillon et leurs fréquences sont toujours minimales. Les tychoplanctoniques sont également faiblement représentées. Dans la partie supérieure de la carotte (0-50 cm), la fréquence totale des *Fragilaria* n'excède pas 17%, alors qu'elle atteint 95-98% pour les échantillons de l'autre groupe.

Le groupement acidophile est par contre caractérisé par le développement des espèces aérophiles capables de croître dans un milieu seulement humide, et non nécessairement dans un milieu franchement aquatique. La relation entre le développement des formes aérophiles et le développement des formes acidophiles apparaît clairement sur les courbes 3 à 6 du tableau IV. Parmi les espèces aérophiles les plus constantes et les plus abondantes dans l'association, on peut citer *Diploneis petersteni*, divers *Eunotia* (*E. pectinalis* v. *minor*, *E. valida*), *Navicula hambergii*, *N. lapidosa*, *N. minuscula*, *N. perpusilla*, *N. vaucheriae*, *N. tantula*, *Pinnularia borealis*, *Hantzschia amphioxys*...

6. Abondance des formes «alpines» et «nordiques»

Comme le montrent les courbes 7 et 8 (Tab. IV), le développement des formes généralement considérées comme «sténothermes d'eau froide» est grossièrement parallèle à celui des acidophiles et des aérophiles.

Il est intéressant de souligner que le pourcentage des «formes d'eau froide» est à peu près identique dans les niveaux inférieurs de la carotte (entre 11 500 et 19 000 ans B. P.) et dans la partie correspondant à l'Holocène supérieur (3 000

à 0 ans B. P.). Une telle observation confirmerait le fait qu'en Afrique orientale, le réchauffement post-glaciaire a été précoce et que des conditions de température proches des actuelles étaient déjà rétablies vers 11 500 ans B. P.

Toutefois, les conclusions concernant les paléotempératures ne doivent être proposées qu'avec beaucoup de prudence. En effet, le rôle de la température semble avoir été souvent confondu avec le rôle des facteurs chimiques (et du pH en particulier), car les milieux acides et oligotrophes sont beaucoup plus fréquents en montagne et sous hautes latitudes qu'en régions chaudes. C'est ce que souligne CHOLNOKY (1968), qui pense que les facteurs déterminants sur les associations de diatomées sont avant tout les facteurs chimiques. Cet auteur compare les associations rencontrées dans plusieurs lacs de haute montagne africaine telles que le Ruwenzori (CHOLNOKY, 1954) ou le Kenya (CHOLNOKY, 1960) avec celles des régions subtropicales d'Afrique du Sud (Natal et Transvaal en particulier). Il constate que des associations de diatomées très différentes se rencontrent sous des conditions de température égales. Par contre, des associations très voisines se développent en très haute montagne et en régions subtropicales si le chimisme des eaux est semblable. Ces conclusions sont confirmées par l'étude des diatomées des marais acides du lac Bangweolo (CHOLNOKY, 1970).

Dans le cas de la carotte du Mont-Badda, il paraît difficile d'admettre que les changements de température aient été suffisamment fréquents, brutaux et importants pour entraîner des diminutions aussi nettes des espèces considérées comme «nordiques ou alpines». Comme il en sera encore discuté ultérieurement, les changements d'associations paraissent plutôt attribuables à des changements de pH du biotope, liés à des fluctuations hydrobiologiques.

C. LE GROUPEMENT ALCALIPHILE A *FRAGILARIA* DOMINANTS

Ce groupement se rencontre dans 11 niveaux (en cm : 276-277, 251-252, 226-227, 201-202, 151-152, 126-127, 101-102, 76-77, 51-52, 26-27, 1-2).

1. Teneur en diatomées

A l'exception des niveaux 151-152 et 126-127, où la teneur en diatomées est très faible, les niveaux à *Fragilaria* dominants correspondent à des pics très accentués de la teneur en diatomées. La teneur est multipliée par un facteur de l'ordre de 10^2 ou 10^3 par rapport aux niveaux acidophiles juxtaposés. La teneur en diatomées dépasse 10^6 valves/mg pour les niveaux 102-103, 76-77 et 1-2 cm. Les frustules de diatomées paraissent dans l'ensemble bien conservés dans tous les échantillons à *Fragilaria*.

2. Les caractères floristiques du groupement

Les 103 taxons caractéristiques de ces 11 échantillons (Tab. II) sont totalement absents de l'association acidophile, à l'exception de plusieurs espèces de *Fragilaria* (*F. brevistriata* et ses variétés, *F. construens* et ses variétés, *F. pinnata* et ses variétés, *F. leptostauron* v. *dubia*, *F. inflata*). Nous avons cependant classés

ces espèces parmi les caractéristiques du groupement, étant données leurs fréquences relatives extrêmement élevées par rapport à celles observées dans les niveaux acidophiles.

Ces 103 taxons appartiennent à 18 genres dont les mieux représentés sont *Navicula* (24), *Nitzschia* (22), *Fragilaria* (11), *Cymbella* (7), *Epithemia* (5), *Amphora* (5), *Synedra* (4), *Cocconeis* (4), *Surirella* (4), *Rhopalodia* (4). La dominance appartient toujours aux *Fragilaria*. *F. brevistriata* et sa variété *elliptica*, *F. construens* et sa variété *venter* sont constamment en concurrence et le pourcentage total pour ces quatre formes est souvent voisin de 100.

A partir des autres taxons, il est possible de distinguer deux associations très voisines qui diffèrent par la fréquence relative de quelques espèces constantes, ou par la présence de certaines formes caractéristiques.

a. L'association d'âge Holocène inférieur et moyen

Elle s'observe dans les quatre échantillons inférieurs : 276-277, 251-252, 226-227, 201-202 cm.

Elle se distingue par :

- la fréquence relativement élevée des formes suivantes : *F. zeilleri* v. *africana*, *F. lapponica*, *Amphora ovalis* et ses variétés, *Cymbella mulleri*, *Epithemia intermedia*, *Navicula cryptocephala*, *Navicula cuspidata*, *Navicula arenariaeformis* et v. *major*, *N. radiosa*, *Nitzschia amphibia*, *N. communis*, *N. frustulum* et ses variétés.

- la présence de quelques formes disparaissant dans les niveaux sus-jacents : *Cyclotella meneghiniana*, *Cymbella cistula*, *Rhopalodia gibberula*, *Achnanthes exigua* v. *heterovalvata*, *Navicula grimmei*, *N. pelliculosa*, *N. pygmaea*, *Surirella ovalis*.

b. L'association de trois niveaux d'âge Holocène supérieur

Elle se rencontre dans les échantillons : 126-127, 102-103 et 76-77 cm.

Elle se caractérise par :

- les fréquences relativement élevées des formes suivantes : *Fragilaria pinnata*, *Cocconeis placentula* et sa variété *euglypta*, *Gomphonema intricatum* v. *pumila*, *Synedra rumpens*, *Epithemia zebra*, *Nitzschia recta*, *N. spiculoïdes*.

- la présence de *Melosira granulata* f. *inermis* (dont le pourcentage atteint 15%), *Fragilaria intermedia*, *Synedra parasitica*, *Gomphonema streetii*, *Cymbella helvetica*, *C. microcephala*, *Rhopalodia vermicularis*, *Navicula anglica* v. *signata*, *N. gastrum*, *N. placentula*, *N. platycephala*, *N. hungarica*, *N. zanoni*, *Nitzschia adapta*, *N. pumila*, *N. diserta*, *N. subacicularis*, *Cymatopleura solea* v. *albargiensis* et v. *subconstricta*, *Surirella angustata* v. *constricta*.

c. La flore des autres niveaux (251-252, 52-52, 26-27, 1-2 cm)

La flore est beaucoup moins diversifiée que pour les niveaux précédents et ne contient pas d'espèces particulières.

3. Alcalinité du milieu

La grande majorité des diatomées caractérisant ce groupe de 11 échantillons sont alcaliphiles, et même alcalibiontes (Tab. I). Parmi les alcalibiontes les mieux représentées, on peut citer *Epithemia zebra*, *Rhopalodia gibba*, *Anomoeoneis sphaerophora* et sa v. *sculpta*... La fréquence relative des alcaliphiles et alcalibiontes est toujours très élevée (Tab. IV, courbes 11 et 12). Les acidophiles sont par contre absentes, ou très peu diversifiées et leur pourcentage est toujours minimes (< 5%).

Les valeurs de pH calculées sont toujours nettement supérieures à 7 et les maximums apparaissent en 251-252, 151-152, 76-77 et 51-52 cm. Il ne semble pas que les changements floristiques mineurs observés entre les divers échantillons de ce groupe soient dus au facteur pH.

4. Salinité du milieu

La plupart des espèces de ce groupement sont oligohalobes. On remarque toutefois que les halophobes sont absentes, alors qu'elles étaient abondantes dans le groupement acidophile. On observe par contre l'abondance des formes capables de supporter de fortes variations de pression osmotique. De nombreuses espèces ici présentes vivent indifféremment dans des milieux oligohalins ou mésohalins. C'est en particulier le cas de *Navicula cryptocephala* et ses variétés, *Nitzschia frustulum* et ses variétés, abondantes à l'Holocène inférieur, *Cocconeis pediculus*, *Anomoeoneis sphaerophora*...

L'importance de ces diatomées à écologie très souple vis-à-vis de la salinité traduirait l'existence de biotopes peu stables. Il est possible que des fluctuations saisonnières de pluviosité et d'évaporation aient entraîné des changements fréquents de la teneur des eaux en sels minéraux, mais d'amplitude assez faible pour que les oligohalobes soient toujours nettement dominantes.

5. Profondeur des eaux

La plupart des espèces rencontrées sont épiphytes ou benthiques, mais la présence et l'abondance des formes vivant à l'état planctonique, au moins pendant certaines étapes de leur vie, implique l'existence d'un véritable milieu aquatique, complètement submergé. En effet, les *Fragilaria*, tychoplanctoniques, sont dominants. Les formes euplanctoniques sont toujours présentes et atteignent même parfois des pourcentages élevés.

En tenant compte du mode de vie des espèces, on retrouve les 3 groupes d'échantillons définis par les critères floristiques :

- les échantillons 102-103, 76-77 et, moins nettement 126-127, enregistrent des stades relativement profonds. C'est en effet dans ces échantillons que s'observent la plus grande diversité et les plus fortes fréquences des formes typiquement planctoniques. Celles-ci sont représentées par *Melosira granulata* f. *inermis*, dont la fréquence s'élève à 15% en 102-103, et par différents *Nitzschia* endémiques d'Afrique Centrale ou Orientale, tels que *Nitzschia subacicularis*, *N. spiculoïdes*,

N. adapta... Par ailleurs, on remarque le développement des épiphytes (avec, en particulier, *Cocconeis placentula* et sa variété *euglypta*, *Epithemia zebra*...). Il ne s'agissait pas d'un lac profond mais vraisemblablement d'un étang colonisé par les plantes aquatiques, avec un plan d'eau libre suffisant pour que les planctoniques puissent se développer.

- les échantillons d'âge Holocène inférieur et moyen contiennent peu d'espèces typiquement planctoniques. Toutefois, on sait que, dans de nombreux lacs africains alcalins, de nombreuses formes habituellement benthiques peuvent vivre à l'état planctonique. C'est en particulier le cas de *Nitzschia amphibia*, *N. fonticola*, *N. frustulum* abondants dans ces échantillons, mais dont nous n'avons pas tenu compte dans les courbes 12 et 13 (Tab. IV). Il est donc difficile de comparer la profondeur du milieu avec celle correspondant aux niveaux 102-103 par exemple; l'abondance des épiphytes permet, là aussi, d'imaginer un petit étang riche en plantes aquatiques.

- les échantillons 151-152, 51-52, 26-27 et 1-2, dont les flores sont peu diversifiées, contiennent essentiellement des *Fragilaria*, très peu d'individus benthiques ou épiphytes. Il est probable que ces échantillons, d'ailleurs relativement pauvres en diatomées, ne traduisent que de très faibles remontées du plan d'eau, trop éphémères pour que les plantes aquatiques aient eu le temps de coloniser le milieu.

6. Richesse des eaux en matière organique

Le groupement a un caractère oligotrophe, enregistré entre autre par la dominance de *Fragilaria brevistriata* et de *F. construens*. Cependant, les espèces exigeantes en matières organiques sont assez bien représentées, en particulier pendant les stades riches en épiphytes. En effet, la plupart des *Nitzschia* ici abondants sont hétérotrophes, obligatoires ou facultatifs, vis-à-vis de l'azote. *Melosira granulata*, *Navicula confervacea* colonisent préférentiellement les eaux eutrophes. Les éléments organiques pouvaient être apportés par les eaux de lessivage du bassin versant couvert d'un tapis végétal. De plus, la dégradation, sur place, des hydrophytes, facile dans ce milieu alcalin, pouvait fournir suffisamment de matière organique pour permettre le développement des espèces eutrophes. Cette richesse relative du milieu peut expliquer aussi les teneurs en diatomées très élevées observées pour les niveaux correspondants.

7. La présence de formes dites «thermophiles»

Quelques espèces considérées comme sténothermes d'eau froide se rencontrent dans ce groupement, et en sont même parfois caractéristiques. C'est par exemple le cas de *Cocconeis disculus* ou de *Fragilaria hungarica* v. *tumida*. Dans l'ensemble cependant, les «formes d'eau froide» sont très mal représentées (Tab. IV, courbes 7 et 8). Il existe par contre des espèces dites tropicales, totalement absentes de l'association acidophile. Citons *Cymbella mulleri*, *Navicula confervacea*, *Navicula damasii*, *Navicula mutica* v. *intermedia*, *Nitzschia adapta*, *N. epiphytica*, *N. spiculoides*... La fréquence totale de ces espèces reste toutefois extrêmement faible, mais on constate que leurs pics sont nettement associés

au groupement alcaliphile (Tab. IV, courbes 15 et 16). On peut également noter que ces espèces sont présentes dès la base de la carotte.

A l'inverse des formes «nordiques et alpines», ces formes souvent considérées comme thermophiles correspondent donc aux phases alcalines et relativement riches en matière organique. Mais leur apparition n'est peut-être qu'une conséquence des changements du chimisme des eaux si l'on tient compte des observations de CHOLNOKY (1968).

III. CONCLUSION : Le caractère cyclique de l'évolution du milieu entre 11 500 ans B. P. et l'Actuel.

Les associations de diatomées de la carotte du Mont Badda enregistrent l'alternance de deux types de biotopes qui peuvent être caractérisés schématiquement de la façon suivante :

- des biotopes humides, acides et oligotrophes, se traduisant par une association à *Melosira distans*, *Eunotia*, *Pinnularia*. De brèves augmentations de la salinité et du pH (à l'échelle de la saison, de l'année ou de la dizaine d'années), pouvant être dues à des variations faibles du rapport précipitation/évapotranspiration, auraient entraîné le développement passager de *Diploneis smithii* et *D. pseudoovalis*.

- des biotopes plus franchement aquatiques, alcalins et à tendances mésotropes, sont marqués par des associations à *Fragilaria* dominants.

On remarque que, à l'exception de la tranche de sédiment 188-189 à 169-170 cm (où la rareté des diatomées serait due à leur dissolution secondaire), les «pics alcalins» se retrouvent à intervalles réguliers de 25 cm. Cette rythmicité ne correspond toutefois pas à des intervalles de temps constants puisque la vitesse apparente de sédimentation change brutalement vers 191 cm (soit vers 3 450 ans B. P.). A partir des cinq datations radiométriques effectuées, il est possible de calculer, par extrapolation, l'âge des «pics alcalins» indiqués sur le tableau IV. Ceux-ci se répètent tous les 1 800-2 000 ans environ pendant l'Holocène inférieur et moyen, tous les 400-450 ans environ pendant l'Holocène supérieur.

Il est encore difficile d'interpréter le caractère cyclique de ces variations. Il faut tout d'abord souligner que les diatomées n'ont enregistré que les conditions écologiques tout à fait stationnelles, à l'emplacement même du sondage. Nous manquons totalement de corrélations latérales et il n'est pas possible d'affirmer que les fluctuations ici observées ont été ressenties de façon synchrone sur toute la tourbière étudiée, et à fortiori, sur l'ensemble des tourbières des Monts d'Arussi. Par ailleurs, le dynamisme des tourbières est-africaines n'est pratiquement pas connu. Les interprétations ici proposées s'appuient donc sur les comparaisons avec des tourbières européennes et ne doivent être considérées que comme des hypothèses. Pour chacun des onze cycles observés, on peut imaginer le schéma suivant :

- Stade I : milieu marécageux alcalin

Un plan d'eau, jamais profond, est installé au lieu de prélèvement. Un seul carottage ayant été effectué, il est difficile de préciser si cette étendue d'eau recouvre l'ensemble de la cuvette, ou si elle n'occupe qu'une petite dépression très localisée. Cependant, les flores de diatomées des niveaux 276-277, 251-252, 102-103 et 76-77 cm semblent indiquer des plans d'eau assez vastes vers 10 000, 8 250, 1 750 et 1 300 ans B. P. Ces étangs, ou ces trous d'eau, sont alcalins, et cette alcalinité est vraisemblablement due au lessivage des roches du bassin versant, basaltiques. Les plantes supérieures sont abondantes et leur décomposition assez rapide. Ce milieu est favorable à la vie des diatomées et à leur conservation dans les sédiments.

- Stade II : milieu sec et aride

L'assèchement et l'acidification du milieu sont vraisemblablement causés par des facteurs biotiques. La formation de touradons, énormes touffes de Cypéacées ou de Graminées émergeant de l'eau et fréquentes dans les marais tourbeux, pourrait en être responsable. Le développement des sphaignes, dont la croissance en hauteur entraîne la formation de monticules et le bombement des tourbières, peut également être invoqué. La surface des touradons, comme celle des monticules de sphaignes, est surélevée par rapport à la nappe aquifère. Le substrat où vivent les diatomées n'est plus alimenté en eau que par capillarité et par les pluies locales. Il se trouve ainsi privé de l'apport direct des eaux de drainage, riches en éléments nutritifs. Le milieu s'assèche et s'acidifie : la flore aérophile et acidophile s'installe. Les conditions de sédimentation, acides et oxydantes, sont favorables à la dissolution de l'opale des diatomées.

La base de la carotte, âgée de $11\,500 \pm 200$ ans B. P. correspond à cette image de paléomilieu. On peut ainsi affirmer que les glaciers avaient entièrement disparu du Mont Badda à cette date, ce qui est un fait important pour la paléoclimatologie de l'Afrique de l'Est.

- Le retour au stade I initial

La surface de la tourbière actuelle est très irrégulière. C'est une mosaïque de touffes de plantes supérieures (Cypéacées ?), de petits monticules de sphaignes et de creux humides (STREET, communication orale). La distribution de ces bosses, sèches, et de ces creux, humides, a certainement changé au cours du temps. La dégénérescence des touradons, sous l'effet de leur vieillissement, pourrait expliquer le retour au stade initial, si le niveau du substrat s'abaisse jusqu'à celui de la nappe aquifère. Par ailleurs, si en Europe, la régénération cyclique des tourbières bombées à sphaignes a longtemps été considérée comme un phénomène autonome (Von POST et SERNANDER, 1910), des travaux plus récents contredisent cette théorie. L'évolution des tourbières paraît liée aux variations générales du régime hydrologique : les monticules transgressent pendant les périodes climatiques stables ou sèches, régressent pendant les phases humides (AABY, 1976). Dans la petite tourbière du Mont Badda, la remontée de la nappe aquifère lors des augmentations de la pluviosité a pu entraîner la mise en eau de

toutes les petites dépressions, et même la submersion totale du cirque glaciaire, qui devient alors un étang alimenté par les eaux de drainage. Il paraît ainsi possible que les variations écologiques ici enregistrées soient liées à ces oscillations climatiques. Les stades à flore acidophile et aérophile marqueraient les épisodes climatiquement stables, ou secs. Les «pics alcalins» dateraient les changements de régime hydrologique et le passage à un épisode plus humide. Si cette hypothèse est confirmée par l'étude des tourbières voisines, elle préciserait les données paléoclimatiques connues, pour l'Éthiopie, par l'étude des lacs de plus basse altitude (BUTZER *et al.*, 1972; GASSE, 1975, 1977a; GASSE et STREET, 1977). Elle ferait clairement apparaître une périodicité de 400-450 ans dans les fluctuations de la pluviosité au cours de l'Holocène supérieur (3 500-0 ans B. P.), inconnue, jusqu'à présent, en Afrique orientale.

L'analyse des associations successives de la tourbière du Mont Badda fait donc apparaître une évolution cyclique du biotope entre 11 500 et 0 ans B. P., due à des variations du régime d'alimentation en eau et en matières nutritives (organiques et minérales). Ces variations pourraient être la conséquence des fluctuations climatiques régionales, mais l'hypothèse d'une évolution autonome de la tourbière ne peut cependant pas être exclue pour l'instant. Elle montre par ailleurs la richesse floristique des milieux tourbeux des très hautes montagnes éthiopiennes.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AABY, B., 1976 – Cyclic climatic variations in climate over the past 5,500 yr reflected in raised bogs. *Nature*, 263, 5575 : 281-284.
- BOURRELLY, P. et MANGUIN, E., 1952 – Algues d'eau douce de la Guadeloupe et dépendances, recueillies par la mission P. ALLORGE en 1936 : Ed. Enseig. Sup. Paris : 33-116.
- BRADBURY, J. P., 1975 – Diatom Stratigraphy and Human Settlement in Minnesota. *Geol. Soc. of America*, 171 : 74 p.
- BRUNELLI, G. et CANNICI, G., 1940 – La caratteristica biologica del lago Tana. In *Missioni di Studio al Lago Tana*. Roy. Acad. Ital. de Rome, III, 2ème partie : 70-116.
- BUTZER, K. W., ISAAC, G. L., RICHARDSON, C. and WASHBOURN-KAMAU C., 1972 – Radiocarbon dating in East African Lake levels, *Science*, 1975, (40-27) : 1069-1076.
- CHOLNOKY, B. J., 1955 – Hydrobiologische Untersuchungen in Transvaal I. Vergleichung der herbstlichen Algengemeinschaften in Baytonvlei und Leeufontein. *Hydrobiologia*, 7 : 137-209.
- CHOLNOKY, B. J., 1959 – Neue und seltene Diatomeen aus Afrika. IV : Diatomeen aus der Kaap Provinz. *Osterr. Bot. Zeitschr.*, 106 : 1-69.
- CHOLNOKY, B. J., 1960 – Diatomeen aus einem Teiche am Mt. Kenya in Mittelfrika. *Osterr. Bot. Zeitschr.*, 107 : 351-365.
- CHOLNOKY, B. J., 1964 – Die Diatomeenflora einiger Gewässer der Ruwenzorigebirge in Zentralafrika. *Nova Hedwigia*, 8 : 55-101.
- CHOLNOKY, B. J., 1968 – Die Ökologie der Diatomeen in Binnengewässern. Cramer - Lehre : 1-699.
- CHOLNOKY, B. J., 1970 – Bacillariophyceen aus den Bangweolo-Sümpfen. *Hydrobiologi-*

- cal survey of the Lake Bangweulu, Luapulu River basin. *Cercle Hydrobiologique de Bruxelles*, 5 : 1-71.
- CLEVE-EULER, A., 1951-1955. — Die Diatomeen von Schweden und Finnland. *Kungl. Svenska Vet. Akad. Handlingar*. Fjärde Serien. — 1951 : 2, 1, 163 p., fig. 1-294 (Teil I); 1952 : 3, 3, 153 p., fig. 1318-1583 (Teil V); 1953 : 4, 1, 158 p., fig. 292-483 (Teil II); 1953 : 4, 5, 255 p., fig. 484-970 (Teil III); 1955 : 5, 4, 232 p., fig. 971-1306 (Teil IV).
- FOGED, N., 1964 — Freshwater Diatoms from Spitzbergen. *Tromsø Mus. Skrifter*, 11 : 1-159.
- FOGED, N., 1974 — Freshwater Diatoms in Iceland. *Bibliotheca Phycologica*. Cramer, Vaduz, Bd. 15 : 1-117, 36 pl.
- GASSE, F., 1975 — L'évolution des lacs de l'Afar Central (Éthiopie et T.F.A.I.) du Pléistocène à l'Actuel. Reconstitution des paléomilieus lacustres à partir de l'étude des diatomées. Thèse d'état, Paris, vol. I : 1-390; vol. II : 1-103; vol. III : 1-59.
- GASSE, F., 1977a — Evolution of an intertropical African Lake from 70,000 B. P. to present : Lake Abbé (Ethiopia and T.F.A.I.), *Nature*, 265, 5589 : 42-45.
- GASSE, F., 1977b — Les groupements de diatomées planctoniques : base de la classification des lacs Quaternaires de l'Afar Central (Éthiopie et T.F.A.I.). In *Recherches Françaises sur le Quaternaire*, I N Q U A, 1977, *Suppl. Bull. A F E Q*, 1977-1, 50 : 207-234.
- GASSE, F. and STREET, F. A., 1977 — Late Quaternary lacustrine environment of the northern Rift Valley and Afar region (Ethiopia and T.F.A.I.). *Paleogeog. paleoclimat. paleoecol.*, sous presse.
- HAMILTON, A. C., 1977 — An upper pleistocene pollen diagram from highland Ethiopia. X. I N Q U A Congress, Birmingham. Abstracts : 193.
- HERIBAUD, J., 1903 — Les Diatomées fossiles d'Auvergne. *Lib. Sc. Nat., Paris*. III : 1-155, 4 pl.
- HUBER-PESTALOZZI, G., 1942 — Das Phytoplankton des Süßwassers, Diatomeen unter Mitwirkung von Dr F. HUSTEDT. *Die Binnengewässer*, Bd XVI, 2, Teil 2, Hälfte : I-X : 367-549.
- HUSTEDT, F., 1927-1966 — Die Kieselalgen Deutschlands, Osterreichs und der Schweiz. In Dr L. RABENHORSTS, *Kryptogamen Flora*. Vol. 7, Part 1 : 1-920; Part. 2 : 1-845; Part. 3 : 1-816. Akademische Verlagsgesellschaft, Leipzig.
- HUSTEDT, F., 1930 — Bacillariophyta (Diatomeen). In *Die Süßwasserflora Mitteleuropas*. Hrsg. von PASCHER, Heft 10 : 1-466.
- HUSTEDT, F., 1937-1939 — Systematische und ökologische Untersuchungen über die Diatomeenflora von Java, Bali und Sumatra. *Arch. Hydrobiol.*, Suppl. 15 : 136-177, 187-295, 393-506, 638-720; Suppl. 16 : 1-155, 274-394.
- HUSTEDT, F., 1942 — Süßwasser Diatomeen des indomalayischen Archipels und der Hawaii-Inseln. *Intern. Rev. Hydrobiol.* 42 : 1-252.
- HUSTEDT, F., 1949a — Süßwasser Diatomeen aus dem Albert-National-Park in Belgisch-Kongo. *Expl. du Parc Nat. Albert*. *Miss. H. Dames (1935-36)* 8 : 1-129.
- HUSTEDT, F., 1957 — Die Diatomeenflora des Fluss-Systems der Weser im Gebiet der Hansestadt Bremen. *Abh. Nat. Ver. Bremen* 34, 3 : 18-140.
- JØRGENSEN, E. G., 1948 — Diatom communities in some Danish lakes and ponds. *Kgl. Danske Vidensk. Selsk. Biol. Skr.*, 5, 2.
- KILHAM, P., 1971 — A Hypothesis concerning silica and the freshwater planktonic diatoms. *Limnology and Oceanography*. Vol. 16, n° 1 : 10-18.
- MERILÄINEN, J., 1967 — The diatom flora and the hydrogen-ion concentration of the water. *Ann. Bot. Fennici*, 4 : 51-58.
- MERILÄINEN, J., 1969 — The diatoms of the meromictic lake Valkiajärvi, in the Finnish lake District. A

- lake District. *Ann. Bot. Fennici*, 6 : 77-104.
- MILLS, F. W., 1933-1935 - An index to the genera and species of the Diatomaceae and their synonyms, Part 1 : 1-526 (1933); Part 2 : 527-1444 (1934); Part 3 : 1444-1726 (1935). Wheldon and Wesley. Londres.
- MULLER, O., 1897 - *Rhopalodia*, ein neues Genus der Bacillariaceen. *Engler's Bot. Jahrbücher*, 22 : 54-71.
- MULLER, O., 1905-1911 - Bacillariaceen aus dem Nyassalande und einem benachbarten Gebieten. *Engler's Bot. Jahrbücher*, 1905 : 34 : 9-38 et 256-301; 36 : 137-205; 1911 : 45 : 59-122.
- NYGAARD, G., 1956 - Ancient and recent flora of diatoms and Chrysophyceae in lake Gribso. In K. BERG and I. CLEMENS PETERSEN, Studies on the humic, acid lake Gribso, *Folia limnol. Scand.*, 8 : 32-94, 253-262, 12 pl.
- PATRICK, R. et REIMER, C. W., 1966 - The Diatoms of the United States. Vol. I. *Monographs of the Acad. Nat. Sc. of Philadelphia*, 13 : 1-688.
- RENNBERG, I., 1976 - Palaeolimnological Investigations in Lake Prästsjön. *Early Norrland*, 9 : 113-159.
- RICHARDSON, J. L., 1968 - Diatoms and lake Typology in East and Central Africa. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 53, 2 : 299-338.
- RICHARDSON, J. L., 1969 - Characteristic planktonic diatoms of the lakes of tropical Africa (Addendum to : Diatoms and lake typology in East and Central Africa). *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, 54 : 175-176.
- SCHMIDT, A., 1872-1954 - Atlas der Diatomaceenkunde. Fortgesetzt durch M. SCHMIDT, F. FRICKE, H. HEIDEN, O. MULLER und F. HUSTEDT. O. R. Reisland, Leipzig, pl. 1-480.
- SERVANT-VILDARY, S., 1977 - Évolution des diatomées et paléolimnologie du bassin Tchadien au Cénozoïque supérieur. Thèse, Paris : 1-330.
- SIMONSEN, R., 1962 - Untersuchungen zur Systematik und Ökologie der Boden Diatomeen der westlichen Ostsee. *Int. Rev. Ges. Hydrobiol.*, Syst. Beih. I.
- Van HEURCK, H., 1880-1885 - Synopsis des Diatomées de Belgique. Atlas : 132 pl., texte; 235 P. Anvers.
- Van LANDINGHAM, S. L., 1964 - Miocene non-marine Diatoms from the Yakima Region in South Central Washington. *Nova Hedwigia*, 14 : 1-78, 56 pl.
- Van LANDINGHAM, S. L., 1967 - Paleoecology and Microfloritics of Miocene Diatomites from the Otis Basin-Juntura, Region of Harney and Malheur counties, Oregon. *Nova Hedwigia*, Heft 26.
- Van LANDINGHAM, S. L., 1967-1975 - Catalogue of the fossil and recent genera and species of Diatoms and their synonyms. J. Cramer, Lehre, 5 Parts : 1-2963.
- Von POST, L. et SERNANDER, R., 1910 - Pflanzen-Physiognomische Studien auf Torfmooren in Narke. Livret guide des Excursions en Suède du XI Cong. Geol. Inst. : 1-14.
- ZANON, V., 1938 - Diatoms della Regione del Kivu (Congo Belga). *Pont. Acad. Sc.*, Commentationes, 2 : 535-668.
- ZANON, V., 1941 - Diatomee dei Laghi Galla. Atti della reale Accademia d'Italia. *Memorie della classe di Scienze fisiche matematiche e naturali*, XII, fasc. 10.

LÉGENDES DU TABLEAU I

Liste taxonomique :

- : espèce caractéristique du groupement alcaliphile
- : espèce caractéristique du groupement acidophile
- : espèce présente dans les deux groupements

Abréviations utilisées pour les remarques écologiques :

pH :	Salinité :	Mode de vie :
Alf : alcaliphile	O : oligohalobe	I : littorale
alb : alcalibionte	E : euhalobe	ae : aérophile
Acf : acidophile	Hf : halophile	p : euplanctonique
I : indifférente	Hp : halophobe	tp : tychoplanctonique
	I : indifférente	

Répartition géographique :

- C : cosmopolite (eurytherme)
- t : surtout abondante en régions tempérées
- F : sténotherme d'eau froide («nordique», «alpine»)
- (A, Af) : connue seulement en haute montagne africaine
- T : sténotherme d'eau chaude («tropicale»)
- T (Af) : endémique des grands lacs africains

Caractères trophiques des eaux :

- O : oligotrophe
- E : eutrophe
- Nf : N - hétérotrophe facultative
- Nh : N - hétérotrophe obligatoire
- I : indifférente

Références bibliographiques citées pour les remarques écologiques
(les références complètes sont mentionnées en bibliographie)

- | | |
|---------------------------|--------------------------------|
| 1. CHOLNOKY, 1968 | 10. JØRGENSEN, 1948 |
| 2. CLEVE-EULER, 1951-1955 | 11. KILHAM, 1971 |
| 3. FOGED, 1964 | 12. BOURRELLY et MANGUIN, 1952 |
| 4. HUSTEDT, 1930 | 13. MERILAINEN, 1969 |
| 5. HUSTEDT, 1942 | 14. PATRICK et REIMER, 1966 |
| 6. HUSTEDT, 1937-1939 | 15. RENBERG, 1976 |
| 7. HUSTEDT, 1957 | 16. SCHOEMAN, 1973 |
| 8. HUSTEDT, 1927-1966 | 17. SIMONSEN, 1962 |
| 9. HUSTEDT, 1949 | |

TABLEAU I

Références iconographiques		Remarques		écologiques		Illustration	
Liste taxonomique		PH	Salinité	Mode de Vie	Réparti- tion géo- graphique	Caractère trophique	
ACHILLES							
● <i>arvensis</i> v. <i>heterovalvata</i> Kraske							
● <i>lancolata</i> (Kreb.) Grun.							
AMPHORA							
● <i>ovalis</i> v. <i>libyca</i> (Ehr.) Cl.							
● <i>ovalis</i> v. <i>pediculus</i> Kütz.							
● <i>perpusilla</i> Grun							
● <i>veneta</i> Kütz.							
ARADONOMYS							
● <i>apheorophora</i> (Kütz) Pfitzer							
● <i>apheorophora</i> v. <i>sculpia</i> (Ehr.) O. Muller							
CALONEIS							
● <i>basilum</i> (Grun.) Metsch.							
● <i>eticola</i> (Ehr.) Cleve							
● <i>eticola</i> v. <i>truncatula</i> Grun.							
● <i>eticola</i> v. <i>tumida</i> Rust.							
CARYODISCUS							
● <i>noticus</i> Ehr.							
COCCONEIS							
● <i>discaulus</i> (Schumann) Cleve							
● <i>pediculus</i> Ehr.							
● <i>planentula</i> Ehr.							
● <i>planentula</i> v. <i>evaginata</i> (Ehr.) Cleve							
CYCLOPSA							
O <i>cornu</i> (Ehr.) Kütz.							
● <i>mesophaea</i> Kütz.							
O <i>oviflata</i> Pant.							
CYMATOPSEUDA							
● <i>silpica</i> (Ereb.) W. Smith							
● <i>soica</i> (Ereb.) W. Smith							
● <i>soica</i> v. <i>abaregetensis</i> (Pant.) Cl. Euler							
● <i>soica</i> v. <i>subconstricta</i> O. Muller							
Hustedt (1927-1966), II, 386, fig. 832c, f	ALF (16)	0			C	0 (16)	
Hustedt (1927-1966), II, 408, fig. 863a, d	I (3), ALF (7)	0			C	0 (7)	
Hustedt (1930), 342, fig. 628	ALF (3) (7)	0			C	0 (7)	
Hustedt (1930), 343, fig. 629	ALF (3) (16)	0, I (16)			C	0 (7)	Pl. X, 6
Hustedt (1930), 343, fig. 627	ALF (1)	0			C	0 (7)	
Hustedt (1930), 345, fig. 631	I (3), ALF (1)	0 (7)			C	0 (7)	
Hustedt (1927-1966), II, 740, fig. 1108a	Alb (3) (13)	0, HF			C		
Hustedt (1927-1966), II, 741, fig. 1109	Alb				C		
Hustedt (1930), 236, fig. 360	ALF (3) (7)	I (17)			C	0 (16)	Pl. IV, 12-15
Hustedt (1930), 236, fig. 361	ALF (3) (15)	0 (2) HF (2)			C		
Hustedt (1930), 238, fig. 362-364	ALF (16)				C		
Hustedt (1930), 238, fig. 366					C		Pl. IV, 10-11
Hustedt (1920), 446, fig. 871					C		
Hustedt (1927-1966), 345, fig. 799	ALF (1)						
Hustedt (1927-1966), 350, fig. 804	ALF (7), Alb (1)	0			F	0 (16)	Pl. III, 16
Hustedt (1927-1966), II, 189, fig. 260	ALF (7), I (3)	0, HF (2)			C	0 (7), 16	Pl. III, 13-15
Hustedt (1927-1966), II, 190, fig. 261	ALF (7)				C	0 (7), 16	Pl. III, 19-20
Hustedt (1927-1966), I, 355, fig. 183	ALF (7)	HF			C,t		
Hustedt (1927-1966), I, 341, fig. 176	II (3) (11)	0 (8)			C	E (1)	
Hustedt (1927-1966), I, 340, fig. 173	ALF (1)				C,t		
Hustedt (1930), 426, fig. 825							
Hustedt (1930), 425, fig. 822	ALF (1)	0, I (7)			C,t	I (16)	Pl. XIV, 7
Cleve-Euler (1951-1955), IV, 97, fig. 15191, m	ALF (3)	0, HF (2)			C,t	E (2)	
O. Muller (1903), 23, fig. 4	ALF (2)	0 (2)			C	E (2)	Pl. XIV, 6

CYNGELLA

■ <i>otiváta</i> (Hemp.) Grun.	0 (4)	ALF (3) (7)	0 (4)	I	C	Pl. X, 3
■ <i>csyál'fornis</i> (Kütz.) Van Heurck	Hustedt (1930), 363, fig. 676 a	ALF (3) (7)				Pl. X, 2
○ <i>hambroica</i> (Grev.) Grun.	Hustedt (1930), 362, fig. 672	ALF (3) (1)	Hp (3)	I	F	Pl. X, 1
○ <i>hebertica</i> Kütz.	Hustedt (1930), 359, fig. 662	ALF (3) (1)	Hp (3)	I	F	Pl. IX, 6-7
■ <i>microcephala</i> Grun.	Hustedt (1930), 364, fig. 678	ALF (3)	0 (6)	I	C	Pl. IX, 18-20
■ <i>millere</i> Hust.	Hustedt (1949), 115, pl. IX, fig. 1 & 7	ALB (1)	0 (7)	I	F	Pl. IX, 26
■ <i>napczálfornis</i> Auerwald	Hustedt (1930), 356, fig. 653	I (3)		I	F (A,AE)	Pl. IX, 26
■ <i>cf. napczálfornis</i> Hust.	Hustedt (1949), 113, pl. X, fig. 9-13	ALF (3) (1)	Hp (3)	I	F	Pl. IX, 12-15
○ <i>peruviana</i> A. Cleve	Hustedt (1930), 361, fig. 666	ALF (1)	E	I	C	Pl. IX, 5
○ <i>puella</i> Grun.	Hustedt (1949), 113, pl. XI, fig. 5-7	ALF (1)	0 (4)	I	C	Pl. IX, 16-17
○ <i>tumida</i> (Bréb.) Van Heurck	Hustedt (1930), 366, fig. 660	ALF (3) (7)	0 (4)	I	C	Pl. IX, 8-10
○ <i>stuylica</i> (Grev.) Cleve	Hustedt (1930), 358, fig. 660	I (3)	0 (4)	I	C	
○ <i>vanheurckii</i> Kütz.	Hustedt (1930), 359, fig. 661	ALF (3)	0 (4)	I	C	

DIPLOMETS

■ <i>elliptica</i> (Kütz.) Cleve	Hustedt (1927-1966), II, 690, fig. 1077a	ALF (3)	0	I	C	Pl. IV, 4
■ <i>oxyplectemirata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 677, fig. 1068b	I (3) (13)	ae (5)	I	F	Pl. IV, 5-8
■ <i>parvirens</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 676, fig. 1068 f-h	ALF (1)	0, B (5)	I	F	Pl. IV, 5
■ <i>psudonovata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 668, fig. 1063c	ALF (1)	E (5)	I	C	Pl. IV, 1-2
■ <i>smítáná</i> (Bréb.) Cleve	Hustedt (1927-1966), II, 647, fig. 1031	ALF (3)	0, HF (8)	I	C	

ESTERIZA

■ <i>arguta</i> Kütz.	Hustedt (1930), 383, fig. 727a	ALF (3)	0, HF (8)	I	C	
■ <i>chazarensis</i> Fricke	Hustedt (1930), 387, fig. 732	ALF (3)	0 (8)	I	C	
■ <i>ignita</i> (Grev.) Hust.	Hustedt (1930), 387, fig. 735	ALF (3), Alb (7)	0 (8)	I	C	Pl. XIII, 11
■ <i>novata</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt (1930), 387, fig. 733	ALB (3), Alb (7)	0, HF (2,4)	I	C	Pl. XIII, 12
■ <i>novata</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt (1930), 384, fig. 729	ALB (7)	0, HF (2)	I	C	Pl. XIII, 13-14
■ <i>novata</i> v. <i>macronovata</i> (Kütz.) Grun.	Hustedt (1930), 385, fig. 730	ALF (1)		I	C	

EUPHOTIA

■ <i>dicentra</i> W. Smith	Hustedt (1927-1966), II, 977, fig. 744	AcF (1)		I	C	Pl. II, 35-37
■ <i>domata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 977, fig. 744	AcF (1,9)		I	F (A,AE)	Pl. III, 1
■ <i>dicodon</i> Ehr.	Hustedt (1927-1966), II, 978, fig. 742	AcF (3,1)	0 (8)	I	C	
■ <i>arguta</i> (Bréb.) Rab.	Hustedt (1927-1966), II, 975, fig. 751	AcF (3), Acb (13)	Hp (3)	I	C	0 (16)
■ <i>zoda</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 907, fig. 767	I (3), AcE (1)	0 (8)	I	F	0 (16)
■ <i>longipes</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 902, fig. 769 a,b	AcF (1)	Hp (3)	I	C	
■ <i>novata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 905, fig. 772 a,b	AcF (1)		I	C	
■ <i>novata</i> Hust.	Hustedt (1949), 66, pl. XII, fig. 13-23	AcF (3)	Hp (3)	I	C	
■ <i>novata</i> (Kütz.) Rab.	Hustedt (1927-1966), II, 902, fig. 768	AcF (13)	0 (8)	I	C	
■ <i>novata</i> (Kütz.) Rab.	Hustedt (1927-1966), II, 298, fig. 763	AcF (13)	ae (8)	I	C	
■ <i>pectinifera</i> v. <i>minor</i> (Kütz.) Rab.	Hustedt (1927-1966), II, 298, fig. 763 d,f	AcF (13)	0 (8)	I	C	
■ <i>f. impressa</i> (Ehr.) Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 298, fig. 763 g,h	AcF (13)	0 (8)	I	C	
■ <i>f. intermedia</i> Kraske	Hustedt (1927-1966), II, 298, fig. 763 i	AcF (13)	0 (8)	I	C	
■ <i>intermedia</i> v. <i>undulata</i> Ralfs	Hustedt (1927-1966), II, 298, fig. 763 j	AcF (13)	0 (8)	I	C	
■ <i>porosilina</i> Cholin.	Cholmoky (1954), 167, fig. 39-40	AcF (3)	0 (8)	I	F (8)	Pl. II, 33-34
■ <i>proserpinca</i> Ehr.	Hustedt (1927-1966), II, 280, fig. 743 a-e	AcF (3)	0 (8)	I	F	Pl. III, 6
■ <i>proserpinca</i> v. <i>biidens</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 281, fig. 747 A 1,m	AcF (3)	0 (8)	I	F	Pl. III, 8-10
■ <i>longica</i> (Grun.) Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 288, fig. 749	AcF (3)	Hp (3)	I	C	Pl. II, 28-30
■ <i>suetida</i> O. Muller	Hustedt (1927-1966), II, 299, fig. 761 a,b	AcF (3)	ae (8)	I	C	Pl. III, 11
■ <i>suetida</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 299, fig. 761	AcF (3)	ae (8)	I	F (A,AE)	Pl. II, 21-27
■ <i>novata</i> Cholin.	Cholmoky (1954), 212, fig. 34-50	AcF (1) (16)		I	C	

FRAGILARIA

○ <i>brevispinata</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 168, fig. 676 a-e	ALF (3)	0	tp	C	Pl. III, 12-13
○ <i>brevispinata</i> v. <i>elliptica</i> Méribaud	Hustedt (1927-1966), II, 169, fig. 676 f	ALF (3)	0	tp	C	Pl. II, 3
○ <i>comatrasus</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 156, fig. 670 a-c	ALF (7)	0 (8)	tp	C	Pl. II, 14
○ <i>comatrasus</i> v. <i>usneae</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 156, fig. 670 h,m	ALF (15)	0 (2)	tp	F	Pl. II, 4
■ <i>hangarica</i> v. <i>hastata</i> A. Cleve	Kenberg (1976), 126, pl. II, fig. 3	ALF (3)	0 (2)	tp	C	
■ <i>hangarica</i> v. <i>hastata</i> A. Cleve	Cleve-Euler (1951-1955), II, 40, fig. 349 a	ALF (3)	0	tp	C	

■ <i>argentea</i> (Kütz.) Naud.	Hustedt (1927-1966), II, 155, fig. 669a						
■ <i>argentea</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 152, fig. 666						
● <i>latirostris</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 170, fig. 678						
● <i>latirostris</i> v. <i>subulata</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 156, fig. 668h						
● <i>pinnata</i> v. <i>longicauda</i> (Schum.) Naud.	Hustedt (1927-1966), II, 165, fig. 671 a-k						
● <i>pinnata</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 165, fig. 671 a-k						
● <i>obovata</i> v. <i>arctica</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), II, 162, fig. 672 a-k						
● <i>obovata</i> Grun.	Van Heurck (1881), pl. 44, fig. 2-3						
● <i>stellata</i> Héribaud v. <i>affinis</i> nov. sp.							
● sp. 1 (<i>aff. hungarica</i> v. <i>tumida</i> A. Cleve)							
FUSCIVULVA							
■ <i>rhomboides</i> Ehr.	Hustedt (1927-1966), II, 728, fig. 1098a						
■ <i>rhomboides</i> v. <i>excavata</i> Rabb.	Hustedt (1927-1966), II, 725, fig. 1099a						
GONIONOTOMA							
● <i>acuminatum</i> Ehr.							
■ <i>angustatum</i> (Kütz.) Rabb.	Hustedt (1970), 370, fig. 683						
● <i>angustatum</i> v. <i>rostrata</i> Grun.	Hustedt (1930), 375, fig. 680						
■ <i>bohemica</i> Grun. Melchelt et Fricks	Hustedt (1930), 375, fig. 693						
● <i>clavata</i> Fricks	Cleve-Euler (1951-1955), IV, 189, fig. 1283						
● <i>clavata</i> Ehr.	Schmidt (1872-1954), 1234, fig. 44-46						
● <i>clavata</i> Kütz.	Hustedt (1930), 376, fig. 702						
● <i>clavata</i> Grun.	Hustedt (1930), 375, fig. 697						
● <i>interortum</i> v. <i>clavata</i> (Kütz.) Grun.	Cleve-Euler (1951-1955), IV, 189, fig. 1283a						
■ <i>interortum</i> v. <i>pennata</i> Grun.	Hustedt (1930), 375, fig. 699						
● <i>interortum</i> v. <i>pusillum</i> Mayer	Hustedt (1937-1939), pl. XXVII, fig. 21-22						
● <i>lanicina</i> Grun.	Cleve-Euler (1951-1955), IV, 186, fig. 1283 b,m						
● <i>lanceolata</i> A. Cleve	Hustedt (1937-1939), 435, pl. XXVII, fig. 2.5						
● <i>lanceolata</i> Ehr.	Hustedt (1924), 146, fig. 78-82						
● <i>lanceolata</i> v. <i>insignis</i> (Greg.) Cleve	Hustedt (1930), 376, fig. 700						
● <i>longicauda</i> Ehr.	Hustedt (1930), 376, fig. 701						
● <i>longicauda</i> v. <i>sublanata</i> Grun.	Hustedt (1930), 375, fig. 705						
● <i>longicauda</i> v. <i>sublanata</i> f. <i>gracilior</i> Naud.	Hustedt (1930), 375, fig. 706						
● <i>obovatum</i> (Lyngbye) Kütz.	Hustedt (1930), 378, fig. 719						
● <i>obovatum</i> v. <i>marginatum</i> Naud.	Hustedt (1930), 378, fig. 720						
● <i>parvulum</i> (Kütz.) Grun.	Hustedt (1930), 372, fig. 713a						
● <i>parvulum</i> v. <i>subulifrons</i> Cleve	Hustedt (1930), 373, fig. 713b						
● <i>parvulum</i> v. <i>micropus</i> (Kütz.) Cleve	Hustedt (1930), 373, fig. 713c						
● <i>radialis</i> v. <i>ovata</i> (Schum.) Cleve	Hustedt (1930), 377, fig. 710						
● <i>streviti</i> nov. sp.							
● sp.							
HARTZSCHIA							
● <i>omphaloga</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1930), 394, fig. 747						
● <i>omphaloga</i> v. <i>major</i> Grun.	Hustedt (1930), 394, fig. 749						
● <i>sigma</i> Naud.	Hustedt (1937-1939), 463, pl. XL, fig. 5-7						
METEOSIA							
■ <i>distans</i> (Ehr.) Kütz.							
● <i>granulata</i> f. <i>inermis</i> nov. f.							
● <i>granulata</i> v. <i>angustata</i> O. Muller	Hustedt (1927-1966), I, 250, fig. 104d						
● <i>granulata</i> v. <i>subulosa</i> Manguin	Bourley et Manguin (1952), 34, pl. 1, fig. 3						
● <i>granulata</i> v. <i>varia</i> Naud.	Hustedt (1935), 145, pl. 1, fig. 1						
● <i>lanceola</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt (1927-1966), I, 257, fig. 109						
● <i>negandensis</i> v. <i>victoriae</i> O. Muller	Huber-Pestalozzi (1942), 25, fig. 463 A						
● <i>ovata</i>							
NERIDIUM							
■ <i>obovatum</i> v. <i>constricta</i> (Ralfs) Van Heurck	Hustedt (1927-1966), 93, fig. 627 a,h						

MAPUICHA

● <i>anglica</i> Balis	Hustedt (1930), 3-3, fig. 530-531	ALF (3)	0	1	C	Pl. VI, 12-15
● <i>anglica</i> v. <i>sigmata</i> Hust.	Hustedt (1930), 306, pl. XXXVIII, fig. 56-58	ALF	0	1		Pl. VI, 3-5
○ <i>arenariaformis</i> Faust.	Cleve-Euler (1951-1955), III, 134, fig. 771					Pl. VI, 1
○ <i>arenariaformis</i> v. <i>major</i> nov. sp.	Hustedt (1927-1966), III, 91, fig. 1237	AcF (1)	HP (7), 1 (3)	1	C	Pl. VI, 7
● <i>Dryophila</i> Boye Petersen	Hustedt (1930), 299, fig. 512	ALF (3)	0, HF (5,7)	1	C	Pl. V, 15-16
○ <i>canz.</i> Hust.	Hustedt (1930), 298, fig. 510	ALF (1)	0	1	T	Pl. VI, 8-9
● <i>arctica</i> (Ehr.) Kütz.	Hustedt (1927-1966), III					
● <i>confertifera</i> Hust.	Hustedt (1930), 299, fig. 496	ALF (3)	I (4)	1	C	
● <i>confertifera</i> nov. sp.	Hustedt (1930), 299, fig. 497d		0, E	1	C	
● <i>crispicoephalia</i> (Kütz.) Cleve	Cleve-Euler (1951-1955), III, 154, fig. 813 1, 2	ALF (3)	0, E	1	C	
● <i>crispicoephalia</i> v. <i>intermedia</i> Grun.	Hustedt (1930), 299, fig. 497a	ALF (3)	0 (7)	1	C	
● <i>crispicoephalia</i> v. <i>subaequalis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 60, fig. 12065	ALF (3)	0	1	T (8)	
● <i>crispicoephalia</i> v. <i>venusta</i> (Kütz.) Grun.	Hustedt (1927-1966), III, 62, fig. 12066	ALF (3)	0	1	C	
● <i>crispidata</i> f. <i>genuina</i> Kütz.	Hustedt (1927-1966), III, 203, fig. 1232		0	1	C	
● <i>crispidata</i> v. <i>ambigua</i> (Ehr.)	Hustedt (1927-1966), III, 86, fig. 1228	ALF (3)	0	1	C	
● <i>damazii</i> Hust.	Hustedt (1930), 303, fig. 538	I (8,13), ALF (1)	0	1	C	
● <i>difficiliformis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), 799, fig. 1771					
● <i>erigina</i> (Greg.) O. Muller	Schmid (1872-1959), pl. CCC, fig. 16-18	ALF (1)	0 (7)	1	C	Pl. VI, 2
● <i>gastrom</i> Ehr.	Hustedt (1927-1966), 611, fig. 18-19, 4, d	ALF (1)	0 (14)	1	C	Pl. IX, 1-4
● <i>gastrom</i> f. <i>minor</i> nov. sp.	Patrick et Metcalf (1966), 308, pl. XXXIX, fig. 16	AcF (1)	0, HF (2)	1	C	Pl. V, 19-20
● <i>gettelii</i> Hust.	Hustedt (1930), 298, fig. 509	ALF (1)	0	1	T	
● <i>grammel</i> Krasske	Hustedt (1927-1966), III, 162, fig. 1296	AcF (1)	0 (7)	1	F (8)	
● <i>hambergii</i> Hust.	Hustedt (1930), 301, fig. 517	ALF (3)	0	1	C	Pl. V, 27-29
● <i>hungarica</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), III, 249, fig. 1374	AcF (1), ALF (7)	0	1	C	Pl. V, 10
● <i>metana</i> Kütz.	Hustedt (1927-1966), III, 254, fig. 1381	I (3)	0, E	1	C	Pl. V, 4-6
● <i>metana</i> (Hilleb.) Grun.	Hustedt (1927-1966), III, 283, fig. 1592 a, f	I (13)	0, E	1	T (8)	Pl. V, 26
● <i>f. ceterii</i> (Hilleb.) Grun.	Hustedt (1927-1966), III, 383, fig. 1592 g, m		1, ae	1	C	Pl. V, 25
● <i>f. fostermedica</i> Hust.	Schmid (1872-1959), pl. CCCLXX, fig. 1922	I (13)	0	1	C	
● <i>maritima</i> Hust.	Hustedt (1930-1966), III, 296, fig. 1359	ALF (8)	0 (8)	1	C	Pl. VI, 11
○ <i>pellizana</i> (Breb.) Hilleb	Hustedt (1930-1966), III, 172, fig. 1305		0, E (2)	1	C	
○ <i>paucivirga</i> v. <i>menziesii</i> (Schum.) Grun.	Cleve-Euler (1951-955), 149, fig. 803 d, e		0 (8)	1	C	Pl. V, 1-3
○ <i>af. parvicornis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 171, fig. 1304		0	1	C	
○ <i>parvicornis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 174, fig. 1306	I (3)	0	1	F (8)	
○ <i>parvicornis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 213, fig. 1330	ALF (3)	0	1	C	
● <i>peruviana</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1930), 303, fig. 532	ALF (3)	0	1	T(AE)	Pl. V, 30
● <i>peruviana</i> (Ehr.) Grun.	Hustedt (1930), 304, 1-8, V, fig. 19-22	ALF (1)	0	1	C	
● <i>f. rostrata</i> A. Mayer	Hustedt (1927-1966), III, 236, fig. 1360	ALF (8,11)	0	1	F (8)	
● <i>platycephala</i> O. Muller	Hustedt (1927-1966), III, 153, fig. 1285	I (3)	0 (8)	1	C	Pl. V, 31-32
○ <i>pseudomaculata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 120, fig. 1254 a, e	ALB (3)	0 (2, 4), E (4, 3)	1	C	Pl. VI, 1
○ <i>pupula</i> Kütz.	Hustedt (1927-1966), III, 121, fig. 1254	I (3)	0	1	C	Pl. VI, 6
○ <i>pupula</i> v. <i>pseudopupula</i> (Krasske) Hust.	Hustedt (1930), 312, fig. 561	ALF (3)	0	1	C	Pl. V, 24
● <i>rauliana</i> Kütz.	Hustedt (1930), 299, fig. 513		0 (16)	1	C	
● <i>rauliana</i> Hust.	Hustedt (1930), 296, fig. 510		0 (4)	1	F (4)	
● <i>rhynchocephala</i> Kütz.	Hustedt (1930), 311, fig. 557	ALF (1)	0 (1)	1	T (8)	Pl. V, 18
● <i>schubertii</i> Hust. f. <i>rostrata</i> nov. sp.	Hustedt (1927-1966), III, 244, fig. 1309b	ALF (1)	0 (1)	1	E(NF) (1)	Pl. V, 11
● <i>schubertii</i> Hust. v. Smith	Hustedt (1927-1966), III, 241, fig. 1367	I (3)	0 (8)	1	C	
○ <i>simulacrum</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 241, fig. 1331	AcF (1)	0	1	C	
○ <i>simulacrum</i> Grun.	Hustedt (1927-1966), III, 215, fig. 1400	ALF (8,1)	0 (8)	1	C	
● <i>subaequalis</i> v. <i>munificola</i> (Pet.) Krasske	Hustedt (1927-1966), III, 271, fig. 1400	ALF (8)	0 (8)	1	C	
○ <i>subaequalis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 117, fig. 1251	ALF (8)	0 (8)	1	C	Pl. V, 7-9
○ <i>subaequalis</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 250, fig. 1292	AcF (1, 8), I (7)	0 (7)	1	C	Pl. V, 17
● <i>tanata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), III, 135, fig. 1292		0	1	C	Pl. V, 16

● <i>vicinula</i> Kürz.	Hustedt (1930), 297, fig. 504	ALF (1)	ae (8)	C	Pl. VI, 16
○ <i>varia</i> Hust.	Hustedt (1930), 302, fig. 522	I (3), Acf (3)	0 (3)	F	Pl. V, 12, 13
○ <i>viridula</i> (Lagerst.) Cleave-Müller	Hustedt (1927-1966), 111, 124, fig. 1256	ALF (17)	0 (5, 16)	T(Af)	Pl. VI, 17-18
● <i>zanzibarica</i> (Lagerst.) Cleave-Müller	Hustedt (1949), 92, pl. V, fig. 1-5	ALF (17)	0	C	Pl. VI, 2
○ <i>zanzibarica</i> (Lagerst.) Cleave-Müller	Patrick et Reimer (1960), 447, pl. XXX, fig. 6	ALF (17)	0	C	Pl. V, 33-34
HELDIUM					
○ <i>officinale</i> (Ehr.) Cleave	Hustedt (1930), 242, fig. 376	ALF (3, 7), Acf (1)	0 (4)	I	Pl. IV, 9
○ <i>tridactyla</i> (Ehr.) Cleave	Hustedt (1930), 245, fig. 376	I (3), Acf (1)	0 (4)	I	
○ <i>tridactyla</i> v. <i>ampigomphus</i> (Ehr.) Van Heurck	Hustedt (1930), 245, fig. 382	I (3), Acf (1)	0	I	
○ <i>tridactyla</i> v. <i>ampigomphus</i> (Ehr.) Cleave	Hustedt (1930), 245, fig. 381	I (3), Acf (1)	0	I	
MITESCHIA					
● <i>actinularia</i> W. Smith	Hustedt (1930), 423, fig. 821	ALF (15, 16)	0	P	Pl. XII, 1
● <i>adapta</i> Hust.	Hustedt (1949), 135, pl. XII, fig. 3-6	ALF (1)	0	I, P	Pl. XII, 5-6
● <i>amplicava</i> Grun.	Hustedt (1930), 416, fig. 793	ALF (5)	0	I, P	Pl. XIII, 9
● <i>amplicava</i> v. <i>palaeogracio</i> Hust.	Schmidt (1872-1959), 348, fig. 48-51	ALF (5)	0	I, P	
● <i>amplicava</i> v. <i>palaeogracio</i> Hust.	Hustedt (1944), 132, fig. 283-288	ALF (5)	0	I	
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 149, pl. XIII, fig. 7-16	Acf (1), ALF (6)	0 (4)	I	Pl. XII, 2-4
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 417, fig. 798	ALF (3)	0	I	Pl. XII, 7
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 139, pl. XII, fig. 32-33	ALF (1)	0	I	Pl. XII, 6
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 143, pl. XIII, fig. 56-64	ALF (1)	0	I, P	Pl. XII, 21-22
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 144, pl. XIII, fig. 68-55	ALF (1)	0	I, P	Pl. XII, 23
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 415, fig. 800	ALF (3, 7)	I (1)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 414, fig. 795	ALF (3, 7)	J (1)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1937-1939), pl. XXXIX, fig. 21-24	ALF (3)	0 (4)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 416, fig. 794	I (3), Acf (1)	0	I	
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 415, fig. 797	ALF (3)	0	I	
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 416, fig. 802	ALF (3)	0	I	
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 417, fig. 25-29	ALF (10)	0	I	
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 421, fig. 784	ALF (1)	0 (7)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 446, fig. 801	I (3, 7)	0 (4)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Van Heurck (1880-1885), pl. XXXIX, fig. 31	ALF (3), I (1)	I (1)	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1924), 480, fig. 67-69	ALF (3)	0	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 411, fig. 785	ALF (1)	0	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 151, pl. XIII, fig. 5-6	ALF (1)	0	C	E(Nb)(1)
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1937-1939), 490, pl. XXXI, fig. 12	Acf (6), AEI (1)	0	T(Af)	Pl. XII, 14-15
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1949), 146, pl. XI, fig. 35-38	Acf (1)	0	T(Af)	Pl. XII, 5
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1969), 138, pl. XII, fig. 24-25	Acf (1)	0	T(Af)	Pl. XII, 7-9
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 403, fig. 771	ALF (1)	0	T(Af)	Pl. XII, 10-11
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 403, fig. 771	ALF (1)	0	AE	Pl. XIII, 4
● <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 403, fig. 771	ALF (1)	0	AE	Pl. XIII, 2-3
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1927-1966), II, 134, fig. 654	Alb (10), ALF (5, 13)	0, E	I	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 310, fig. 610	Acf (1), Alb (7), I (16)	0	F (4)	Pl. VIII, 11
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 317, fig. 570a	Acf (1)	0	I	Pl. VIII, 3
○ <i>zonata</i> Hust.	Cleave-Müller (1951-1953), IX, 39, fig. 104-8	Acf (1), I (7)	0	F (4)	Pl. VIII, 5
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 326, fig. 597	Acf (1, 2)	0 (4)	F (4)	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 329, fig. 609	Acf (1)	0	F (4)	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 337, fig. 621	Acf (1)	0	F (4)	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 332, fig. 615	Acf (1)	0	F (4)	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 323, fig. 589	I (3), Acf (1)	0 (4), Hp (3)	F (4)	Pl. VII, 13
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 316, fig. 569	I (3), Acf (1)	0 (4)	F (4)	
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 327, fig. 600	I (3), Acf (1)	0 (4)	C	Pl. VIII, 7
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1930), 327, fig. 601	I (3), Acf (1)	0 (4)	C	Pl. VIII, 5
○ <i>zonata</i> Hust.	Hustedt (1937-1939), 395, pl. XX, fig. 35	I (3), Acf (1)	0 (4)	T (9)	Pl. VIII, 4

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

GEORGI

LÉGENDES DES PLANCHES

Planche I. — 1 à 9 : *Melosira granulata* Ralfs f. *inermis* nov. f. — 10 à 11 : *Melosira granulata* v. *angustissima* Müller. — 12 à 17 : *Melosira distans* (Ehr.) Kütz.; vue connective. — 18 à 20 : *Melosira distans* (Ehr.) Kütz.; disque valvaire. — 21 à 22 : *Stephanodiscus carconensis* v. *pusilla* Grun. — 23 à 26 : *Stephanodiscus minutus* Cleve et Möller. — 27 à 30 : *Stephanodiscus hantzschii* Grun.

Planche II. — 1-2 : *Fragilaria virescens* v. *exigua* Grun. — 3 : *Fragilaria construens* (Ehr.) Grun. — 4 : *Fragilaria hungarica* v. *tumida* A. Cleve. — 5 : *Fragilaria* sp. 1 (af. *hungarica* v. *tumida*). — 6 : *Fragilaria pinnata* v. *lancettula* (Schum.) Hust. — 7-9 : *Fragilaria leptostauron* v. *dubia* Grun. — 10 : *Fragilaria lapponica* Grun. — 11 : *Fragilaria zeileri* Her. v. *africana* nov. v. — 12-13 : *Fragilaria brevistriata* Grun. — 14 : *Fragilaria construens* v. *venter* (Ehr.) Grun. — 15 : *Fragilaria pinnata* Ehr. — 16 : *Synedra vaucheriae* v. *truncata* (Grev.) Grun. — 17 : *Synedra parasitica* (Smith) Hust. — 18-19 : *Synedra rumpens* v. *fragilarioides* Grun. — 20 : *Synedra goulardi* Bréb. — 21-27 : *Eunotia wumbae* Cholnoky. — 28-30 : *Eunotia tenella* (Grun.) Hust. — 31 : *Eunotia pectinalis* v. *minor*. — 32 : *Eunotia lunaris* (Ehr.) Grun. — 33-34 : *Eunotia pectinalis* v. *minor* f. *intermedia* Krasske. — 35-37 : *Eunotia damasi* Hust.

Planche III. — 1 : *Eunotia diodon* Ehr. — 2 à 4 : *Eunotia monodon* Ehr. — 6 : *Eunotia porcellus* Cholnoky. — 7 : *Eunotia montana* Hust. — 8 à 10 : *Eunotia praerupta* v. *bidens* Grun. — 11 : *Eunotia valida* Hust. — 12 : *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rab. — 13 à 15 : *Cocconeis pediculus* Ehr. — 16 : *Cocconeis disculus* (Schum.) Cleve. — 17 : *Cocconeis placentula* v. *euglypta* (Ehr.) Cleve. — 18 à 20 : *Cocconeis placentula* Ehr.

Planche IV. — 1-2 : *Diploneis smithii* (Bréb.) Cleve. — 3 : *Diploneis pseudoovalis* Hust. — 4 : *Diploneis elliptica* (Kütz.) Cleve. — 5 à 8 : *Diploneis petersenii* Hust. — 9 : *Neidium iridis* v. *amphigomphus* (Ehr.) Van Heurck. — 10-11 : *Caloneis silicula* v. *truncatula* Grun. — 12 à 15 : *Caloneis bacillum* (Grun.) Meresch. — 16 : *Stauroneis phoenicenteron* (Nitzsch) Ehr. — 17-18 : *Stauroneis acuta* W. Smith. — Échelle : a : fig. 16-17; b : autres figures.

Planche V. — 1 à 3 : *Navicula perpusilla* Grun. — 4 à 6 : *Navicula hustedtii* f. *obtusata* Hust. — 7 à 9 : *Navicula tantula* Hust. — 10 : *Navicula hungarica* Grun. — 11 : *Navicula seminulum* Grun. — 12-13 : *Navicula verecunda* Hust. — 14 : *Navicula baddensis* nov. sp. — 15-16 : *Navicula afroalpina* nov. sp. — 17 : *Navicula vaucheriae* Petersen. — 18 : *Navicula seminuloides* Hust. — 19-20 : *Navicula geitleri* Hust. — 21 à 23 : *Navicula lapidosa* Krasske. — 24 : *Navicula schönfeldii* Hust. f. *rostrata* nov. f. — 25 : *Navicula mutica* f. *intermedia* Hust. — 26 : *Navicula mutica* f. *cohnii* (Hilse) Grun. — 27 à 29 : *Navicula hamburgii* Hust. — 30 : *Navicula platycephala* Müller. — 31-32 : *Navicula pupula* v. *pseudopupula* (Krasske) Hust. — 33-34 : *Navicula variostrata* Krasske. — 35 : *Navicula minima* Grun.

Planche VI. — 1 : *Navicula arenariaeformis* Pant. v. *major* nov. v. — 2 : *Navicula zannoni* Hust. — 3 à 5 : *Navicula arenariaeformis* Pant. — 6 : *Navicula radiosa* Kütz. — 7 : *Navicula cincta* (Ehr.) Kütz. — 8-9 : *Navicula cryptocephala* Kütz. — 10 : *Navicula menisculus* Schumann. — 11 : *Navicula peregrina* v. *meniscus* (Schumann) Grun. — 12 à 15 : *Navicula anglica* v. *signata* Hust. — 16 : *Navicula viridula* Kütz. — 17-18 : *Navicula witrockii* (Lagerst.) Cleve-Euler. — 19-20 : *Navicula placentula* (Ehr.) Grun.

Planche VII. — 1 : *Navicula pygmaea* Kütz. — 2 : *Navicula gastrum* Ehr. — 3 : *Pinnularia appendiculata* (Ag.) Cleve. — 4 : *Pinnularia* sp. 1. — 5 : *Pinnularia bilobata* Cleve-Euler. — 6 : *Pinnularia subcapitata* v. *sublanceolata* Petersen. — 7 : *Pinnularia subcapitata* v. *stauroneiformis*. — 8 : *Pinnularia intermedia* (Lag.) Cleve. — 9-10 : *Pinnularia obscura* Krasske. — 11-12 : *Pinnularia tropica* Hust. — 13 : *Pinnularia cardinalis* (Ehr.) W. Smith. — 14 : *Pinnularia valida* Hust. — Échelle : a : fig. 12-13-14; b : autres figures.

Planche VIII. — 1 à 3 : *Pinnularia lineolata* Zanon. — 4 : *Pinnularia gibba* v. *sancta* Grun. — 5 : *Pinnularia gibba* v. *subundulata* Mayer. — 6 : *Pinnularia scattae* Zanon. — 7 : *Pinnularia gibba* Ehr. — 8 : *Pinnularia viridis* (Nitzsch) Ehr. — 9 : *Pinnularia subsolaris* (Gr.) Cleve. — 10 : *Pinnularia lata* (Bréb.) W. Sw. f. *thuringiana* (Rabh.) A. Mayer. — 11 : *Pinnularia acrosphaeria* Bréb. — Échelle : a : fig. 8; b : autres figures.

Planche IX. — 1 à 4 : *Navicula gastrum* Ehr. f. *minor* nov. f. — 5 : *Cymbella pusilla* Grun. — 6-7 : *Cymbella microcephala* Grun. — 8 à 10 : *Cymbella ventricosa* Kütz. — 12 à 15 : *Cymbella perpusilla* A. Cleve. — 16-17 : *Cymbella turgida* (Greg.) Cleve. — 18 à 20 : *Cymbella mülleri* Hustedt. — 21 à 26 : *Cymbella turgida* (Greg.) Cleve. — 25 : *Cymbella naviculiformis* Auerswald. — 26 : *Cymbella* cf. *naviculoides* Hust.

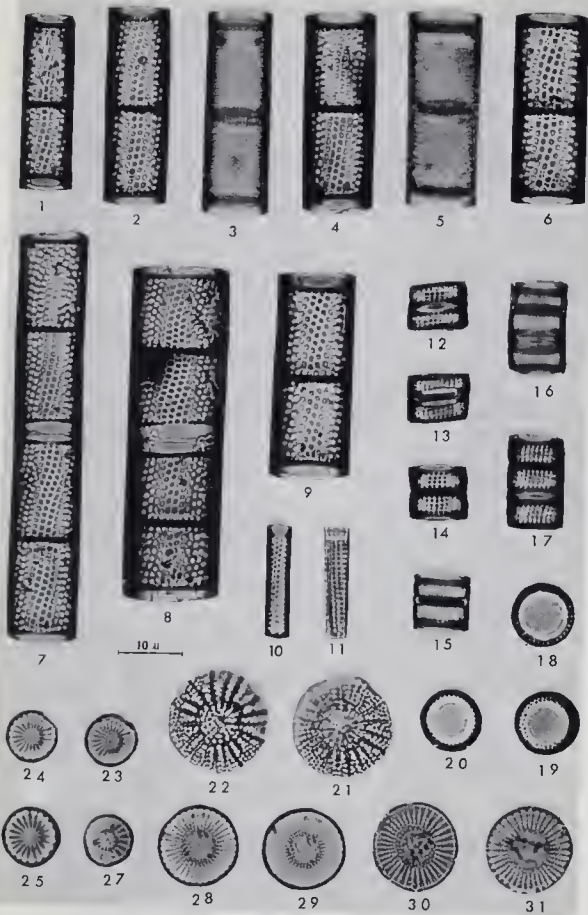
Planche X. — 1 : *Cymbella helvetica* Kütz. — 2 : *Cymbella cymbiformis* (Kütz.) Van Heurck. 3 : *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun. — 4 : *Gomphonema lanceolatum* v. *insignis* (Greg.) Cleve. — 5 : *Gomphonema lanceolatum* Ehr. — 6 : *Amphora ovalis* v. *libyca* (Ehr.) Cl. — 7 à 9 : *Gomphonema streetii* nov. sp. — 10 à 13 : *Gomphonema gracile* Ehr. — 14 : *Gomphonema longiceps* v. *subclavata* Grun. f. *gracilis* Hust. — 15 : *Gomphonema intricatum* Kütz. — 16-17 : *Gomphonema lagerheimii* Cleve.

Planche XI. — 1 à 3 : *Gomphonema bohemicum* ? Reichelt et Fricke. — 4 à 7 : *Gomphonema intricatum* v. *pusilla* Mayer. — 8 : *Gomphonema javanica* Hust. — 9-10 : *Gomphonema intricatum* v. *pumila* Grun. — 11-12 : *Gomphonema javanica* Hust. — 13-14 : *Gomphonema parvulum* v. *subelliptica* Cleve. — 15 : *Gomphonema parvulum* v. *micropus* (Kütz.) Cleve. — 16 : *Gomphonema olivaceum* v. *minutissima* Hust. — 17 : *Gomphonema* sp. — 18 à 22 : *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grun. — 23 : *Gomphonema angustatum* v. *producta* Grun. — 24 à 26 : *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rab.

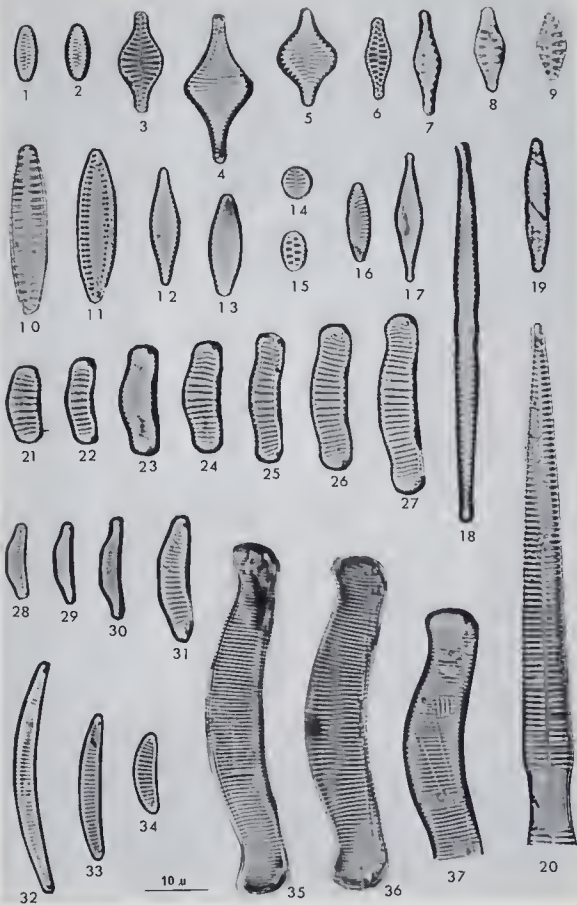
Planche XII. — 1 : *Nitzschia acicularis* W. Smith. — 2 à 4 : *Nitzschia bacata* Hust. — 5-6 : *Nitzschia adapta* Hust. — 7 à 9 : *Nitzschia spiculoides* Hust. — 10-11 : *Nitzschia subacicularis* Hust. — 12 : *Nitzschia kützingiana* Hilse. — 13 : *Nitzschia perminuta* Grun. — 14-15 : *Nitzschia pumila* Hust. — 16 à 19 : *Nitzschia kützingioides* Hust. — 20 : *Nitzschia epiphyticoïdes* Hust. — 21-22 : *Nitzschia epiphytica* Müller. — 23 : *Nitzschia fonticola* Grun.

Planche XIII. — 1 : *Nitzschia linearis* (Ag.) W. Smith. — 2-3 : *Nitzschia thermalis* Kütz. — 4 : *Nitzschia tarda* Hust. — 5 : *Nitzschia recta* Hantzsch. — 6 : *Nitzschia diserta* Hust. — 7 : *Nitzschia communis* Rabh. — 8 : *Nitzschia frustulum* (Kütz.) Grun. — 9 : *Nitzschia amphibia* Grun. — 10 : *Rhopalodia gibba* (Ehr.) Müller. — 11 : *Epithemia hyndmanii* W. Smith. — 12 : *Epithemia zebra* Ehr. (Kütz.). — 13-14 : *Epithemia zebra* v. *saxonica* (Kütz.) Grun. — 15 : *Hantzschia amphioxys*. — 16 : *Surirella linearis* v. *helvetica* (Brun.) Meister. — 17 : *Surirella linearis* W. Smith.

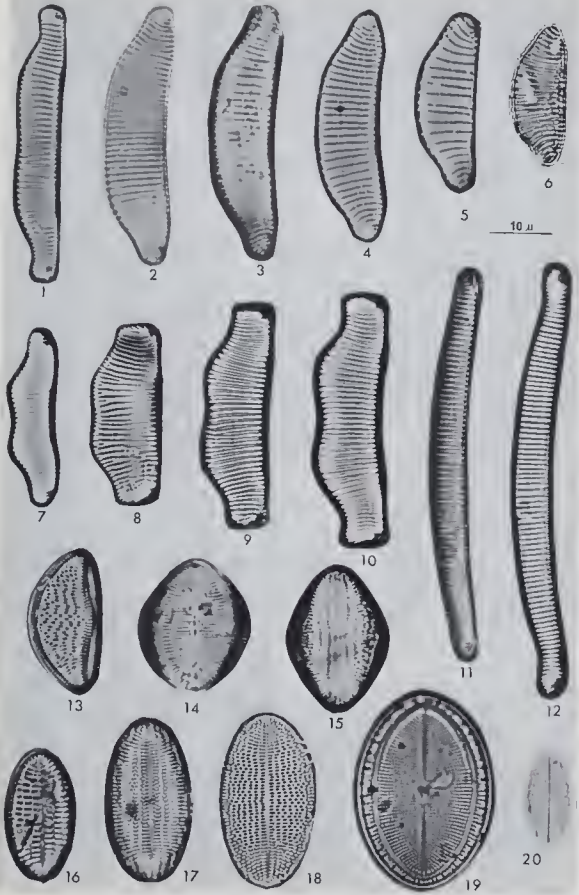
Planche XIV. — 1 : *Surirella ovalis* Breb. — 2 : *Surirella angustata* Kütz. — 3 : *Surirella tenera* Greg. — 4 : *Surirella reflexa* Ehr. — 5 : *Surirella angustata* Kütz. — 6 : *Cymatopleura solea* v. *subconstricta* O. Müller. — 7 : *Cymatopleura solea* v. *albaregiensis* (Pant.) Cleve-Euler. — Échelle : a : fig. 4; b : autres figures.



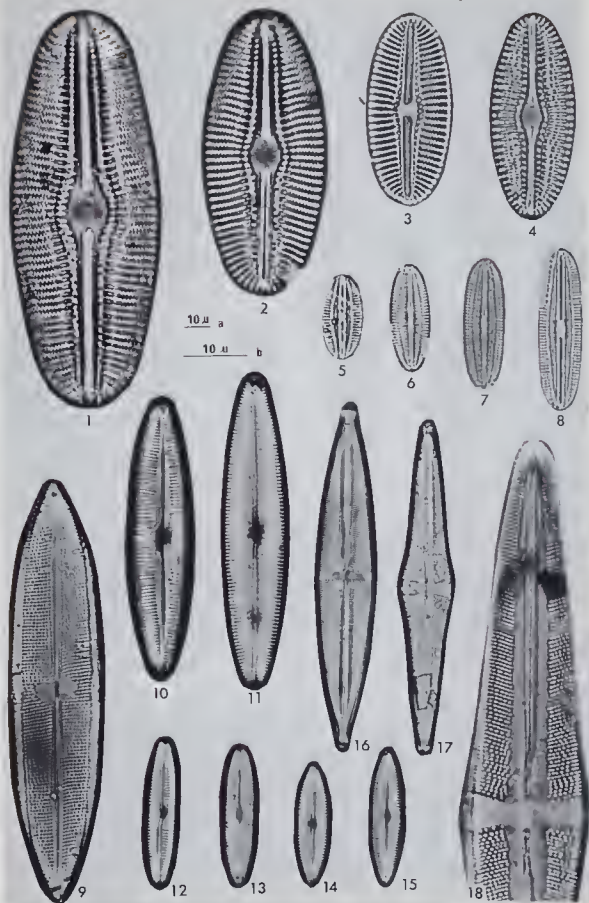
PL. II

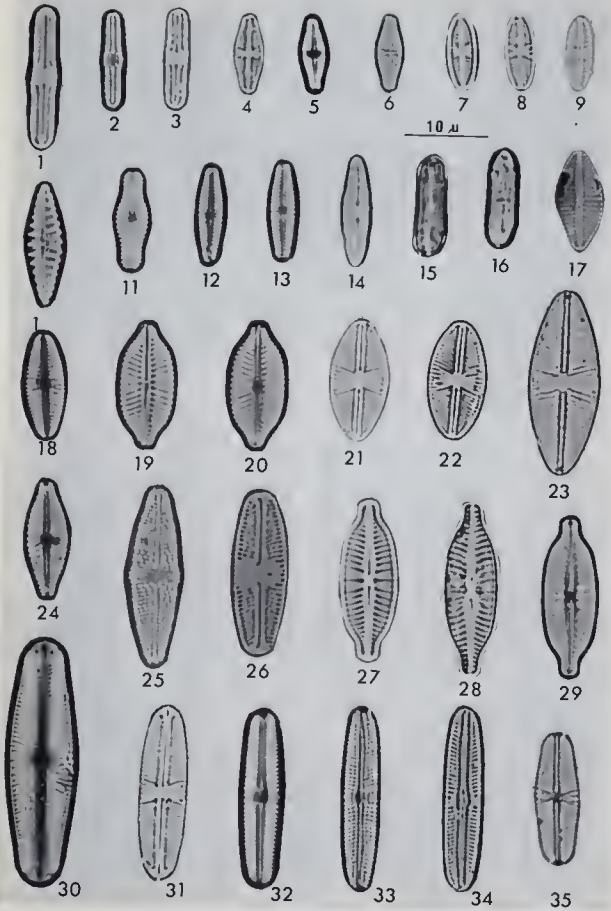


PL. III

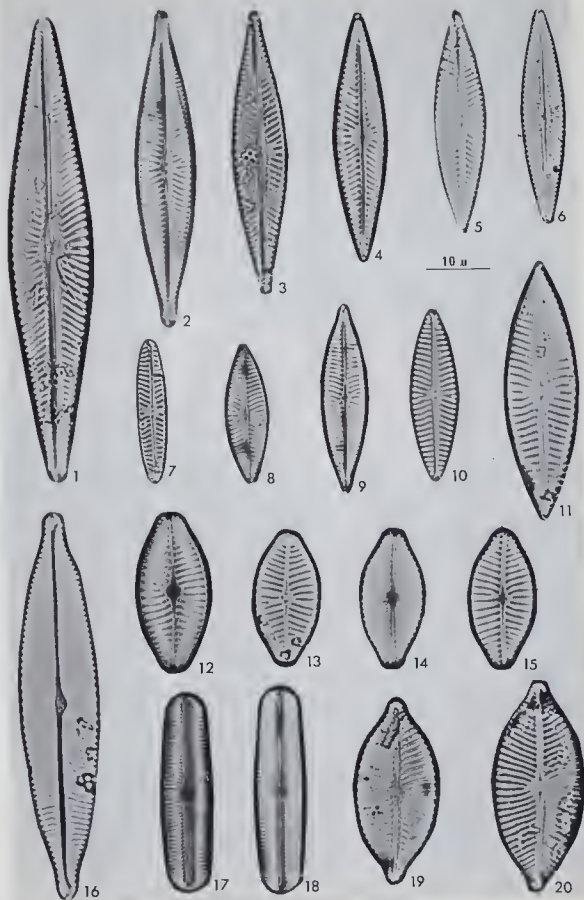


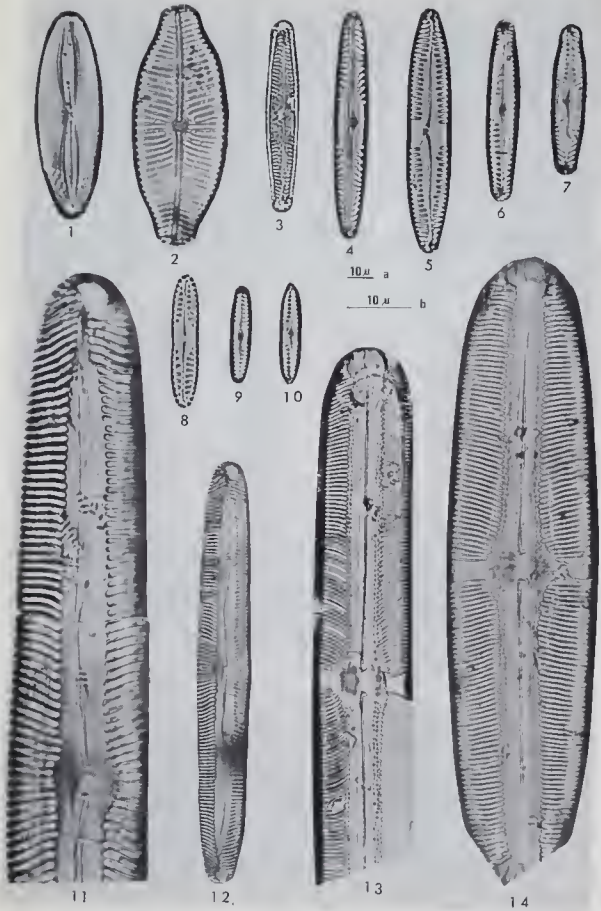
PL. IV



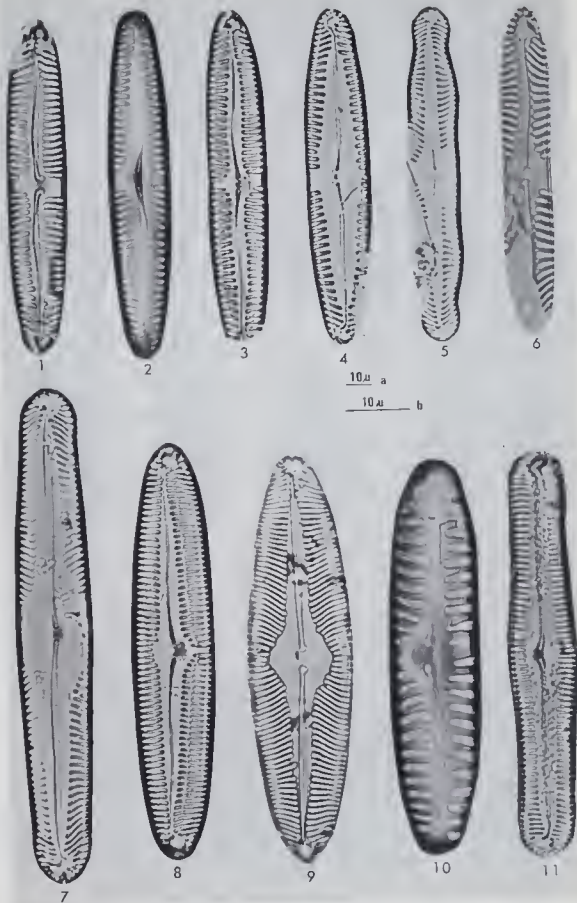


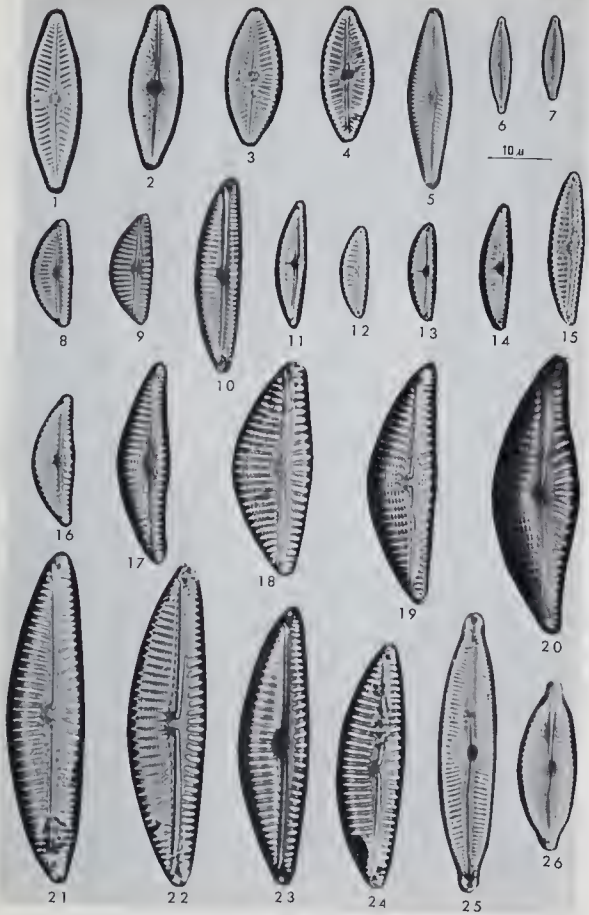
PL. VI



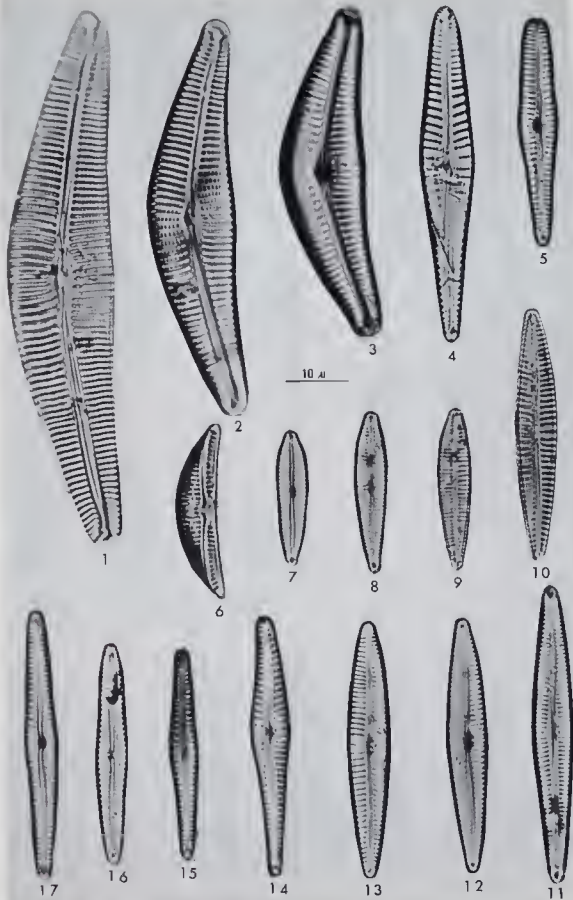


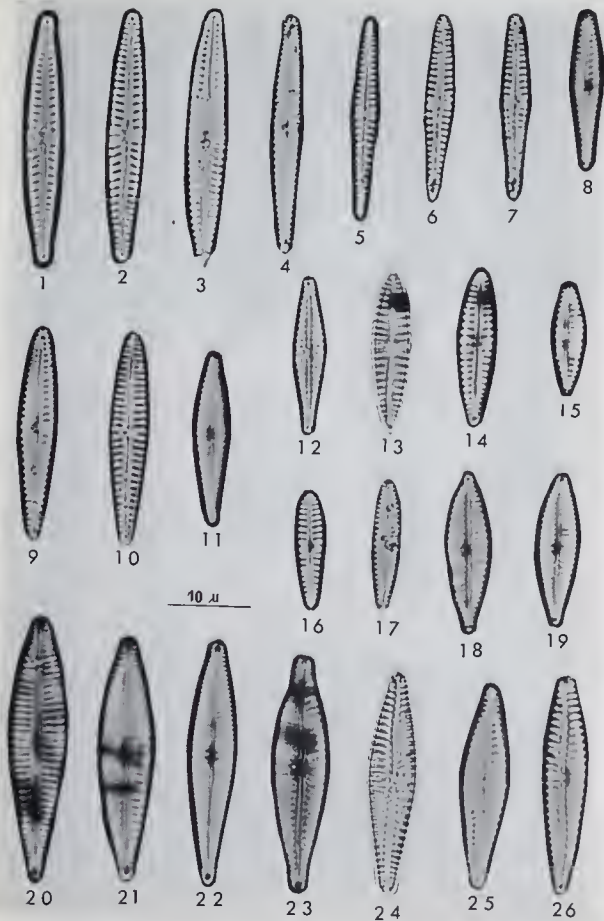
PL. VIII

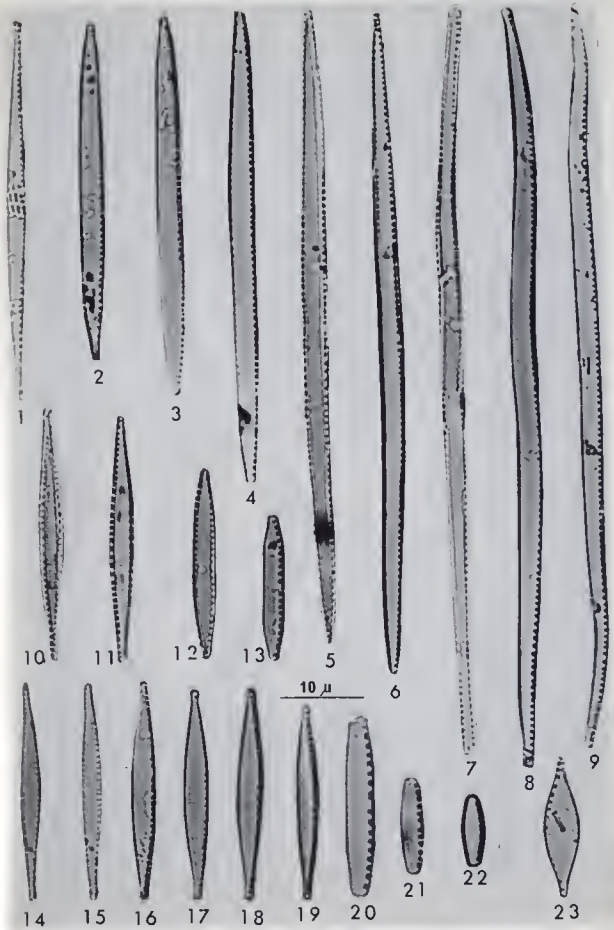




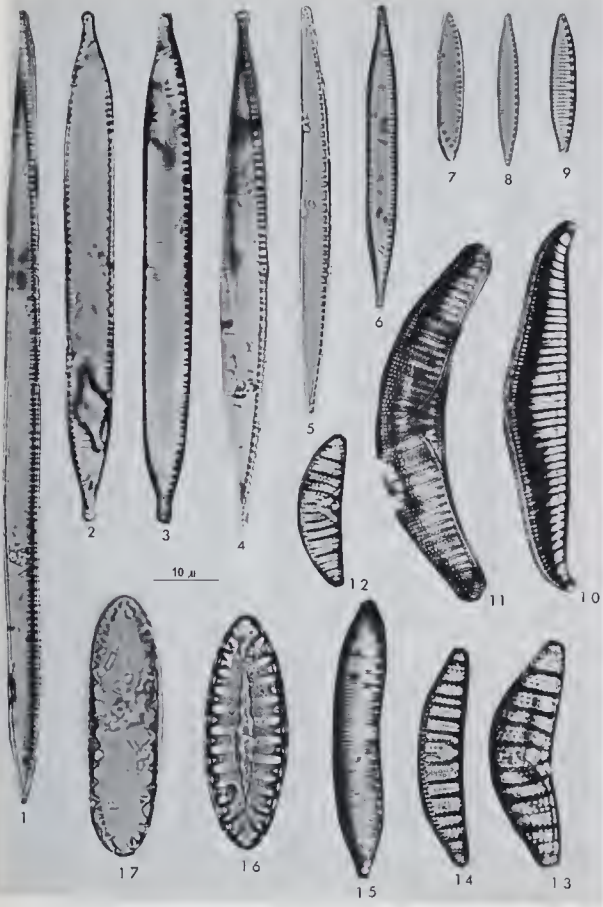
PL. X



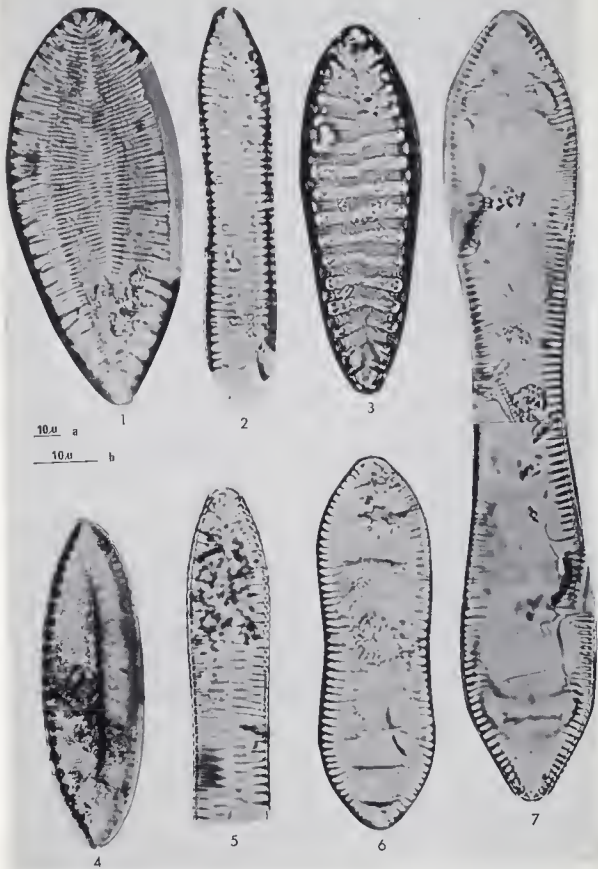




PL. XIII



PL. XIV



Sur les cycles morphologiques
 du *Gymnogongrus crenulatus* (Turn.) J. Ag.
 et du *Gymnogongrus devoniensis* (Grev.) Schott.
 (Gigartinales, Phyllophoracées) en culture.

F. ARDRÉ^{*}

RÉSUMÉ. — Des cultures de tétraspores du *Gymnogongrus crenulatus* de Roscoff ont permis d'obtenir, naissant de disques encroûtants, des frondes dressées, devenues fertiles au bout de quelques mois, semblables aux gamétophytes monoïques de la nature. Des procarpes ont donné naissance à des tétrasporoblastes de structure caractéristique. Des cultures de carpospores du *Gymnogongrus devoniensis* de Roscoff ont engendré des disques encroûtants d'où ont émergé des frondes dressées dont plusieurs, devenues fertiles au bout de quelques mois, sont analogues aux gamétophytes femelles de la nature.

La distinction de ces deux espèces, fondée sur plusieurs caractères différentiels, est certaine. Le cycle morphologique du *G. crenulatus* est donc bien digénétique, à tétrasporophyte à appareil végétatif réduit, sans doute du fait de son parasitisme sur le gamétophyte; il est probablement diplohaplophasique. Le cycle du *G. devoniensis*, dont le tétrasporophyte est inconnu, est d'interprétation plus hypothétique; la souche de Roscoff est considérée comme pouvant être apoméiotique.

SUMMARY. — Cultures of tetraspores of *Gymnogongrus crenulatus* from Roscoff gave crusts out of which fronds arose. After several months, these fronds became fertile and appeared to be similar to the monoicous gametophytes in nature. Procarps produced characteristic tetrasporoblast nemathecia. Cultured carpospores of *Gymnogongrus devoniensis* from Roscoff gave crusts out of which fronds arose. After several months, several fronds have become fertile and look like the female gametophytes found in nature.

The distinction between these two species is founded on several differentiated characteristics. The digenetic morphological cycle of *G. crenulatus* is confirmed. It has a vegetatively reduced tetrasporophyte that is probably a consequence of its parasitic life on the gametophyte. The tetrasporophyte is most likely diplohaplophasic. The cycle of *G. devoniensis* has a more hypothetical interpretation because the tetrasporophyte is unknown. In the strain from Roscoff *G. devoniensis* is probably apomeiotic.

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

I. INTRODUCTION

On sait (SCHOTTER, 1960a et b, 1968) que, dans la Manche, on a groupé sous le nom de *Gymnogongrus norvegicus* (Gunn.) J. Ag. des algues dont les unes portent des némathécies de tétrasporocystes, et les autres des gonimoblastes internes à carposporocystes. Des cultures de ces deux types d'algues entreprises par CHEMIN (1927, 1929) paraissaient confirmer leur parenté : à partir de tétraspores du *G. norvegicus* de Wimereux (CHEMIN, 1927), il obtient, après trois mois, des plantules qui étaient indubitablement des *Gymnogongrus*, et conclut que l'*Actinococcus peltaeformis* «ne représente en réalité que la forme tétrasporangifère» du *G. norvegicus*; puis, comme on admet que «dans une espèce donnée, les deux sortes de spores germent de la même façon», il observe, pendant trois semaines, le développement de carpospores du *G. norvegicus* de Roscoff (CHEMIN, 1929) qui se révèle identique à celui des tétraspores, ce qui lui permet de confirmer sa première conclusion.

Les recherches de SCHOTTER sur les Phylloporacées avaient été suscitées principalement par les problèmes posés par le cycle des *Gymnogongrus*. Ses résultats ont largement contribué à une meilleure compréhension du genre. Renouvelant la découverte qu'il avait faite chez le *G. norvegicus* à némathécies de la Méditerranée (1960a), SCHOTTER (1960b) constate l'existence de procarpes et de spermatocystes sur les thalles à némathécies de la Manche. Selon SCHOTTER, le cycle de cette espèce est digénétique, à gamétophyte monoïque dont le carpogone et la cellule auxiliaire produisent non pas un gonimoblaste à carposporocystes, mais un tétrasporophyte réduit et parasite, dont l'anatomie diffère considérablement d'une vraie némathécie, qu'il désigne sous le nom de tétrasporoblaste. Il est donc amené à distinguer cette algue, pour laquelle il conserve le nom de *G. norvegicus*, de celle à carposporocystes qu'il désigne sous le nom de *G. devoniensis* (Greville) Schotter; il reprenait ainsi le nom spécifique proposé par GREVILLE (1821) puis abandonné par son auteur (1830) qui considère alors que son *Fucus devoniensis* ne représente que la forme à cystocarpes internes du *Chondrus norvegicus*. L'intention de SCHOTTER était de compléter son étude par des cultures de ces deux espèces; il n'a poursuivi que quelques jours celle de tétraspores. Il suppose (1960b) en effet que toutes deux ont un cycle digénétique haplodiphasique mais de deux types différents : l'une, *G. norvegicus*, à tétrasporophyte réduit parasite du gamétophyte; l'autre, *G. devoniensis*, à carposporophyte, sans tétrasporophyte connu.

Récemment les conclusions de SCHOTTER n'ont pas été admises (PARKE et DIXON, 1976; DIXON et IRVINE, 1977). DIXON et IRVINE réunissent les individus produisant les uns des tétraspores, les autres des carpospores, en une seule espèce, *G. crenulatus* (Turn.) J. Ag., le nom de *G. norvegicus* devant être abandonné (PARKE et DIXON, 1976). Pour ces auteurs, les filaments gonimoblastiques, après une première phase de développement vers l'intérieur du thalle, peuvent donner naissance soit, le plus souvent, vers l'extérieur à une formation verruqueuse produisant des carpotétrasporocystes, soit, occasionnellement, à des cystocarpes internes à carposporocystes.

La divergence de ces interprétations m'amène à donner, bien qu'incomplets,

les résultats obtenus par la mise en culture du *G. crenulatus* (ARDRÉ, 1977b) et du *G. devoniensis*.

II. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Les spécimens fertiles ont été récoltés en avril 1974 à Roscoff (Finistère) à basse mer.

SCHOTTER (1960b) estimait que, dans la Manche et dans l'Atlantique, il existait «probablement trois sinon quatre espèces distinctes anatomiquement et morphologiquement, et désignées jusqu'à ce jour par le binôme *G. norvegicus*». Ayant donc distingué l'espèce à tétrasporoblastes (*G. norvegicus*) de celle à gonimoblastes (*G. devoniensis*), c'est, en réalité, quatre autres espèces incertaines, constituant deux couples, qu'il estimait devoir être à leur tour isolées (SCHOTTER, 1968) : *Gymnogongrus* sp.1 de Bloscou (à tétrasporoblastes) et *Gymn.* sp. 2 de Bloscou (à gonimoblastes); *Gymn.* sp. 3 de Roscoff (à tétrasporoblastes) et *Gymn.* sp. 4 de Roscoff (à gonimoblastes).

Afin d'éviter le risque de mettre en culture des carpospores et des tétraspores provenant non pas de deux, mais de plusieurs espèces (si ces quatre autres espèces sont toutes valables) le matériel utilisé ne provient que de deux touffes de *Gymnogongrus* : l'une ne comportant que des individus à tétrasporoblastes, l'autre que des individus à gonimoblastes, et qui, respectivement, semblent bien correspondre au *G. crenulatus* et au *G. devoniensis*.¹

Ces deux espèces ont été déjà décrites par de nombreux auteurs. Je n'ajouterais que quelques observations faites sur les thalles récoltés, qui complètent les descriptions classiques. La couleur du *G. crenulatus* est rouge carmin plus ou moins foncé. La croûte basale d'où émergent les frondes apparaît, en coupe, constituée, à la base, de filaments épousant la forme du substrat, d'où naissent des filaments dressés et ramifiés, obliques puis verticaux (Pl. 3, fig. 2). Les cellules renferment, de façon constante, une inclusion réfringente plus ou moins volumineuse, sphérique ou cylindrique (ARDRÉ, 1970), elle semble être incluse dans le cytoplasme pariétal et n'est donc pas mobile sur le matériel vivant (Pl. 3, fig. 2 à 4), cette inclusion est visible sur le matériel vivant ou fixé, et même après réhydratation de spécimens en herbier. Les apex des frondes présentent, dans une zone restreinte, des procarpes; sous-jacent à ce niveau, la surface des thalles apparaît, sur du matériel fixé, marbrée de petites taches sombres et claires; ces taches claires sont des plages de spermatocystes (Pl. 3, fig. 5). La structure des tétrasporoblastes correspond aux descriptions classiques, mais celles-ci ne signalent pas la présence, très nette, de synapses secondaires entre les cellules des filaments de la couche profonde, non fertile, du tétrasporoblaste (Pl. 4, fig. 1 et 2). Le *G. devoniensis* est violacé brunâtre. Les régions apicales sont pourvues de nombreux procarpes, aucun spermatocyste n'a pu être décelé sur toutes les frondes examinées. Les cellules ne renferment pas d'inclusions réfringentes (Pl. 4, fig. 3); toutefois j'en ai parfois observées à la base des thalles, mobiles dans les cellules vivantes.

Les cultures du *G. crenulatus* et du *G. devoniensis* ont été préparées chacune à partir de deux thalles. Après avoir été brossés et rincés, des fragments de tétra-

1. Toute ma gratitude à J. CABIOCH pour son aide dans l'identification du *G. devoniensis*.

sporoblastes à tétraspores et de gonimoblastes à carpospores, paraissant mûres, ont été sectionnés; des coupes épaisses ont été déposées dans des boîtes de Petri en plastique contenant de l'eau de mer filtrée. Après libération, les spores (tétra- ou carpospores) ont été réparties sur des lames de verre ou de plastique immergées dans des boîtes de Petri. Plusieurs plantules ayant été isolées les unes des autres au stade de quelques cellules, certaines boîtes de Petri contiennent une seule plantule, tandis que d'autres en comportent plusieurs. Parmi les plantules isolées, la fixation sur lame a été maintenue; d'autres, par transplantations répétées, ont été mises en suspension dans le milieu. Ces cultures ont été entretenues sur milieu de Von Stosch à la température de $15^{\circ} \pm 2^{\circ}$, et placées en lumière artificielle fournie par des tubes fluorescents (Philips, type «blanc soleil de luxe» et «lumière du jour de luxe», couplés) sous une intensité de 250 lux environ, selon une photopériode de $10/\sqrt{14}$. Au milieu de Von Stosch a été ajouté du GeO_2 afin d'éviter la prolifération des Diatomées; d'autres algues contaminantes (Cyanophycées et Phéophycées) ont été éliminées mécaniquement, dans la mesure du possible. Au cours de la croissance des thalles, ceux-ci ont été placés dans des cristallisoirs de verre. Les coupes ont été faites sur du matériel vivant, à main levée, sous la loupe. Les observations et les photographies ont été réalisées sur du matériel vivant, sauf mention particulière. Des préparations de plantules ont été fixées. Le reste du matériel à partir duquel ont été réalisées ces cultures a été mis en herbier (Pl. 3, fig. 1 et 6), ou fixé dans l'eau de mer formolée à 5%.

III. OBSERVATIONS

1. GYMNOGONGRUS CRENULATUS

Après émission des tétraspores (de 8 à 11 μm de diamètre), une première cloison, perpendiculaire au substrat est apparue (Pl. 4, fig. 4); elle est suivie de divisions qui se succèdent dans des plans variables. Au bout de quatre semaines environ, les plantules se présentent sous deux aspects : discoïde, généralement encore unistratifié, et s'accroissant en diamètre par divisions des cellules marginales (Pl. 4, fig. 5 et 6); massif et n'adhérant pas au substrat (Pl. 4, fig. 7). Ces deux sortes de plantules sont souvent pourvues de longs poils hyalins. Par la suite, les plantules discoïdes s'élargissent, deviennent polystromatiques, sauf à la marge, à la suite de divisions parallèles ou obliques au substrat; très rapidement les premières pousses dressées naissent de groupes d'initiales : soit une seule pousse centrale, soit deux, centrale et latérale (Pl. 5, fig. 1), ou toutes deux latérales. Les plantules massives se fixent généralement rapidement au substrat par épatement basilaire, puis produisent une première pousse dressée centrale (Pl. 4, fig. 8); celles, rares, restées encore libres, développent quelques courts filaments qui jouent le rôle de stolons : les massifs cellulaires qu'ils forment évoluent ensuite, comme le massif primitif, en thalles rampants produisant des pousses dressées.

Au fur et à mesure de la croissance des disques, de nombreuses autres pousses dressées apparaissent à leur marge. Les plantules maintenues libres dans le milieu produisent aussi un axe; leur disque basal continue sa croissance en entourant

étroitement cette première pousse, et donne naissance à de nombreuses autres pousses (Pl. 6, fig. 3 et 4). Au bout de sept semaines, les pousses dressées les mieux développées atteignent 800 μm sur les disques fixés, et 1200 μm sur les plantules en suspension. Tout d'abord cylindriques, elles présentent ensuite un aplatissement sensible. Dès l'âge de neuf mois, les plantules ont l'aspect des thalles récoltés dans la nature (Pl. 6, fig. 1 et 2); elles atteignent 35 à 60 mm de longueur à trente deux mois, les plus longues étant celles qui croissent en suspension (Pl. 6, fig. 5 et 6, Pl. 7, fig. 2 à 5). Leur couleur est rouge carmin plus ou moins foncé.

Sur des coupes radiales pratiquées à la marge des thalles encroûtants apparaissent les cellules marginales qui ont donné naissance à des cellules basales par cloisonnements perpendiculaires au substrat; chacune d'elles porte un filament ramifié, oblique tout d'abord, vertical ensuite (Pl. 1, fig. 1 et 2; Pl. 5, fig. 3). Par comparaison avec les croûtes de certaines Rhodophycées (Peyssonnéiacées, Corallinacées), on peut considérer l'ensemble des cellules basales comme un hypothalle, et l'ensemble des filaments dressés comme un périthalle. Les filaments de l'hypothalle présentent des synapses secondaires; je n'en ai pas observé entre les filaments du périthalle. Il n'y a pas de «rhizoïdes» comparables à ceux des Peyssonnéiacées (Pl. 5, fig. 2). Dans les portions sous-jacentes à toutes les pousses dressées, ainsi que lors d'un décollement partiel du disque, l'hypothalle forme des filaments rhizoïdaux (Pl. 5, fig. 3 à 6) souvent longs et ramifiés, parfois pourvus de synapses secondaires, pouvant former un feutrage épais.

La structure multiaxiale des frondes est semblable à celle des thalles récoltés dans la nature (Pl. 8, fig. 4). Les corpuscules réfringents, parfois masqués par l'amidon floridéen, sont partout présents, aussi bien dans les disques que dans les frondes, jusqu'aux apex. Ils sont plus ou moins volumineux, sphériques ou cylindriques. Il semble qu'il n'y en ait qu'un seul par cellule; dans certains cas il peut paraître y en avoir plusieurs, mais il est possible que certains aient été arrachés par les coupes, ou que la superposition de plusieurs cellules donne cette apparence.

Des procarpes sont apparus sur la plupart des thalles au bout de vingt deux mois; l'un d'eux en présenta cependant dès le dixième mois (Pl. 6, fig. 2, 5 et 6). Les procarpes forment des punctuations claires, visibles à la loupe, sur les deux faces, dans une zone apicale peu étendue (Pl. 7, fig. 1). Tous les apex d'un thalle arrivent à en être pourvus. Leur production peut se poursuivre plusieurs mois, s'interrompre, puis reprendre pour une nouvelle période; pendant ce temps la croissance végétative se poursuit. Chaque procarpe comporte une cellule support ou auxiliaire, et un rameau carpogonial de trois cellules; la première porte généralement une, rarement deux, cellule stérile; dans les jeunes procarpes, les trichogynes émergent à peine du cortex, mais ils deviennent assez longs et sont souvent sectionnés par les coupes (Pl. 1, fig. 3 à 5; Pl. 8, fig. 5).

La plus grande partie des procarpes semble dégénérer. Pourtant un tétrasporoblaste s'est formé sur le premier thalle devenu fertile, un mois après l'apparition des procarpes (Pl. 6, fig. 2); puis trois autres se sont développés sur ce même thalle vingt quatre mois après le premier. Quatre autres thalles ont produit des

tétraspoblastes, parfois nombreux sur un même individu, trente quatre mois après le début des cultures (Pl. 7, fig. 2 à 5). De ces cinq thalles, trois proviennent du développement de tétraspores isolées; l'un de ceux-ci est fixé au substrat. Des coupes pratiquées dans des apex pourvus de procarpes de ces cinq thalles en croissance m'ont permis de déceler des spermatocystes chez trois d'entre eux, mais seulement après fixation au formol (Pl. 8, fig. 6). Depuis, de jeunes tétraspoblastes sont apparus dans la région apicale de ces thalles, ainsi que sur un sixième qui en était dépourvu. Par de nouvelles observations des apex fertiles, j'ai pu voir, sur le vivant, des spermatocystes formant, sur les deux faces, des plages très restreintes, dans la zone sous-jacente à celle où sont situés les procarpes (Pl. 8, fig. 7 et 8). De plus, le trichogyne d'un des procarpes examinés, présente, fixé sur lui, deux petites masses ovoïdes et transparentes qui semblent bien être des spermaties; l'une d'elles paraît être reliée au cytoplasme du trichogyne par un fin canalicule (Pl. 1, fig. 5).

La structure des tétraspoblastes (Pl. 7, fig. 6; Pl. 8, fig. 1 à 3) est semblable à celle des tétraspoblastes observés sur les thalles récoltés dans la nature; de nombreuses synapses secondaires existent entre les cellules des filaments qui s'étalent en nappe dans la partie basale, non fertile, du tétraspoblaste. Ces tétraspoblastes poursuivent leur croissance, mais aucun tétraspocyste n'est encore apparu (juillet 1977). Des coupes n'ayant pas été pratiquées dans le premier tétraspoblaste formé, je ne puis dire s'il a produit des tétraspocystes; il est encore visible sur ce thalle, qui atteint 70 mm de longueur, et présente une cavité centrale.

2. *GYMNOGONGRUS DEVONIENSIS*

Après émission des carpospores (7 à 10 μm de diamètre), une première cloison perpendiculaire au substrat est apparue au troisième jour (Pl. 9, fig. 1). Parfois dès ce stade, mais généralement après d'autres cloisonnements, les plantules produisent un ou plusieurs filaments plus ou moins longs, donnant naissance à des massifs cellulaires qui, à leur tour, émettent des filaments qui forment d'autres bourgeonnements cellulaires, ceci pouvant se répéter de nombreuses fois (Pl. 2, fig. 4 à 7; Pl. 9, fig. 2 à 6). Des poils hyalins sont assez fréquents au niveau des massifs. Le massif primitif adhère au substrat et s'accroît par division des cellules marginales; les massifs secondaires se fixent aussi plus ou moins rapidement. Même après fixation, la production de nouveaux massifs peut se poursuivre plusieurs mois par bourgeonnement de filaments aussi bien à la marge qu'à la face supérieure des disques. Les premières pousses dressées se manifestent au bout de cinq semaines environ, par de petites proéminences à la surface des disques, même sur ceux de petite dimension; au fur et à mesure de la croissance des disques, de nombreuses autres pousses apparaissent à la marge. Les plantules maintenues en suspension dans le milieu et issues de spores isolées, sont aussi constituées de nombreuses pousses reliées entre elles par des filaments longtemps discernables mais qui ont été fréquemment rompus au cours des transplantations. Au bout de neuf semaines les pousses dressées les mieux développées atteignent 800 à 1000 μm de longueur. Agées de douze mois, elles ont entre 15 et 30 mm de longueur (Pl. 11, fig. 1 à 8); les mieux développées sont

celles qui croissent en suspension; quoique peu ramifiées et peu aplaties, elles ont une morphologie qui se rapproche de celle des thalles récoltés dans la nature; leur couleur est violacée brunâtre; elles atteignent entre 40 et 60 mm de longueur au bout de trente six mois. Les pousses des plantules maintenues fixées ne dépassent pas 35 mm au même âge; les thalles encroûtants par contre se développent activement ainsi que de nouvelles pousses dressées; les disques voisins deviennent jointifs, couvrent la lame sur sa face supérieure et envahissent sa face inférieure.

Les disques rampants sont très minces (Pl. 2, fig. 1 à 3; Pl. 10, fig. 1). Sur des coupes radiales on voit que les cellules initiales marginales ont produit, par cloisonnements perpendiculaires au substrat, des files de cellules basales; chacune de celles-ci porte, à peu de distance de la marge, un filament dressé vertical et simple composé de trois cellules; ce n'est que lors de la formation de jeunes pousses dressées que ces filaments s'allongent et présentent des ramifications. Les cellules de la nappe basale présentent des synapses secondaires; je n'en ai pas observé entre les filaments dressés. Des filaments rhizoïdaux sont produits par les cellules de l'assise basale sous chaque pousse dressée, et lors du décollement du substrat (Pl. 10, fig. 2, 4 et 5); ces filaments longs et ramifiés, et qui présentent des synapses secondaires, peuvent augmenter notablement l'épaisseur du disque.

La structure multiaxiale des frondes est semblable à celle des thalles récoltés dans la nature (Pl. 12, fig. 1). Je n'ai pas observé de corpuscules réfringents sauf, parfois, dans les disques et à la base des thalles dressés; ils sont souvent mobiles dans le matériel vivant. Plusieurs frondes ont présenté, à des niveaux en général assez éloignés des apex, des épaissements mal délimités et de couleur plus intense que le reste du thalle. En coupe, il apparaît que les cellules médullaires ont bourgeonné vers leur intérieur des filaments à cellules pourvues de plastes, qui finissent par obturer la lumière des cellules médullaires; ces filaments enchevêtrés, qui semblent s'allonger dans l'axe de la fronde dans un secteur peu étendu, rendent parfois méconnaissable la structure typique des *Gymnogongrus* (Pl. 10, fig. 6 à 8).

Des procarpes sont apparus entre le vingtième et le vingt quatrième mois après le début des cultures, sur des thalles maintenus en suspension dans le milieu (Pl. 11, fig. 4-5, 7-8); ces thalles atteignaient entre 25 et 40 mm de longueur. Tous les thalles fixés au substrat sont toujours demeurés stériles. Depuis le début de la formation des procarpes, ces thalles fertiles n'ont pas cessé d'en produire et tous les apex sont arrivés à en être pourvus. Les ponctuations claires qu'ils constituent se distinguent facilement à la loupe sur les deux facès (Pl. 12, fig. 2); les régions apicales peuvent en présenter sur une longueur de 10 à 15 mm, les plus âgés dégénéralant au fur et à mesure de la croissance. Chaque procarpe comporte une cellule support ou auxiliaire, volumineuse et à paroi épaisse, et un rameau carpoïdial de trois cellules; la première porte une cellule stérile, le trichogyne reste souvent en grande partie inclus dans le cortex et émerge peu de celui-ci (Pl. 1, fig. 6 et 7; Pl. 12, fig. 3).

Aucun spermatocyste n'a été décelé aussi bien sur les thalles pourvus de procarpes que sur ceux, fixés ou en suspension, qui n'en présentaient pas.

Un thalle provenant d'une carpospore isolée, et pourvu de nombreux procarpes depuis février 1976, a présenté en octobre 1976, une petite ponctuation rouge bien délimitée, légèrement saillante d'un côté, à 200 μm d'un apex. Les coupes pratiquées à ce niveau montrent une zone corticale assez épaisse et, dans la région médullaire, de petits amas de cellules colorées, sans plastes visibles (Pl. 12, fig. 4). S'agit-il d'un jeune gonimoblaste ? Il est difficile de conclure avec certitude. Aucune autre formation analogue n'est apparue depuis, ni sur ce thalle, ni sur tous ceux qui continuent à être pourvus de procarpes.

IV. DISCUSSION

1) La distinction spécifique du *G. crenulatus* et du *G. devoniensis* est maintenant certaine. Plusieurs caractères différentiels méritent d'être soulignés : au niveau a) des premiers stades du développement, b) de la structure des thalles rampants, c) des organes sexuels, d) de l'évolution de ceux-ci.

a) D'après CHEMIN (1927, 1929) le développement des carpospores et des tétraspores est identique. Pourtant il indique, au sujet des tétraspores, que si certains disques donnent naissance à des filaments, d'autres ne le font pas; tandis que, pour les carpospores, il signale que un ou deux filaments sont « toujours » produits, ce que j'ai aussi toujours observé. Quoiqu'il en soit, si « dans une espèce donnée les deux sortes de spores germent de la même façon », il est vrai aussi que des espèces différentes peuvent avoir un mode de développement semblable. La production de filaments ne semble d'ailleurs pas toujours significative (cf. WEST, 1972), elle est peut-être liée, en partie, aux conditions du milieu extérieur.

b) Je ne reviendrai pas sur les différences indubitables qui existent entre les structures des thalles rampants de ces deux espèces. Ce qu'il faut souligner, c'est l'absence de production de tétrasporocystes sur les thalles rampants nés des carpospores. Je m'attendais à en observer, trouvant là un exemple à ajouter aux espèces dont le tétrasporophyte était inconnu et qui s'est révélé être un thalle encroûtant, connu ou non dans la nature (BOILLOT, 1965... etc.). Il me semble difficile de supposer que j'ai pu ne pas les discerner. Le fait que les premières frondes dressées se développent rapidement sur des thalles rampants de très petite taille permet d'être assuré de leur origine. De plus, ce cas n'est pas unique puisque récemment DECEW et WEST (1977) ont obtenu, à partir de carpospores de certaines souches (Yankee Point) du *Gymnogongrus leptophyllus*, des disques stériles qui ont produit des frondes dressées et des carposporophytes. Ces auteurs considèrent ces thalles rampants, producteurs de tétrasporocystes chez d'autres souches (Duxbury Reef), comme identiques à l'*Erythrodermis haematites*. La structure des thalles rampants obtenus dans les cultures présentes, ressemble effectivement à un *Erythrodermis*, algue qui, à ma connaissance, n'a jamais été signalée à Roscoff, ni ailleurs en France.

c) Le *G. crenulatus* est. monoïque, comme l'avait parfaitement observé SCHOTTER. Quant au *G. devoniensis*, je n'ai malheureusement pas recherché de thalles mâles à Roscoff, mais on peut s'attendre à ce qu'il soit dioïque. On

peut le déduire de plusieurs observations indirectes : 1) tous les thalles de la touffe récoltée à Roscoff ne présentent que des procarpes et des gonimoblastes; 2) ces procarpes occupent, dans les thalles récoltés dans la nature et dans ceux obtenus en culture, des portions de frondes relativement étendues; 3) à propos du *Gymnogongrus* sp. 1 de Bloiscon (à tétrasporoblastes) il est dit (SCHOTTER, 1968) qu'un individu porteur d'organes mâles a été observé; il est possible que cet individu soit en réalité un thalle mâle du *G. devoniensis*; 4) sur la côte basque, où le *G. devoniensis*, qui ne paraît pas différent de celui de Roscoff, est très abondant, plus que le *G. crenulatus*, j'ai récolté autant de thalles mâles que de thalles femelles (Pl. 12, fig. 5 et 6). J'ajouterai ici que je présume que toutes les espèces de *Gymnogongrus* à tétrasporoblastes sont monoïques, et que toutes celles à gonimoblastes sont dioïques.

d) Les procarpes du *G. crenulatus* se sont développés en tétrasporoblastes et aucun gonimoblaste n'est apparu dans les cultures; de même que, dans la nature, il n'a jamais été signalé, à ma connaissance, de thalles portant ces deux sortes d'organes. Aucun tétrasporoblaste n'a été formé sur les *G. devoniensis*, mais un jeune gonimoblaste (s'il s'agit bien de cela) est apparu, en culture, sur l'un des thalles femelles.

2) L'hypothèse de SCHOTTER est confirmée : le cycle de développement du *G. crenulatus* est digénétique, avec alternance d'un gamétophyte et d'un tétrasporophyte réduit et parasite. Un cycle morphologique analogue a déjà été observé chez le *Phyllophora truncata* (Pall.) Zin. (= *Phyllophora brodiaei* (Turn.) Endl., ROSENVINGE, 1929) et chez deux *Gymnogongrus* : *G. griffithsiae* (Turn.) Mart. (CHEMIN, 1933; GREGORY, 1934), et *G. platyphyllus* Gardn. (DOUBT, 1935). ROSENVINGE a comparé la reproduction du *Liagora tetrasporifera* Børg. à celle du *P. truncata*; pour lui, la génération parasite de chacune de ces espèces représente un tétrasporophyte, mais il souligne bien que chez le *L. tetrasporifera* cette génération a l'apparence et la structure d'un «cystocarpe» produisant des tétraspores au lieu de carpospores, tandis que chez le *P. truncata* elle ne présente aucune ressemblance avec un cystocarpe mais a le caractère d'une forme très réduite d'un tétrasporophyte normal, réduction due à son parasitisme. La structure du tétrasporoblaste, la disposition en chaîne des tétrasporocystes, caractéristique de celle que l'on trouve chez les Phyllophoracées, ne permettent donc pas de supposer qu'il s'agit d'un gonimoblaste à carpotétrasporocystes. Par contre la génération parasite du *L. tetrasporifera* représente bien, comme BØRGESSEN (1927) l'avait compris, un carposporophyte (FELDMANN in SCHOTTER, 1968; COUTÉ, 1976).

La présence de spermaties observées sur un trichogyne n'est pas une preuve suffisante pour pouvoir affirmer qu'une fécondation a eu lieu; cependant, il ne paraît pas trop imprudent de supposer qu'elle précède la formation du tétrasporoblaste, même pour les thalles isolés où, dans ce cas, une autofécondation se serait produite. Dans cette hypothèse, le cycle du *G. crenulatus* serait diplophasique, comme celui du *Phyllophora truncata* (CLAUSSEN, 1929; NEW-ROTH, 1972), la méiose devant être recherchée lors de la formation des tétrasporocystes. Pourtant, les données caryologiques de DOUBT (1935) pour le

Gymnogongrus platyphyllus, qui présenterait le même nombre chromosomique dans le thalle, le rameau carpogonial et les tétraspores, ne permettent pas d'écarter totalement l'éventualité d'une parthénogenèse puisque, bien qu'ayant observé la fusion entre le carpogone et la cellule support, elle estime qu'une fécondation est très improbable.

L'interprétation du cycle du *G. devoniensis* est plus hypothétique. On peut supposer, comme le font DECEW et WEST (1977) pour le *G. leptophyllus* de Yankee Point, que la souche de Roscoff est apoméiotique : carpospores, thalles encroûtants, de structure comparable à celle d'un *Erythrodermis* stérile, et frondes dressées seraient alors haploïdes. Il faut souligner que les cultures du *G. devoniensis* ont été préparées à partir de deux thalles d'une même touffe; le fait que de nombreuses pousses dressées naissent, en culture, sur les disques provenant du développement d'une seule carpospore, n'exclut pas la possibilité que, s'il en est de même dans la nature, la touffe récoltée puisse être issue d'une seule carpospore; autrement dit, les résultats obtenus ici ne laissent pas présumer qu'à Roscoff tous les *G. devoniensis* soient apoméiotique. L'hypothèse que des souches apoméiotiques se rencontrent chez d'autres Gigartinales a déjà été proposée (KUCKUCK, 1912; DREW, 1944; WEST, 1972; WEST et POLANSHEK, 1972, 1975, POLANSHEK et WEST, 1975; CHEN *et al.*, 1974; KIM, 1976; ARDRÉ, 1977a). Le *Gymnogongrus linearis* (C. Ag.) J. Ag. étudié par DOUBT (1935) ayant le même nombre de chromosomes dans les cellules du thalle et dans les carpospores pourrait être considéré comme étant apoméiotique, mais cette interprétation doit être abandonnée puisque cet auteur affirme que la fécondation intervient. Cependant, plus récemment, les cultures de carpospores de cette espèce réalisées par NEWROTH et MARKHAM (1972) leur font supposer qu'un développement parthénogénétique pourrait intervenir.

Je signalerai brièvement ici que des carpospores du *G. devoniensis* de Biarritz, mises en culture en octobre 1975, ont donné naissance, de façon analogue aux carpospores du *G. devoniensis* de Roscoff, à des thalles encroûtants stériles de structure absolument identique à celle des disques obtenus à partir de la souche de Roscoff, mais qui, jusqu'à présent (juillet 1977) n'ont encore formé aucune fronde dressée. Il est possible qu'à Biarritz, où les conditions écologiques sont incontestablement plus favorables à cette espèce qu'elles ne le sont à Roscoff, le cycle du *G. devoniensis* comporte un tétrasporephyte analogue à un *Erythrodermis*; les conditions de culture (température relativement basse, éclairage faible), identiques à celles utilisées pour la souche de Roscoff, inhibent peut-être la production de tétrasporecystes.

En l'absence de données caryologiques, la découverte dans la nature d'un *Erythrodermis* avec tétraspores, et la mise en culture de celles-ci, permettrait peut-être de montrer que certaines souches du *G. devoniensis* présentent, comme certaines souches du *G. leptophyllus*, une alternance entre tétrasporephyte encroûtant et gamétophyte à frondes dressées, c'est-à-dire un cycle trigénétique hétéromorphe diplohaplophasique.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ARDRÉ, F., 1970 — Contribution à l'étude des algues marines du Portugal. I. La flore. *Port. acta biol.*, B, 10 : 137-560.
- ARDRÉ, F., 1977a — Sur le cycle du *Schizymeria dubyi* (Chauv. ex Duby) J. Ag. (Nématocécée, Gigartinales). *Rev. Algol.* 12(1-2) : 73-86.
- ARDRÉ, F., 1977b — Sur le cycle morphologique du *Gymnogongrus crenulatus* (Turn.) J. Ag. (Gigartinales, Rhodophycée) en culture. *G. R. Acad. Sc. Paris*, 285 : 513-514.
- BOILLOT, A., 1965 — Sur l'alternance de générations hétéromorphes d'une Rhodophycée, *Halarachnion ligulatum* (Woodward) Kützing (Gigartinales, Furcellariacées). *C. R. Acad. Sc. Paris*, 261 : 4191-4193.
- BØRGESEN, F., 1927 — Marine algae from the Canary Islands, especially from Teneriffe and Gran Canaria. III Rhodophyceae, part I, Bangiales and Nematiales. *Danske Vidensk. Selsk., Biol. Meddel. Kbh.* 6(6) : 1-97.
- CHEMIN, E., 1927 — Sur le développement des spores d'*Actinococcus peltaeformis* Schm. et la signification biologique de cette algue. *Bull. Soc. bot. Fr.* 74 (9-10) : 912-920.
- CHEMIN, E., 1929 — Développement des spores issues du cystocarpe de *Gymnogongrus norvegicus* J. Ag. *Bull. Soc. bot. Fr.* 76(3-4) : 305-308.
- CHEMIN, E., 1933 — Sur le mode de reproduction de *Gymnogongrus griffithsiae* Mart. et de quelques espèces du même genre. *Bull. Soc. bot. Fr.* 80(9-10) : 755-770.
- CHEN, L. C., EDELSTEIN, T. et McLACHLAN, J., 1974 — The life history of *Gigartina stellata* (Stackh.) Batt. (Rhodophyceae, Gigartinales) in culture. *Phycologia* 13 : 287-294.
- CLAUSSEN, H., 1929 — Zur Entwicklungsgeschichte von *Phyllophora brodiaei*. *Ber. dtsh. bot. Ges.* 47(9) : 544-547.
- COUTÉ, A., 1976 — Étude comparative des cycles du *Liagora tetrasporifera* Børg. et du *Liagora distenta* (Mert.) C. Ag. en culture. *Rev. Algol.* 11(3-4) : 273-297.
- DECEW, T. et WEST, J. A., 1977 — Life history relationship between *Gymnogongrus leptophyllus* and *Erythrodermis* (= *Petrocelis*) *haematis*. *Br. Phycol. J.* 12 : 118.
- DIXON, P. S. et IRVINE, L. M., 1977 — Seaweeds of the British Isles. Vol. 1 Rhodophyta, Part 1 : Introduction, Nematiales, Gigartinales. *Brit. Mus. (Nat. Hist.)* 78(781) : 1-XI, 1-252.
- DREW, K. M., 1944 — Nuclear and somatic phases in the Florideae. *Biol. Rev.* 19 : 105-120.
- DOUBT, D. G., 1935 — Notes on two species of *Gymnogongrus*. *Amer. J. Bot.* 22(3) : 294-310.
- GREGORY, B. D., 1934 — On the life history of *Gymnogongrus griffithsiae* Mart. and *Ahnfeltia plicata* Fries. *J. Linn. Soc. (Bot.)* 49(331) : 531-551.
- GREVILLE, R. K., 1821 — Description of a new species of *Fucus* found in Devonshire. *Mem. Werner. nat. Hist. Soc.* 3 : 396-399.
- GREVILLE, R. K., 1830 — Algae Britannicae. Edinburgh, McLachlan et Stewart : 1-LXXXVII, 1-218.
- KIM, D. H., 1976 — A study of the development of cystocarps and tetrasporangial sori in Gigartineae (Rhodophyta, Gigartinales). *Nov. Hedw.* 27 : 1-94.
- KUCKUCK, P., 1912 — Ueber *Platoma bairdii* (Farl.) Kück. *Wiss. Meeresunters. Helgoland. N. F.* 5 : 187-208.
- NEWROTH, P. R., 1972 — Studies on life histories in the Phylloporaceae. I, *Phyllophora truncata* (Rhodophyceae, Gigartinales). *Phycologia* 10 : 345-354.
- NEWROTH, P. R. et MARKHAM, J. W., 1972 — Observations on the distribution, morphology and life histories of some Phylloporaceae. *Intl. Seaweed Symp.* 7 : 120-126.

- PARKE, M. et DIXON, P. S., 1976 – Check-list of British marine algae, third revision. *J. mar. biol. Ass. U. K.* 56 : 527-594.
- POLANSHEK, A. R. et WEST, J. A., 1975 – Culture and hybridization studies on *Petrocelis* (Rhodophyta) from Alaska and California. *J. Phycol.* : 434-439.
- ROSENVINGE, L. K., 1929 – *Phyllophora brodiaei* and *Actinococcus subcutaneus*. *Danske Vidensk. Selsk., Biol. Medd. Kbh.* 8(4) : 3-40.
- SCHOTTER, G., 1960a – Sur la reproduction du *Gymnogongrus norvegicus* (Gunner) J. Agardh, en Méditerranée. *C. R. Acad. Sc. Paris* 251 : 1174-1175.
- SCHOTTER, G., 1960b – Sur la reproduction du *Gymnogongrus norvegicus* (Gunner) J. Agardh dans la Manche et les cycles reproducteurs des Phylloporacées (Algues rouges). *C. R. Acad. Sc. Paris* 251 : 1647-1649.
- SCHOTTER, G., 1968 – Recherches sur les Phylloporacées. Notes posthumes publiées par J. Feldmann et M. F. Magne. *Bull. Inst. océanogr. Monaco* 67 : 1-99.
- WEST, J. A., 1972 – The life history of *Petrocelis franciscana*. *Br. Phycol. J.* 7 : 299-308.
- WEST, J. A. et POLANSHEK, A. R., 1972 – A *Gigartina* species with a crustose tetrasporophyte. *J. Phycol.* 8, suppl. : 11.
- WEST, J. A. et POLANSHEK, A. R., 1975 – Culture studies on *Petrocelis cruenta* and *Gigartina stellata* (Rhodophyta) from the north Atlantic. *J. Phycol.* 11, suppl. : 17.

LÉGENDES DES FIGURES

Planche 1. — Matériel en culture. — 1 à 5 : *G. crenulatus*. — 1 et 2 : coupes transversales radiales d'un thalle encroûtant. — 3 à 5 : coupes transversales de frondes au niveau de procarpes; en 5 : deux spermaties sont fixées sur le trichogyne. — 6 et 7 : *G. devoniensis* : coupes transversales de frondes au niveau de procarpes. — cs : cellule support; rc : rameau carpogonial de trois cellules; st : cellule stérile portée par la première cellule du rameau carpogonial. — 1 et 2, à l'échelle A; 7 à l'échelle B; 3 à 6, à l'échelle C.

Planche 2 — Matériel en culture. — 1 à 7 : *G. devoniensis*. — 1 à 3 : coupes transversales radiales de thalles encroûtants; 1 : au niveau de la marge; 2 : au niveau d'une très jeune fronde; 3 : au niveau d'une fronde bien développée. — 4 à 7 : plantules âgées de cinq à six semaines. — 2 et 3, à l'échelle A; 1 et 4 à 7, à l'échelle B.

Planche 3. — 1 à 5 : *G. crenulatus*, Roscoff, avril 1974. — 1 : thalles mis en herbier; l'échelle correspond à 1 cm. — 2 : coupe transversale de la croûte d'où émergent les frondes. x 225. — 3 et 4 : coupes transversales d'une fronde. 3, x 370; 4, x 580; les corpuscules réfringents sont visibles en 2, 3 et 4. — 5 : surface de la région sous-apicale d'une fronde présentant des plages claires de spermatocystes (matériel fixé). x 225. — 6 : *G. devoniensis*, Roscoff, avril 1974; thalles mis en herbier; l'échelle correspond à 1 cm.

Planche 4. — 1 et 2 : *G. crenulatus*, Roscoff, avril 1974; coupes transversales d'un tétrasporoblaste montrant des synapses secondaires (matériel fixé). x 580. — *G. devoniensis*, Roscoff, avril 1974; coupe transversale d'une fronde. x 225. — 4 à 8 : *G. crenulatus*, matériel en culture. — 4 : premières divisions de tétraspores au bout de trois jours. x 770. — 5 à 8 : quatre plantules âgées entre quatre et six semaines; 5 et 6 : plantules discoïdes; 5 : face inférieure d'un thalle discoïde qui a été détaché du substrat; 6 : face supérieure d'un autre disque; 7 et 8 : plantules massives; 7 : non fixée, 8 : adhérent au substrat par épatement basilaire. — 5, x 225; 6 et 8, x 580; 7, x 225.

Planche 5. — 1 à 6 : *G. crenulatus*, matériel en culture. — 1 : plantule âgée de six semaines présentant une pousse centrale et une pousse latérale. x 580. — 2 : marge d'un thalle encroûtant, face inférieure. x 580. — 3 à 6 : coupes transversales radiales de thalles encroûtants; 3 : au niveau de la marge qui s'est décollée du substrat. x 370; 4 : au niveau d'une fronde coupée tangentiellement. x 225; 5 : détail de la partie profonde d'un thalle rampant. x 580; 6 : au niveau d'une fronde coupée radialement. x 115. — en 4, 5 et 6, la marge du thalle rampant est située à droite. — i : initiale; r : rhizoïdes.

Planche 6. — 1 à 6 : *G. crenulatus*, matériel en culture. — 1 : thalle stérile âgé de onze mois. x 2. — 2 : gamétophyte fertile âgé de onze mois provenant du développement d'une tétraspore isolée; un des apex présente un jeune tétrasporoblaste (flèche). x 2. — 3 : partie basale d'un thalle âgé de 22 mois, croissant en suspension dans le milieu; le disque basal (db) bien développé, entoure étroitement la pousse principale (pp), et porte de nombreuses autres pousses (ps). x 2. — 4 : coupe de ce disque basal; pousse principale (pp) en coupe transversale, et une pousse secondaire (ps) en coupe radiale; r : rhizoïdes. x 115. — 5 : gamétophyte fertile âgé de 22 mois. x 1. — 6 : gamétophyte fertile âgé de 26 mois. x 0,8.

Planche 7. — 1 à 6 : *G. crenulatus*, matériel en culture. — 1 : apex d'un gamétophyte fertile, les doubles flèches indiquent l'emplacement des procarpes. x 30. — 2 et 3 : gamétophytes fertiles âgés de trente six mois, provenant chacun du développement d'une tétraspore isolée; ces thalles portent l'un (2) quatre tétrasporoblastes dont un seul est visible, l'autre (3) de nombreux tétrasporoblastes. — 4 et 5 : détail du thalle 2; les flèches indiquent les emplacements des tétrasporoblastes; les échelles correspondent à 1 cm. — 6 : coupe transversale d'un jeune tétrasporoblaste (matériel fixé). x 370.

Planche 8. — 1 à 8 : *G. crenulatus*, matériel en culture. — 1 à 3 : coupes transversales d'un tétrasporoblaste; les synapses secondaires sont visibles entre les cellules des filaments de

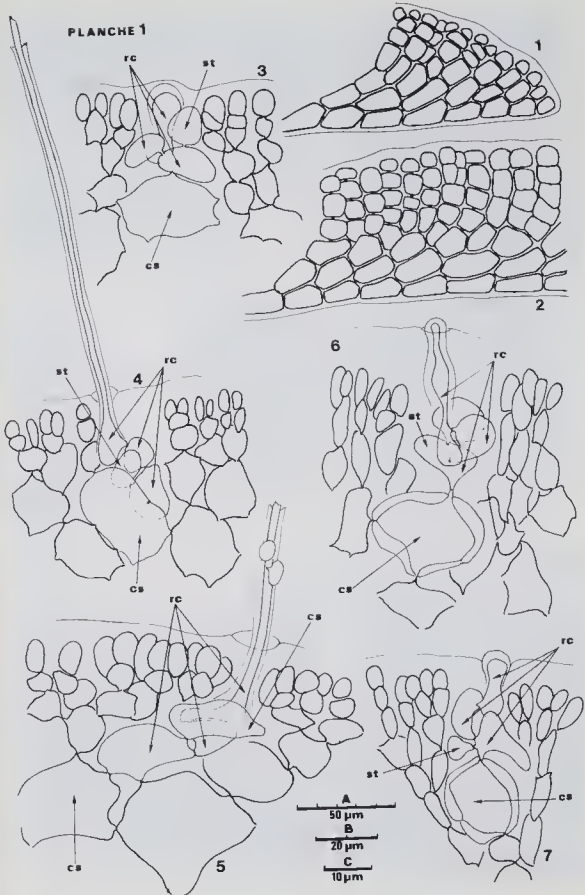
la couche basale (2); les cellules de la zone corticale n'en présentent pas (3). 1, x 225; 2 et 3, x 580. — 4 : coupe transversale d'une fronde. x 580. — 5 : coupe transversale au niveau d'un procarpe. x 770. — 6 : coupe transversale au niveau de spermatocystes (matériel fixé); la flèche indique l'emplacement des spermatocystes. x 1160. — 7 : surface d'une fronde dans une zone stérile. x 870. — 8 : surface d'une fronde dans une zone présentant des plages claires de spermatocystes. x 870.

Planche 9 : 1 à 6 : *G. devoniensis*, matériel en culture. — 1 : premières divisions de carpospores au bout de trois jours. x 770. — 2 : plantules âgées de trois semaines. x 870. — 3 : plantules âgées de cinq semaines. x 580. — 4 à 6 : plantules âgées de dix à douze semaines. x 115.

Planche 10. — 1 à 8 : *G. devoniensis*, matériel en culture. — 1 : coupe transversale radiale d'un thalle encroûtant au niveau de la marge. x 300. — 2 : coupe transversale d'un thalle rampant qui s'est décollé du substrat. x 370. — 3 : portion marginale d'un thalle encroûtant (face inférieure). x 225. — 4 : portion marginale d'un thalle présentant des rhizoïdes (face inférieure). x 370. — 5 : portion d'un thalle encroûtant, en coupe transversale, présentant des rhizoïdes, dans une partie sous-jacente à une jeune fronde. x 370. — 6 à 8 : formations de signification inconnue; petites cellules, pourvues de plastes, situées à l'intérieur de cellules médullaires, vues en coupes transversale (6) et longitudinale (7), qui arrivent à rendre méconnaissable la structure typique des frondes du *G. devoniensis* (8). 6 et 7, x 370; 8, x 115. — i : initiale; r : rhizoïdes.

Planche 11. — 1 à 8 : *G. devoniensis*, matériel en culture. — 1 à 3 : thalles stériles âgés de onze mois. x 2. — 4 et 5 : gamétophytes femelles fertiles âgés de vingt six mois. x 1. — 6 : thalle stérile âgé de trente six mois. — 7 et 8 : gamétophyte femelle fertile âgé de trente six mois. — 6 à 8 : échelles correspondant à 1 cm.

Planche 12. — 1 à 4 : *G. devoniensis*, matériel en culture. 1 : coupe transversale d'une fronde. x 370. — 2 : apex d'un gamétophyte femelle fertile; les nombreux procarpes sont au niveau des ponctuations claires. x 30. — 3 : coupe transversale au niveau de deux procarpes. x 580. — 4 : coupe transversale au niveau d'un jeune gonimoblaste (?) (matériel fixé). x 225. — 5 et 6 : *G. devoniensis*, Biarritz, octobre 1975. 5 : coupe transversale d'un gamétophyte mâle au niveau de spermatocystes. x 580. — 6 : spermaties. x 870.



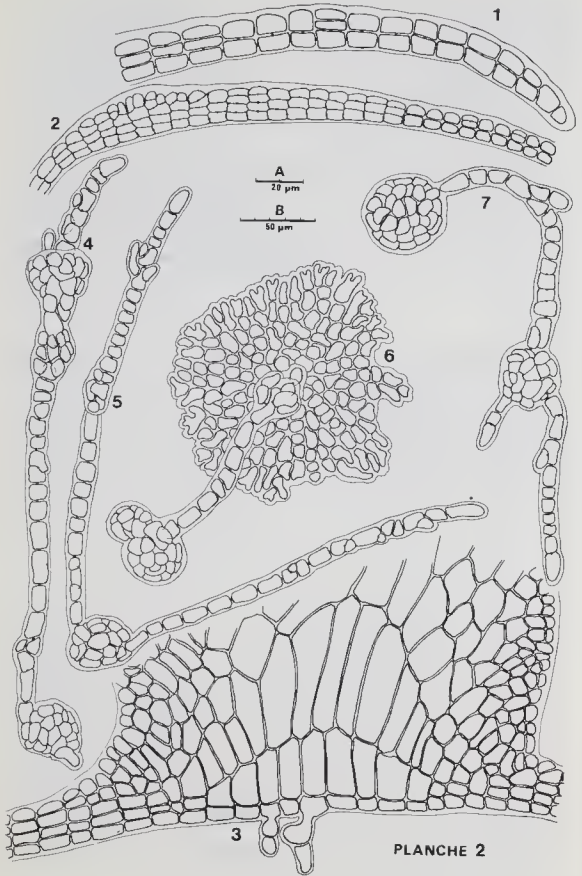
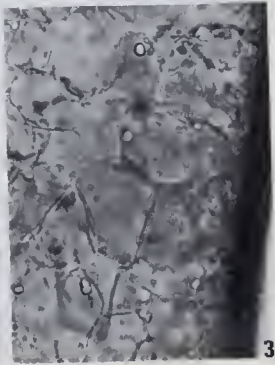
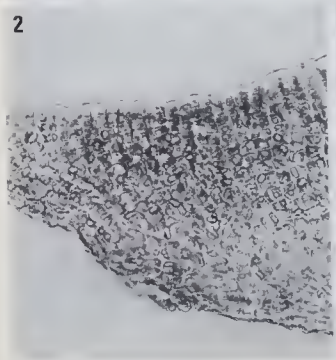
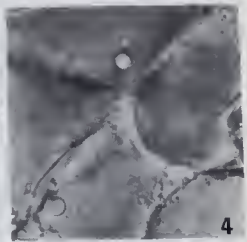
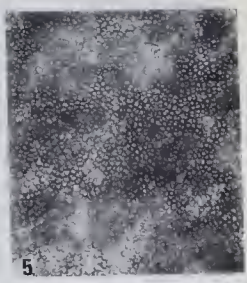
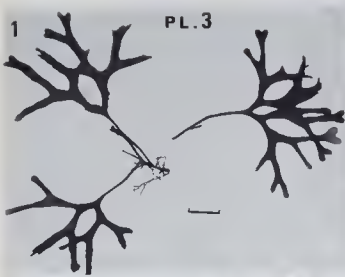
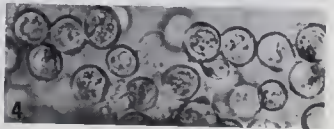
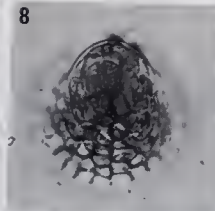
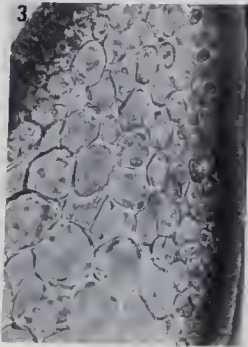
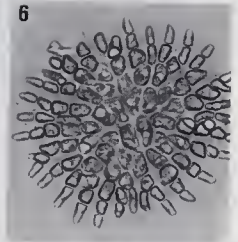
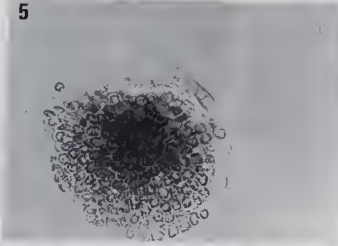
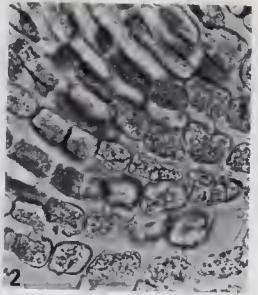
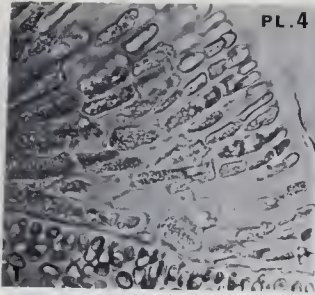
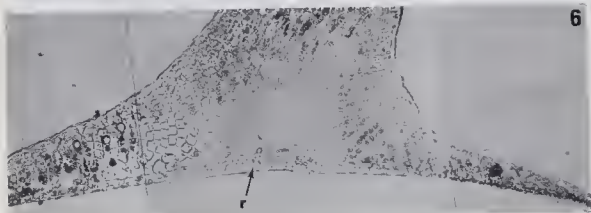
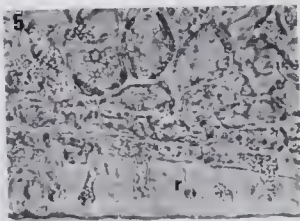
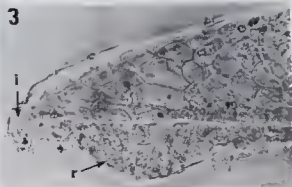
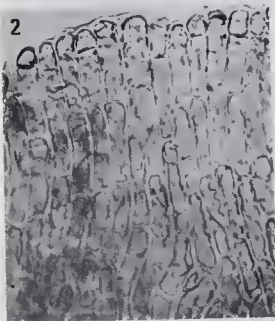
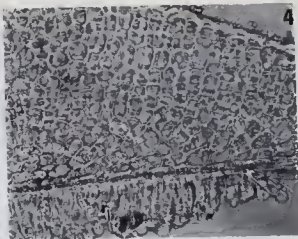
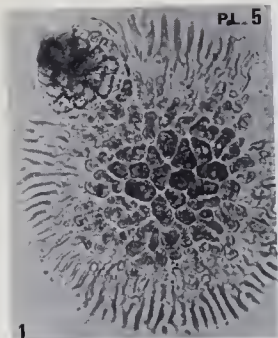
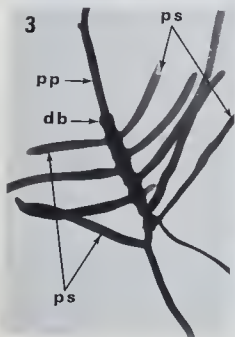
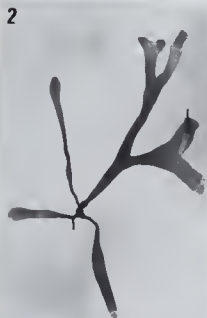
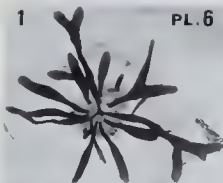


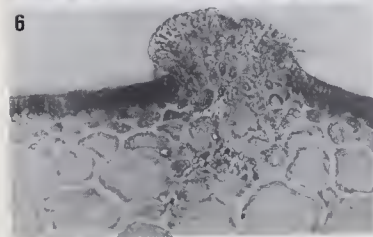
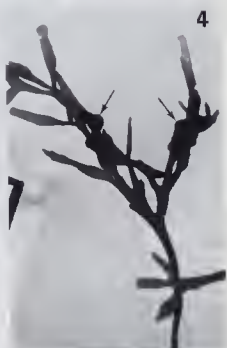
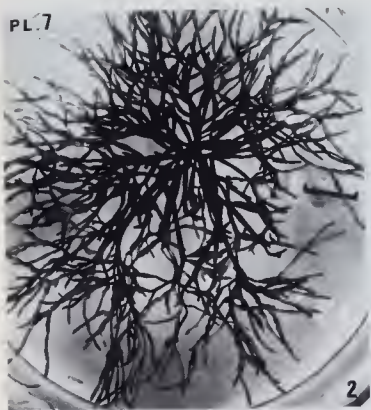
PLANCHE 2



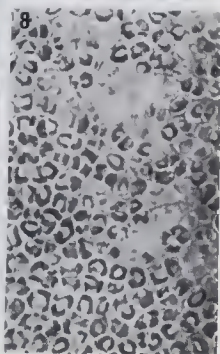
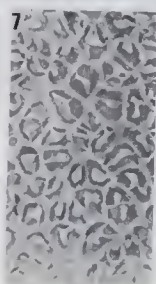
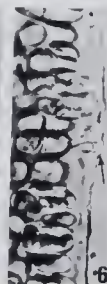
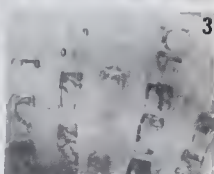
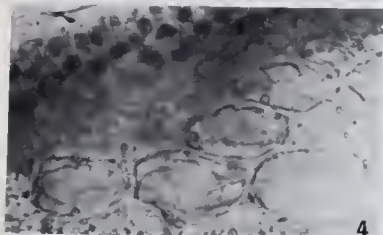
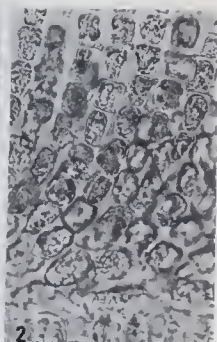
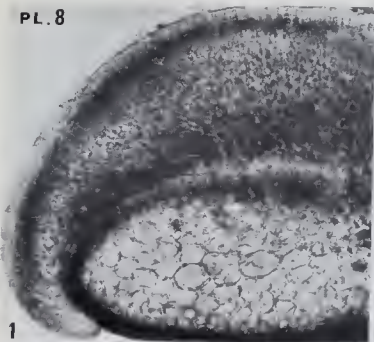


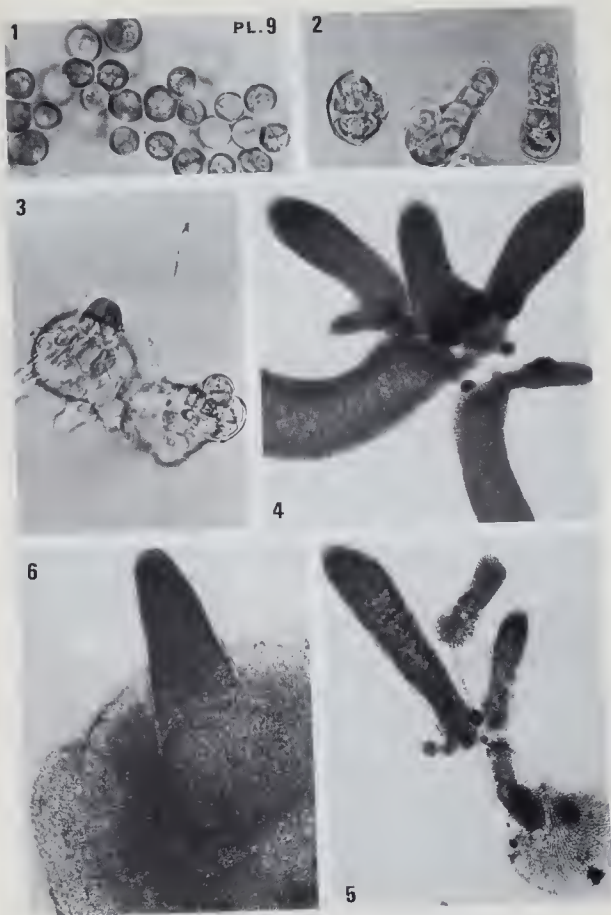




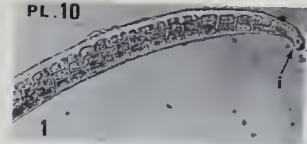


PL. 8

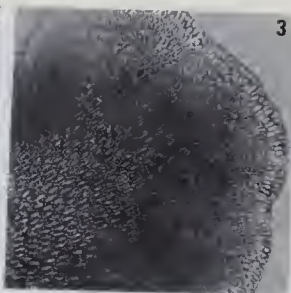
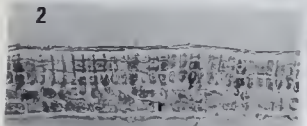




PL. 10

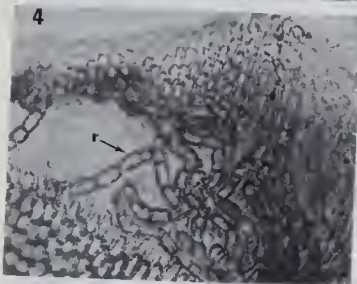


2

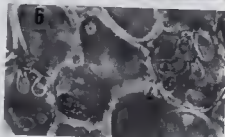


3

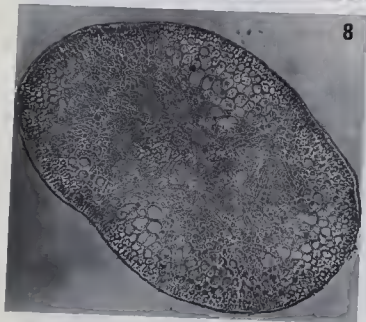
4



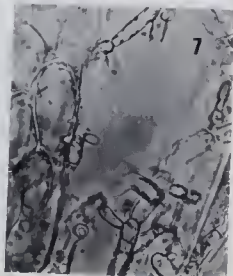
5



6



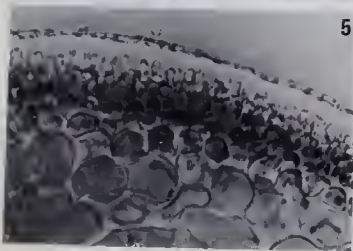
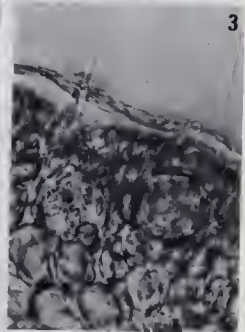
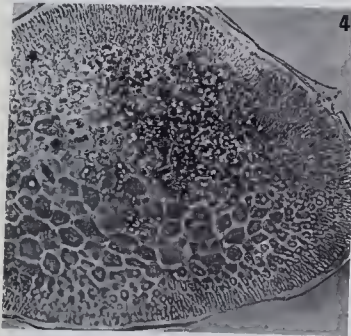
8



7

PL. 11





TYPIFICATION DU GENRE *PSEUDOLITHOPHYLLUM* LEMOINE

M. LEMOINE*

Le genre *Pseudolithophyllum* Lemoine a été créé en 1913 (Mélobésiées, Deuxième Expédition antarctique française, Masson éd. Documents scientifiques. Sciences Naturelles 1913, p. 45, fig. 13 A) avec la description d'un échantillon de l'Herbier du Muséum attribué par FOSLIE à *Lithophyllum discoideum* Foslie. Le nom de l'espèce-type de *Pseudolithophyllum* est indiqué in G. HAMEL et M. LEMOINE (*Arch. Mus. N. Hist. Nat.* (7) I, 1953, p. 69) : *Pseudolithophyllum discoideum* (Foslie) Lemoine.

L'échantillon de l'Herbier du Muséum avait été étudié et figuré par F. HEYDRICK sous le nom de *Lithophyllum fuegianum* Heydrick (in *Engler's botan. Yarb.* 28, 5, p. 533, pl. XI, fig. 1-3, 1901). M. FOSLIE eut l'occasion de voir cet échantillon et l'a trouvé semblable à ceux qu'il avait décrits auparavant sous le nom de *Lithophyllum discoideum* Foslie (in *Wiss. erg. schw. Exped. Magell. Stockholm* 1900, p. 73) et en a établi la synonymie que j'ai adoptée.

Les caractères du genre *Pseudolithophyllum* sont : le caractère monostomatique de l'hypothalle, le non-alignement des cellules du périthalle et la présence de synapses secondaires dans toutes les cellules périthalliennes.

Or en étudiant les types de l'Herbier Foslie à Trondhjem, W. H. ADEY (in *D. Kg. n. vid. selsk. sKr. Univ.*, 1970, p. 12) a constaté que le type *L. discoideum* était dépourvu de synapses secondaires; il a utilisé ce genre pour toute une série d'espèces du même caractère.

Je désire conserver au genre *Pseudolithophyllum* les caractères observés dans l'échantillon de *Lithophyllum fuegianum*, qui existent aussi dans deux autres espèces françaises : *Pseudolithophyllum expansum* (Philippi) Lemoine 1924 et *Pseudolithophyllum orbiculatum* (Foslie) Lemoine 1928, et modifier le nom de l'espèce-type. Je propose donc :

Pseudolithophyllum Lemoine, espèce-type *Lithophyllum fuegianum* Heydrick non *Lithophyllum discoideum* Foslie.

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

ANALYSES BIBLIOGRAPHIQUES

P. BOURRELLY et M. RICARD

AGARDH, J. G. — *Species, genera et ordines Algarum*, 3 vol., 1848-1901, fac-similé 1977, Cramer Ed. : 3200 p.

Les éditions Cramer ont eu l'excellente idée de donner un fac-similé du grand ouvrage de J. G. AGARDH. C'est là l'ouvrage de référence de base pour l'algologie, ouvrage qui fait la synthèse de toute l'algologie ancienne.

La réédition est complète et renferme : I. *Species, genera et ordines Fucoidearum*, 1848 : VIII + 363 p.; II. *Species, genera et ordines Floridearum*, 1, 1851 : XII + 336 p.; II, 2, 1852 : p. 337-786; II, 3, 1863 : p. 787-1291; puis *Epichrysis systematis Floridearum* (III, 1), 1876 : VII + 724 p.; *Morphologia Floridearum* (III, 2), 1840 : 301 p.; *De dispositione Delesseriearum, Mantissa algologica* (III, 3), 1898 : 239 p. et enfin *De Florideis mantissa collectanea* (III, 4), 1901 : 149 p.

Devenue fort difficile à trouver, cette somme algologique sera ainsi accessible à tous et rendra encore de très nombreux services aux algologues marins.

Algalogical bibliography of the USSR from the beginning up to 1960. Collect. Bibliogr. 3, O. KOELTZ, 1976, 1 vol rel.

Ce volume de près de 1000 pages est la reproduction fac-similé des listes bibliographiques des travaux consacrés aux algues de Russie depuis l'origine en 1761 à 1960. Ces listes ont été publiées par GAIDUKOV (1901) avec 452 références, puis par ELENKIN, OHL, KRASSAVINA et HOLLERBACH (soit 7 séries de 1929 à 1968). Nous arrivons à un ensemble de plus de 7000 références. Le premier relevé, celui de GAIDUKOV (452 références) est le plus commode, il donne pour chaque opuscule une courte analyse et indique le nom des espèces nouvelles et des algues principales; de plus à la fin de son travail il présente un index des auteurs classés par régions, en séparant algues marines et algues d'eau douce. Ses successeurs, devant l'abondance des travaux, se limitent à la liste alphabétique par auteurs et à des références bibliographiques classiques. Les listes de 1929, 1934, portent encore, comme chez GAIDUKOV, le nom de l'auteur en caractères latins, hélas, à partir de 1950, titres et noms d'auteurs sont uniquement portés en caractères cyrilliques. Un recueil indispensable à tous les algologues.

Rev. Algol., N. S., 1978, XIII, 2 : 179-182.

FOGED, N. — Freshwater diatoms in Ireland. *Bibliotheca Phycologia*, Cramer Ed., 1977, 34 : 221 p., 48 pl.

L'auteur poursuit dans cet ouvrage l'inventaire des diatomées d'eau douce des pays de la zone tempérée de l'Europe du Nord. 143 localités ont été prospectées dans 15 comtés de l'Irlande : elles sont décrites avec précision et caractérisées par leur pH. Les récoltes, au nombre de 263, sont dominées par les diatomées dont la diversité spécifique et générique est plus faible que celle habituellement rencontrée dans les eaux douces de l'Europe et de l'Amérique du Nord; par contre, les espèces y sont bien plus polymorphes.

765 taxons, dont 4 nouveaux, ont été recensés et chacun d'entre eux est cité, accompagné du nom des auteurs qui l'a décrit, des localités où il a été récolté et des caractéristiques de cette localité. Le texte se réfère constamment à une importante iconographie : 48 planches comprenant 757 microphotographies originales se rapportant à 460 taxons.

Cet ouvrage est particulièrement intéressant car il vient enrichir la liste des trop rares publications consacrées aux diatomées de l'Irlande puisqu'il est, à ce jour, le travail le plus complet réalisé depuis les premiers ouvrages de Wm. SMITH et de E. O'MEARA.

KARLING, J. S. — Chytridiomycetarum iconographia, Cramer Ed., 1977, 1 vol. rel. : 414 p.

Il s'agit d'un atlas de mycologie, mais comme il est consacré à des Phycomycètes très souvent parasites des algues, il rendra de grands services aux algologues curieux qui, souvent, rencontrent ces champignons sous l'objectif de leur microscope.

Ce beau volume, grand format, 28 cm X 19 cm, est illustré admirablement par 175 planches. Ce n'est pas seulement un beau livre d'images : un texte bref, mais clair et précis, donne les descriptions de tous les genres (et parfois sous-genres) connus : près de 150. Après une introduction sur la cytologie des zoïdes, l'auteur donne une clef de détermination des familles et sous-familles puis consacre 8 chapitres (plus des 2/3 du volume) aux *Chytridiales* (avec 7 familles et 100 genres); les *Harpochytriales*, *Blastocladiales*, *Monoblephariales* font l'objet de 3 chapitres séparés. Enfin le 12^o chapitre, en appendice, étudie les *Hyphochytriomycètes*. Le texte, en langue anglaise, sur 2 colonnes, est d'une lecture facile, et donne une synthèse de nos connaissances, qu'il est loisible de compléter grâce à la bibliographie qui accompagne chaque chapitre. Un index des auteurs et des champignons étudiés termine l'ouvrage. Pour les algologues, un seul regret, l'absence d'index alphabétique des hôtes porteurs du parasite. Un livre de travail qui doit prendre place sur la table de tous les botanistes s'intéressant à la biologie des algues.

LEWIN, R. A. — The genetics of algae. *Bot. Monograph*. 12, Univ. California Press, 1 vol. : IX + 360 p.

Ce volume de synthèse, dirigé par R. A. LEWIN renferme les mises au point

de 26 spécialistes. Tour à tour sont traités en 13 chapitres, la génétique des Cyanophycées, celle des *Chlamydomonas* (6 chapitres) des Volvocales, des Zygnémales, des Charophytes, des algues marines multicellulaires (2 chapitres *Ulva* et *Acetabularia*) et des Eugléniens (*Euglena gracilis*). Le volume se termine par deux appendices : 1°) traduction en anglais de 2 articles de PASCHER, 1918, «Les relations entre division réductionnelle et ségrégation mendélienne» et «*Oedogonium*, bon objet pour l'étude des croisements chez les organismes uninucléés, haploïdes». Ces 2 articles montrent que dès cette époque, le grand algologue allemand œuvrait déjà sur la génétique des algues. 2°) le deuxième appendice est consacré à l'œuvre de F. MEURES : une analyse critique démontre que les travaux de cet auteur ne peuvent être acceptés sans confirmation et nouvelle expérimentation. Un index des algues citées termine l'ouvrage. Ce volume, où chaque chapitre est suivi d'une bibliographie très complète, fait la somme de nos connaissances sur la génétique des algues : il montre qu'il reste beaucoup à faire et qu'un très petit nombre d'espèces d'algues ont fait l'objet d'études génétiques.

LEWIN R. A. — Prochloron type genus of the Protochlorophyta. *Phycologia*, 1977, 16 (2) : 217 p.

L'auteur signalait, en 1975, avec la collaboration de L. CHENG (*Phycologia*, 14 (3) : 149-152) la présence, dans les eaux côtières de Californie, d'une algue unicellulaire du genre *Synechocystis*, épiphyte sur les ascidies et les racines de palétuviers (*Rhizophora mangle*). Une étude plus poussée (LEWIN, 1975, *Phycologia* 14 (3) : 153-160 et LEWIN et WITHERS, 1975, *Nature*, vol. 856, n° 5520 : 735-737) permettait de reconnaître chez cette algue la présence de chlorophylle *a* et de chlorophylle *b* et l'absence totale de phycobiline. L'analyse chromatographique décèle de plus la présence de β carotène et de 3 xanthophylles.

L'ultrastructure en microscopie électronique est celle des Cyanophycées (SCHULZ-BALDES et LEWIN, 1976, *Phycologia* 15 (1) : 1-6) : noyau sans membrane, absence de mitochondries, thylacoïdes non réunis en plaste, corps polyédriques à structure paracrystalline, membrane à 4 feuilletts et contenant de l'acide diaminopimélique. D'après cette ultrastructure LEWIN nomme son algue *Synechocystis didemni*, mais, quelques mois après (1977), réfléchissant à la composition pigmentaire extraordinaire de cet organisme, il en dégage les conclusions phylogénétiques possibles et, changeant le nom de *Synechocystis*, il lui donne celui du nov. gen. *Prochloron*. Avec raison il va plus loin encore et fait de ce genre le type du nouvel embranchement (*divisio*) des *Prochlorophytes*, du même niveau systématique que les *Schizophyta*, *Rhodophyta*, *Chlorophyta* etc. Voici donc un embranchement, comprenant pour l'instant une espèce unique, qui rassemblera des algues vertes procaryotes. Cela est fort cohérent et très satisfaisant pour les phylogénéticiens.

Nous avons ainsi chez les Procaryotes, 2 ou 3 grandes séries : formes incolores (Bactéries), formes à chlorophylle *a* (Cyanophycées), formes à chlorophylles *a* et *b* (*Prochlorophytes*).

Une question importante reste, pour l'instant, posée : quelle est la nature des réserves de *Prochloron* ? La découverte de ce nouveau végétal est un événement

sensationnel qui bouleverse nos idées sur la phylogénèse des algues. On peut penser même qu'il sera utile de considérer un «super-règne» des Procaryotes avec *Schizophyta* et *Prochlorophyta*, opposé à celui des Eucaryotes groupant les règnes végétal et animal. Il faudrait aussi trouver une place pour les virus, pour lesquels ROTHMALER (1951) propose *Virophyta* et MOTTE (1969) : *Holocaryotes*. A notre avis, la découverte de LEWIN est d'une importance capitale car on peut, grâce à lui, imaginer une lignée dérivant des Schizophytes avec chlorophylle *a* et phycobiline et parallèlement un autre tronc à chlorophylles *a* et *b*, où le *Prochloron* serait l'ancêtre des Chlorophytes et de tous les végétaux supérieurs. Une nouvelle fenêtre est ouverte sur l'inconnu des origines du monde végétal grâce à la perspicacité de LEWIN.

NYGAARD, G. — New or interesting plankton Algae with a contribution on their ecology. *Kongl. Danske Vidensk. Selskab. Biol.* 1977, Skr. 21 : 107 p., 87 fig.

Cet important travail est consacré aux algues planctoniques du Danemark et du Groenland aussi bien du point de vue systématique qu'écologique ou phytosociologique. Sont aussi étudiées 2 Cyanophycées, 4 Dinophycées, 2 Raphidophycées, 11 Chrysophycées (dont 1 nov. sp. d'*Uroglena*, 8 Diatomées, 26 Volvocales (dont 7 nov. tax. de *Chlamydomonas*, 1 nov. sp. de *Chlorogonium*), 9 chlorococcales (dont 2 nov. comb. dans le genre *Monoraphidium*), 13 Ulothricales (dont 3 taxons nouveaux de *Koliella* et 1 d'*Elakatothrix*) et 10 Desmidiées (dont 4 nouveautés parmi les *Staurastrum* et *Xanthidium*).

Au cours de cette étude l'auteur précise la description des taxons qu'il avait autrefois signalés. Ainsi il complète les diagnoses de *Staurastrum asterias* de Sumatra, *St. sparsidentatum* de Panama. L'auteur n'a malheureusement pas eu connaissance des monographies de Ettl sur *Chloromonas* et *Chlamydomonas*, ce qui l'amènera à certaines rectifications dans les genres : car il n'a pas accepté le genre *Chloromonas* et de ce fait a décrit certains taxons nouveaux comme appartenant à *Chlamydomonas*. Chaque espèce est accompagnée de remarques écologiques et illustrée avec beaucoup de soin et de précision. Cet ouvrage rendra de grands services, particulièrement pour des genres difficiles comme *Uroglena*, *Monoraphidium*, *Koliella* ou *Elakatothrix*.

SYMPOSIUM

Le II Symposium International sur les Algues Fossiles se tiendra à Paris dans la dernière semaine d'Avril 1979.

Des excursions dans le Jura, le Bassin parisien et le Sud de la France sont prévues. Les notes présentées lors du Symposium seront publiées dans un volume spécial.

Pour tous renseignements et inscriptions s'adresser à :

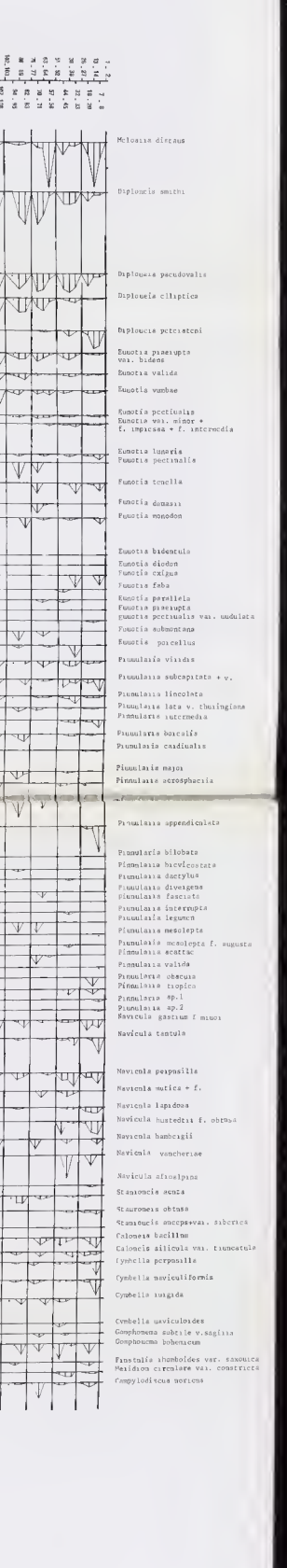
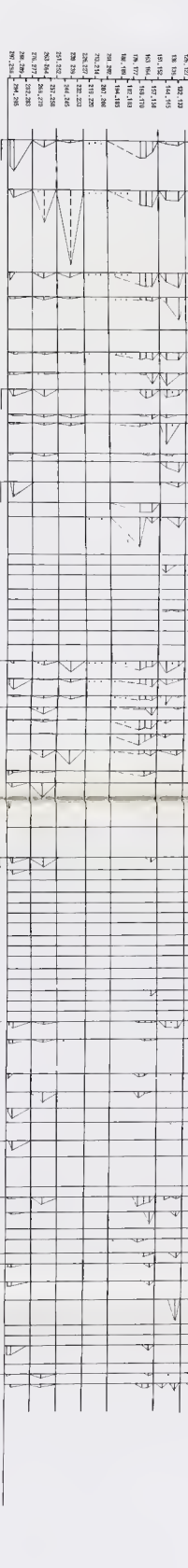
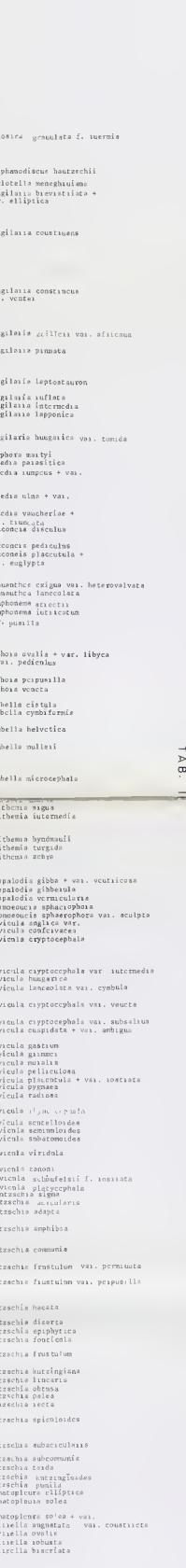
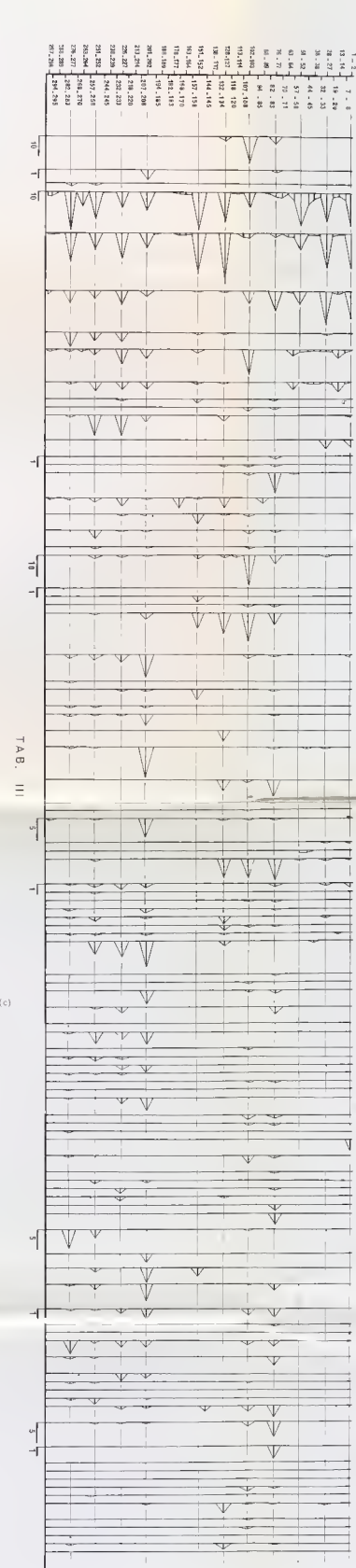
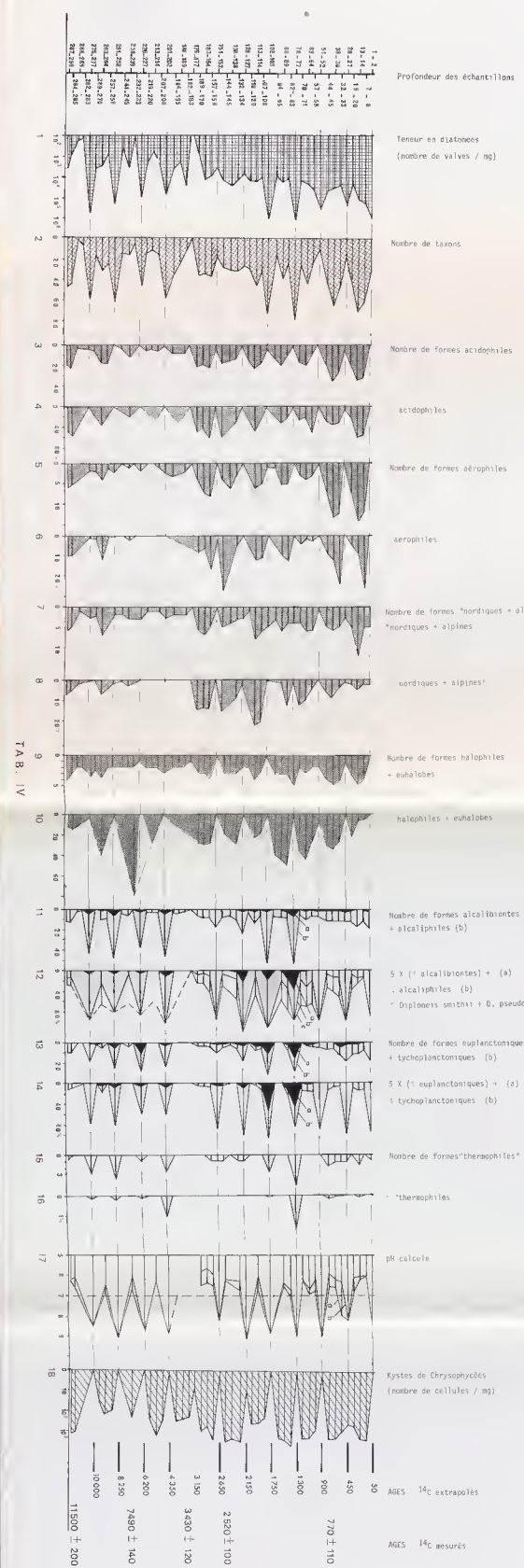
Professeur A.-F. POIGNANT,
Laboratoire de Géologie des Bassins Sédimentaires, Université P. et M. Curie,
Place Jussieu, 75230 PARIS Cédex 05.



Commission paritaire N° 28588

Dépôt légal : n° 636 - Février 1978 Imp. Vial, 91410 Dourdan





TAB. IV

TAB. III

TAB. II



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.

31 MARS 1978

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 XIII (1978)

France 100 F

Etranger 130 F

Prix des tirages à part du Tome XIII (1978)

1 page (le cent) 8 F

OUVRAGES DISPONIBLES

Ancienne série : Tomes VIII, fasc. 3 et 4 ; Tome XII et Travaux Algologiques ; Tome V, fasc. I ; 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 : 80 F (France) 100 F (Etranger)

Prix du Fascicule : 25 F (France) 30 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 - 80 F (France) 100 F (Etranger).